

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ФАНО РОССИИ)  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ISSN 1727-1320

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ



PLANT PROTECTION NEWS

**3**

Санкт-Петербург - Пушкин  
2014

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

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, СибНИИЗХим

Патрик Гроотаерт, доктор наук, Бельгия

В.И.Долженко академик, ВИЗР

Ю.Т.Дьяков д.б.н., профессор, МГУ

В.А.Захаренко академик

С.Д.Каракотов д.х.н., ЗАО ЩелковоАгрохим

В.Н.Мороховец к.б.н., ДВНИИЗР

В.Д.Надыкта академик, ВНИИБЗР

В.А.Павлюшин академик, ВИЗР

С.Прушински д.б.н., профессор, Польша

Т.Ули-Маттила, профессор, Финляндия

Е.Е.Радченко д.б.н., ВИР

И.В.Савченко академик

С.С.Санин академик, ВНИИФ

С.Ю.Синев д.б.н., ЗИН

К.Г.Скрябин академик, "Биоинженерия"

М.С.Соколов академик, РБКООО "Биоформатек"

С.В.Сорока к.с.-х.н., Белоруссия

О.С.Афанасенко

член-корреспондент

И.А.Белоусов к.б.н.

Н.А.Белякова к.б.н.

Н.А.Вилкова д.с.-х.н., проф.

Н.Р.Гончаров к.с.-х.н.

И.Я.Гричанов д.б.н.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А.Ф.Зубков д.б.н., проф.

В.Г.Иващенко д.б.н., проф.

М.М.Левитин академик

Н.Н.Лунева к.б.н.

А.К.Лысов к.т.н.

Г.А.Наседкина к.б.н.

В.К.Моисеева (секр.) к.б.н.

Н.Н.Семенова д.б.н.

Г.И.Сухорученко д.с.-х.н., проф.

С.Л.Тютюрев д.б.н., проф.

А.Н.Фролов д.б.н., проф.

И.В.Шамшев к.б.н.

## Редакция

А.Ф.Зубков (зав. редакцией), И.Я.Гричанов, С.Г.Удалов, Е.О.Вяземская

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

Email: vizrsps@mail333.com

vestnik@iczr.ru

УДК 631.544:632.931.1/937.12

## ЭНТОМОФАГИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ: НОВЫЕ КРИТЕРИИ ОТБОРА ВИДОВ И ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Н.А. Белякова, Ю.Б. Поликарпова

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

На основе анализа особенностей возделывания овощных и цветочных культур по малообъемной технологии выявлены основные качества энтомофагов, определяющие их эффективность в условиях интенсивного возделывания сельскохозяйственных культур в защищенном грунте. Показано, что особенности проявления размерного полового диморфизма и размах внутривидовой изменчивости по массе в условиях пищевого стресса могут быть использованы для скрининга перспективных видов-продуцентов среди представителей сем. Coccinellidae.

*Ключевые слова:* биологическая защита растений, энтомофаги, массовое разведение насекомых, *Cheilomenes sexmaculata*, *Propylea dissecta*.

Последние десятилетия характеризуются расширением видового состава насекомых-вредителей в защищенном грунте, появлением новых инвазионных видов. Случайному завозу насекомых, в т.ч. опасных вредителей, способствует увеличение объемов импорта растениеводческой продукции, а также семенного и посадочного материала.

Инвайдеры разрушают систему биологической защиты. В борьбе с западным цветочным трипсом, табачной белокрылкой *Bemisia tabaci* Genn., южноамериканским минером *Liriomyza huidobrensis* Blanch. и томатной минирующей молью *Tuta absoluta* Povolny (Meurick) сельхозпроизводитель на первых этапах инвазии был вынужден проводить химические обработки. И только спустя несколько лет удалось подобрать энтомофагов, которые отчасти «закрыли брешь», пробитую в системе биозащиты данными инвазионными вредителями.

Для быстрого реагирования на учатившиеся инвазии опасных вредителей целесообразно сформировать пул энтомофагов с широкой специализацией - «универсальных солдат» биологического контроля. Против новых вредителей на первом этапе инвазии перспективно применение многоядных хищников, пока не будут интродуцированы специализированные энтомофаги, которые, как правило, отсутствуют в отечественной энтомофауне.

Помимо инвазий есть еще один фактор, значительно усложняющий фитосанитарную обстановку в современных теплицах. Это - широкое внедрение интенсивных агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур (свето-

культура, продленный оборот, инплантинг - постепенная замена растений в ходе оборота). Все это обеспечивает высокую урожайность, но в то же время существенно повышаются требования к энтомофагам, в основном к их поисковой активности и пластичности.

При высокой урожайности, свойственной интенсивному растениеводству, экономический порог вредоносности стремится к нулю. Например, в продленном культурообороте с применением технологии инплантинга средняя урожайность огурца приближается к 70 кг/м<sup>2</sup>. Пропорционально урожаю возрастает цена ошибки при проведении защитных мероприятий. В данных условиях профилактическая колонизация энтомофагов становится базовым высокорентабельным способом защиты. Она позволяет контролировать вредителей на стартовой низкой численности, при которой биологическая защита максимально эффективна. При профилактическом внесении ключевыми требованиями к энтомофагам будут, во-первых, длительное сохранение в теплице в отсутствие целевого вредителя; во-вторых, высокий биотехнологический потенциал, который обеспечивает рентабельное массовое размножение вида-продуцента в условиях техноценоза (на заменителях природных кормов, при повышенной плотности, то есть в стрессовых условиях).

Цель данной работы - оптимизировать существующий комплекс энтомофагов с учетом потребностей современного тепличного растениеводства и его технологических особенностей.

Основные задачи: выделить основные качества энтомофагов, определяющие их эффектив-

ность в условиях интенсивного возделывания сельскохозяйственных культур в защищенном грунте; найти новые морфоэкологические критерии для оценки биотехнологического потенциала энтомофагов из группы многоядных хищников.

Биоресурсы многоядных хищников весьма обширны. В отечественной фауне насчитываются десятки тысяч видов в пределах отрядов Coleoptera, Hemiptera и Neuroptera, а в мировой фауне - в 5-6 раз больше. К настоящему времени апробировано более 100 видов многоядных хищников в биологическом контроле, из них около 20 активно используются методом сезонной колонизации для защиты овощных, плодовых, ягодных и цветочных культур (Павлюшин и др., 2001; Павлюшин, Воронин, 2005; Павлюшин, 2011; van Lenteren, 2012).

Отечественный сельхозпроизводитель использует преимущественно специализированных хищников - галлицу *Aphidoletes aphidimyza* Rond. и клеща *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, реже клопов-полифагов - слепняка *Macrolophus nubilus* Herrich-Schaeffer и антокорид рода *Orius*. (Павлюшин, Воронин, 2005). Хищников из отряда жесткокрылых используют крайне редко, в основном кокцинеллид на салатных линиях (Беляко-

ва, 2008; Козлова, 2009). Биоресурсы кокцинеллид остаются в значительной части неосвоенными. В мировой практике используют преимущественно кокцинеллид-олигофагов, специализированных на какой-то определенной группе вредителей. Для защиты от тлей применяют *Cycloneda sanguinea limbifer* Casey, *Harmonia dimidiata* Fabr., от белокрылок - *Delphastus catalinae* Horn; от червецов и пульвинарий - *Cryptolaemus montrouzieri* Muls., от щитовок - *Chilocorus renipustulatus* Scr., от паутиных клещей - *Stethorus punctillum* Weise (van Lenteren, 2012).

Учитывая значительное разнообразие морфоэкологических адаптаций коровок к питанию насекомыми, очевидно, что освоение природных ресурсов энтомофагов данной систематической группы должно быть продолжено. Высока вероятность найти среди коровок подходящий вид-универсал, пригодный для борьбы с широким спектром уже имеющихся вредителей, а также с потенциальными инвайдерами, появление которых мы прогнозируем на территории РФ в ближайшие годы. Поэтому в качестве модельной группы для наших исследований мы выбрали энтомофагов сем. Coccinellidae, как весьма перспективных в плане биоресурсного освоения.

#### Методика исследований

Скрининг потенциально пригодных хищных видов с широкой пищевой специализацией и оптимизацию комплекса энтомофагов проводили на основе коллекции кокцинеллид, сформированной в ВИЗР (табл. 1).

Таблица 1. Типовые культуры энтомофагов сем. Coccinellidae из коллекции ВИЗР

Виды	Происхождение лабораторной популяции	Лабораторный корм для личинок
<i>Cycloneda sanguinea limbifer</i>	Куба, 1972	злаковая тля
<i>Adalia bipunctata</i>	Сб, 2013, Мурманская обл., 2012	злаковая тля
<i>Harmonia dimidiata</i>	Ю-Вост. Китай, 1990; Непал, 2013	злаковая тля, зерновая моль
<i>Propylea japonica</i>	Приморский край, 2012	злаковая тля
<i>Propylea 14-punctata</i>	Приморский край, 2012	злаковая тля
<i>Propylea dissecta</i>	Непал, 2013	злаковая тля
<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	Непал, 2013	злаковая тля, зерновая моль

В качестве корма использовали обыкновенную злаковую тлю *Schizaphis graminum* Rond. и/или яйца зерновой моли *Sitotroga cerealella* Oliv., которые приклеивали при помощи меда на карточки из плотной бумаги.

Степень проявления размерного полового диморфизма (Sexual Size Dimorphism - SSD) оценивали по соотношению массы самок и самцов. Имаго взвешивали в течение суток после выхода из куколки. Использовали весы Vibra HT-80CE с точностью  $\pm 0.0001$  г. До взвешивания жукам не давали воды и пищи. Масса имаго строго коррелирует с линейными размерами, что было показано нами в предыдущих исследованиях. Использование массы для оценки SSD позволяет сравнивать разные виды, которые отличаются формой тела.

Для статистического анализа изменений массы имаго использовалась модель регрессии II типа, которая была выбрана потому, что требовалось оценить параметры уравнения регрессии ( $y=xb+b_0$ ), описывающего функциональные отношения между двумя неуправляемыми переменными X (масса самок) и Y (масса самцов), каждая из которых варьирует независимо друг от друга. Регрессионный анализ проводили редуцированным методом главных осей (Reduced Major Axis - RMA) в программе Statistica 10. RMA ранее был использован для анализа SSD у насекомых, в т.ч. у коровок (Teder, Tammaru, 2005).

## Результаты исследований

### Критерии отбора энтомофагов с учетом технологических особенностей возделывания овощных и цветочных культур в современных теплицах

Анализ особенностей возделывания овощных и цветочных культур по малообъемной технологии позволяет выделить ключевые качества энтомофагов, определяющие их эффективность в современных теплицах.

1. Энтомофаг должен отличаться высокой расселительной способностью. Обусловлено данное требование необходимостью сокращать трудозатраты на внесение энтомофагов, которые при ручном расселении достигают 20 человеко-часов на гектар. Использование средств механизации (опрыскивателей или приспособлений для разбрасывания энтомофагов) пригодно для отдельных видов. В большинстве случаев механизированное расселение приводит к травмированию биоматериала и снижению его эффективности. Поэтому оптимальным является выпуск особей, способных к полету, что сокращает трудозатраты, не травмирует насекомых и позволяет использовать их поисковую активность для своевременного подавления первичных очагов вредителей.

Имаго хищников отличаются высокой мобильностью и поисковой активностью, которая обусловлена голодом (как у личинок), а также инстинктом размножения. В современных теплицах у энтомофага на имагинальной стадии гораздо больше шансов выявить очаг вредителя, чем у человека. Причиной является значительная плотность посадок (для томата и огурца 3-4 стебля/м<sup>2</sup>) и высота защищаемых растений - до 3 м (рис. 1).

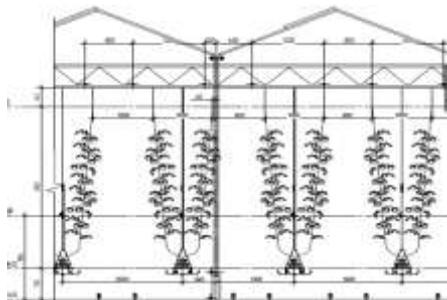


Рис. 1. Схема посадки растений томата при выращивании по малообъемной технологии в подвесных лотках (желобах) (ЗАО «Льдеевская», 2013 г.)

Желтые и синие клеевые ловушки сигнализируют о появлении вредителя, но не дают точ-

ной информации о его локализации в теплице. В результате человек выявляет очаги, как правило, по повреждениям растений, то есть с запозданием, когда вредитель уже накопился. Следовательно, необходимы крылатые энтомофаги, которые способны найти единичных особей вредителя, особенно в труднодоступном верхнем ярусе (выше 2.5 м), который активно заселяют сосущие вредители.

При выращивании зеленных и цветочных культур на гидропонных автоматизированных линиях доступ к растениям возможен только по периметру стеллажных установок. Например, при конвейерно-кассетном производстве зеленных культур и редиса используют гидропонные стеллажные установки с площадью рабочей зоны более 300 м<sup>2</sup>, не разделенной проходами. Из-за этого затруднен мониторинг традиционными методами (визуальный осмотр растений), невозможно локальное внесение энтомофагов в очаги вредителя.

Томат, огурец и перец выращивают на минеральном субстрате в желобах (лотках), подвешенных на высоте около 1 м. Энтомофаги на имагинальной стадии при падении с растения могут вернуться обратно, в то время как бескрылые особи (личинки клопов, жуков или галлиц, фитосеидные клещи) остаются на полу теплицы и, как правило, гибнут в отсутствие корма. Поэтому одним из важных качеств энтомофага, определяющих его эффективность, является высокая мобильность, в т.ч. способность к полету.

2. Энтомофаг должен длительное время (1-2 месяца) выживать в теплице в отсутствие целевого вредителя, питаясь суррогатным кормом (яйца чешуекрылых, веслоногих раков, углеводные подкормки, искусственные питательные среды). Данное требование сформулировано исходя из того, что профилактическое внесение является в современных фитосанитарных технологиях основным методом применения энтомофагов.

Энтомофаги - олиго- и монофаги гибнут в отсутствие хозяина или жертвы в течение 7-10 дней. Необходимо регулярное внесение с трудозатратами до 20 чел.-часов на гектар. Многоядные хищники при подкормке суррогатным кормом способны сохраняться в агроценозе длительное время (до 2 месяцев).

Таблица 2. Пищевые связи видов энтомофагов (ВЭ) сем. Coccinellidae из коллекции ВИЗР

ВЭ	Виды жертв		Ссылки на источники	
	К-во	Отряд, семейство		
<i>Cycloneda sanguinea</i> <i>bijfer</i>	11	<b>Hemiptera</b>	Vazquez et al., 2008; Zeleny, 1969; Ruzicka, Zemek, 2008; Pluke et al., 2005; Vazquez et al., 2008; Michaud, Evans, 2000	
	7	Aphididae		
	1	Psyllidae		
	1	Tingidae		
	2	Pseudococcidae		
<i>Adalia bipunctata</i>	95	<b>Hemiptera</b>	Gordon, 1985; Hodek, Honek, 1996; Omkar, Pervez, 2005; Evans, 2008; Gordon, 1985; Putman, 1957; Sabelis et al., 1997	
	90	Aphididae		
	1	Aleyrodidae		
	3	Adelgidae		
	1	Coccidae		
	2	<b>Thysanoptera</b>	Putman, 1957; Sabelis et al., 1997	
		Thripidae		
	1	<b>Acari</b>	Putman, 1957	
		Tetranychidae		
<i>Harmonia-dimidiata</i>	21	<b>Hemiptera</b>	www.nbaii.res.in; Hodek, Honek, 1996; Omkar, Pervez, 2004; Evans, 2008	
	18	Aphididae		
	1	Aleyrodidae		
	1	Psyllidae		
	1	Margarodidae		
	1	<b>Lepidoptera</b>	www.nbaii.res.in	
		Saturniidae		
<i>Propylea 14-punctata</i>	45	<b>Hemiptera</b>	Hodek, Honek, 1996; Gordon, 1985; Jerinic-Prodanovic et al., 2010	
	44	Aphididae		
	1	Psyllidae		
	1	<b>Coleoptera</b>		Gordon, 1985
		Chrysomelidae		
	1	<b>Thysanoptera</b>	Sabelis et al., 1997	
		Thripidae		
<i>Propylea japonica</i>	15	<b>Hemiptera</b>	Hodek, Honek, 1996; Omkar, Pervez, 2004; Li et al., 2011; Qiu et al., 2008; Bai et al., 2006; Omkar, Pervez, 2004	
	10	Aphididae		
	2	Aleyrodidae		
	1	Psyllidae		
	1	Delphacidae		
	1	Diaspididae		
	1	<b>Lepidoptera</b>		Zhang et al., 2006
		Noctuidae		

<i>Propylea dissec-ta</i>	14	<b>Hemiptera</b>	Omkar, Pervez, 2004; Pervez, Omkar, 2011; Inayat et al., 2011; Inayat et al., 2011; Omkar, Pervez, 2004	
	13	Aphididae		
	1	Cicadellidae	Omkar, Pervez, 2004; www.nbaii.res.in, Evans, 2008; Omkar, Pervez, 2004; Hodek, Honek, 2009; Li et al., 2011	
	1	<b>Lepidoptera</b>		
		Xylorictidae		
<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	118	<b>Hemiptera</b>	Hodek, Honek, 1996; Omkar, Pervez, 2004; www.nbaii.res.in, Evans, 2008; Omkar, Pervez, 2004; Hodek, Honek, 2009; Li et al., 2011 www.nbaii.res.in www.nbaii.res.in Omkar, Pervez, 2004; www.nbaii.res.in www.nbaii.res.in www.nbaii.res.in Fallahzadeh et al., 2010; www.nbaii.res.in Arif et al., 2011; Amin et al., 2009; Sakthivel et al., 2012; www.nbaii.res.in www.nbaii.res.in	
	80	Aphididae		
	9	Aleyrodidae		
	9	Cicadellidae		
	3	Delphacidae		
	1	Lophopidae		
	4	Psyllidae		
	2	Diaspididae		
	4	Coccidae		
	6	Pseudococcidae, Ortheziidae		
	3	<b>Diptera</b>		www.nbaii.res.in
	1	Anthomyiidae		
	1	Cecidomyiidae		
	1	Tephritidae		
	2	<b>Thysanoptera</b> , Thripidae		Prabaningrum et al., 2008; Setiawati et al., 2004
5	<b>Acari</b> , Tetranychidae	Omkar, Pervez, 2004; www.nbaii.res.in		
9	<b>Lepidoptera</b>	www.nbaii.res.in Omkar, Pervez, 2004		
1	Crambidae			
1	Gelechiidae			
1	Lycaenidae			
3	Noctuidae			
1	Papilionidae			
1	Tortricidae			
1	Xylorictidae			

Предпочтительно использовать виды, у которых заменитель природного корма индуцирует пищевую диапаузу, чтобы хищник не расходовал репродуктивный потенциал в отсутствие целевой жертвы-вредителя.

Подкормка суррогатом позволяет сконцентрировать хищников в зонах, где появление вредителя наиболее вероятно. Например, при использовании технологии интерплантинга молодые растения регулярно в течение 12-18 месяцев подсаживают в теплицу. Происходит постепенная замена растений, заканчивающихся плодоношением. На место старых растений подсаживают молодые, которые привлекают вредителей, ранее накопившихся в теплице. Это один из ме-

тодов интенсификации тепличного овощеводства, который с одной стороны повышает риск массового размножения фитофагов, а с другой - расширяет возможности сезонной колонизации энтомофагов, для которых молодые растения являются резерватами для накопления и сохранения в теплице.

Зонами повышенного риска в теплице являются не только молодые растения, но и посадки неустойчивых сортов, которые выращивают совместно с устойчивыми. Культивирование в одной теплице нескольких сортов с разным уровнем устойчивости широко практикуют при выращивании цветочных культур (например, роз на срезку). Происходит локальное накопление фи-

тофагов на участках с сортами, которые восприимчивы к повреждениям. Подкормка энтомофагов на посадках неустойчивых сортов позволяет привлекать и удерживать хищников на таких неблагоприятных участках в теплице, что стабилизирует фитосанитарную обстановку.

Особенно актуальна стабильность биозащиты в условиях продленного культурооборота, а также на многолетних культурах (цветочные, ягодные), где сроки вегетации культуры составляют от 10 месяцев до 5 лет и регулярное применение химических средств защиты может привести к возникновению резистентности.

Руководствуясь описанными выше условиями интенсивного растениеводства, нами был проведен первый этап скрининга среди коллекционных видов кокцинеллрид. Отбирали виды, которые (1) отличаются широким спектром жертв из разных систематических групп, (2) пригодны для долгосрочной колонизации на имагинальной стадии при питании суррогатным кормом (яйца зерновой моли) в отсутствие целевого вида вредителя (табл. 2).

По пищевым связям, известным из литературных источников (табл. 1), мы выделили 5 видов, которые выходят за пределы олигофагии и могут быть отнесены к многоядным хищникам:

1) *H.dimidiata* - субтропический вид восточноазиатской фауны из крупного размерного класса (масса имаго 45-50 мг);

2) *P. japonica* и *P. 14-punctata* - близкородственные палеарктические виды из мелкого размерного класса (масса имаго 7-10 мг); *P. dissecta* - субтропический вид восточноазиатской фауны из мелкого размерного класса (масса имаго 8-13 мг);

3) *Ch. sexmaculata* - широкоареальный субтропический вид из мелкого размерного класса (масса имаго 10-15 мг).

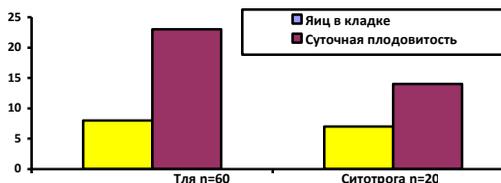
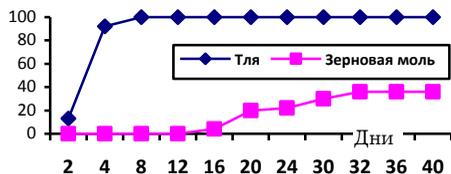


Рис. 2. Динамика созревания самок (%) *Cheilomenes sexmaculata* и плодовитость при питании тлей и яйцами зерновой моли (при числе пар n=60 и 20 соответственно)

Заменитель природного корма индуцирует пищевую диапаузу у 70-80% самок *Ch. sexmaculata*. Таким образом, хищник не расходу-

ет репродуктивный потенциал в отсутствие целевой жертвы. Однако при появлении тли стабильная откладка яиц начинается уже через сут-

В лабораторных условиях все насекомые отобранных нами видов энтомофагов питались яйцами зерновой моли. Однако для дальнейших опытов мы использовали только кокцинеллрид из мелкого размерного класса. Использовать для профилактической колонизации крупных и средних по размерам насекомых нерентабельно по двум причинам:

1) основное преимущество крупных и средних видов - это высокая прожорливость, однако она не нужна в случае превентивных выпусков, когда вредитель отсутствует или формирует первичные очаги с низкой численностью; для подавления точечных очагов достаточно прожорливости мелкой коровки, основное в профилактической колонизации - поисковая активность, а не прожорливость;

2) для поддержания жизнедеятельности крупных и средних видов необходимы затраты зерновой моли пропорциональные массе их тела, то есть в 2-3 раза больше, чем при колонизации мелких коровок.

На заключительном этапе отбора мы тестировали три вида рода *Propylea*, которые потенциально пригодны для контроля тлей и белокрылок, о чем свидетельствуют выявленные пищевые связи между данными хищниками и вредителями (Omkar, Bind 2004). При питании яйцами зерновой моли продолжительность жизни имаго *Propylea japonica*, *P. 14-punctata* и *P. dissecta* сокращалась до 15-20 дней, что в 1.7-2 раза ниже, чем в контроле при питании злаковой тлей. Кладок яиц не выявлено, что свидетельствует о том, что самки находились в состоянии пищевой диапаузы.

У имаго *Ch. sexmaculata* при питании зерновой молью продолжительность жизни оставалась на уровне контроля и достигала 2.5-3 месяцев. Через 20 дней после выхода из куколки начинают откладывать яйца 23% самок *Ch. sexmaculata* (рис. 2).

ки. Этим *Ch. sexmaculata* выгодно отличается от тестированных видов рода *Propylea*, которые при переключении с суррогатного корма (зерновой моли) на целевой объект (тлю) созревают в течение 4-5 дней. Задержка созревания самок в сочетании с пониженной продолжительностью жизни особей *Propylea* при питании зерновой молью свидетельствует о том, что зерновая моль плохо свивается данными кокцинеллидами. Скорее всего, в опыте пропилюля выживала в основном за счет меда, на который были наклеены яйца ситотроги, а белковая составляющая суррогатного корма была малопригодна для тестированных представителей рода *Propylea*.

Таким образом, в полной мере описанным выше требованиям (долгосрочная колонизация на суррогатном корме в отсутствие целевого ви-

да вредителя) удовлетворяет только 1 вид из 8 тестированных - *Ch. sexmaculata*.

Данный вид апробирован в Индонезии в борьбе с табачной белокрылкой *Bemisia tabaci* (Genn.) на томате в открытом грунте и против трипса *Thrips parvispinus* (Karny) на сладком перце в защищенном грунте (Prabaningrum et al., 2008; Setiawati et al., 2012). *Ch. sexmaculata* признан перспективным для подавления численности мучнистого червеца *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) на хлопчатнике в Пакистане (Arif et al., 2011). Применяется против комплекса тлей в защищенном грунте в Китае (Yang et al., 2014). Приведенные литературные данные подтверждают наш вывод о перспективности использования *Ch. sexmaculata* для защиты растений от комплекса сосущих вредителей в теплицах.

### Морфоэкологические критерии

#### для оценки биотехнологического потенциала энтомофагов

Оценка биотехнологического потенциала энтомофагов является ключевым элементом в системе скрининга видов-продуцентов. На данном этапе проходит отбор видов и популяций, пригодных для массового разведения, что дает возможность применять энтомофагов методами сезонной или профилактической колонизации, а также проводить кратные наводняющие выпуски.

Биотехнологический потенциал вида определяется в основном особенностями его репродукции в условиях техноценоза (масштабированного производства на заменителях природных кормов, при повышенной плотности и других стрессовых для насекомых условиях).

Методические подходы к оценке биотехнологического потенциала энтомофагов отражены нами на примере кокцинеллид *Ch. sexmaculata* и *P. dissecta*.

Морфоэкологические характеристики, такие как особенности проявления размерного полового диморфизма и размах внутривидовой изменчивости по размеру, являются важными показателями биотехнологического потенциала насекомых с полным превращением, в т.ч. представителей сем. Coccinellidae.

При массовом разведении коровки подвергаются действию стресс-факторов, негативно влияющих на размер имаго. Переход на заменители природного корма, выращивание личинок в ограниченных по объему садках при высокой плотности, как правило, приводят к снижению массы куколок и, соответственно, размеров има-

го. Кроме того, одним из основных приемов повышения производительности массового разведения является ускорение преимагинального развития энтомофагов за счет повышения температуры. Несмотря на то что рекомендуемые повышенные температуры находятся в зоне оптимальных для вида, ускорение развития может усугублять негативное влияние пищевого стресса и скученности на размер имаго.

Известно, что самцы и самки могут по-разному реагировать на факторы, снижающие вес имаго. У ряда видов самки более чувствительны к изменению условий содержания. При повышении температуры или снижении качества корма их размер снижается быстрее, чем у самцов (Teder, Tammaru, 2005). Это может негативно отразиться на качестве массовой культуры.

Очевидно, что для массового разведения предпочтительны виды, которые отличаются стабильностью размерного полового диморфизма.

Поэтому одним из важных аспектов нашей работы была оценка аллометрии (непропорционального изменения размеров тела у самцов и самок) у кокцинеллид при питании полноценных и суррогатным кормом на фоне повышенных температур.

В опытах по выкармливанию личинок *P. dissecta* на злаковой тле выявлено, что при повышении температуры масса самок уменьшается сильнее, чем у самцов, что подтверждает уравнение регрессии:

$$y = 0,449x + 3,283 (R^2=0.75),$$

где коэффициент  $b_0 > 0$ . При повышении температуры SSD уменьшается пропорционально массе самок в 1.3 раза (табл. 3). Это согласуется с правилом Ренча (Rensch's rule) для видов, у которых самки крупнее самцов.

Таблица 3. Масса имаго и размерный половой диморфизм *P. dissecta* при выкармливании личинок *Schizaphis graminum*

Температура, поколение	Масса имаго, мг			Отношение массы самок к массе самцов (SSD)
	самцы	самки	средняя	
24-26°C, F1	7.7 ± 1.1	10.4 ± 0.9	9.1	1.35 ± 0.11
27-29°C, F1	7.3 ± 0.8	8.8 ± 0.8	7.6	1.21 ± 0.03
27-29°C, F2	6.8 ± 0.5	7.4 ± 0.6	7.1	1.08 ± 0.125

Выживаемость *P. dissecta* при выкармливании личинок яйцами зерновой моли снижалась катастрофически, до 2-3%, что не позволило собрать репрезентативные данные по массе имаго.

При выкармливании личинок *Ch. sexmaculata* полноценным кормом (тлей) уменьшение массы было индуцировано, отмеченные колебания 1.27-1.36 повышением температуры. SSD оставалась стабильным находились в пределах ошибок среднего (табл. 4). Полученное по результатам 8 разновре-

Таблица 4. Масса имаго и размерный половой диморфизм *Ch. sexmaculata* при выкармливании личинок на разных кормах

Варианты (корм, температура, поколение)	Масса имаго, мг			Отношение массы самок к массе самцов (SSD)
	самцы	самки	средняя	
<i>Schizaphis graminum</i> , 24-26°C, F1	9.1 ± 0.4	11.6 ± 0.3	10.3	1.27 ± 0.06
<i>Schizaphis graminum</i> , 24-26°C, F2	8.3 ± 0.2	11.3 ± 0.2	9.8	1.36 ± 0.05
<i>Schizaphis graminum</i> , 27-29°C, F2	8.0 ± 0.4	10.8 ± 0.3	9.4	1.34 ± 0.0751
<i>Sitotroga cerealella</i> , 24-26°C, F1	8.4 ± 0.2	11.2 ± 0.4	9.7	1.33 ± 0.0651
<i>Sitotroga cerealella</i> , 27-29°C, F2	7.3 ± 0.3	8.8 ± 0.4	7.8	1.20 ± 0.08
* <i>Schizaphis graminum</i> (Lar I-II) + <i>Sitotroga cerealella</i> (Lar III-IV), 27-29°C, F2	6.9 ± 0.3	9.7 ± 0.4	8.3	1.40 ± 0.09

\*Личинок в I-II возрасте кормили злаковой тлей, в III-IV возрасте - ситотрогой.

Апробированные новые морфоэкологические критерии - особенности проявления размерного полового диморфизма и размах внутривидовой изменчивости по весу в усло-

венных повторностей уравнение регрессии:

$$y = 0.953x - 2.314 \quad (R^2 = 0.95)$$

свидетельствует о том, что у самок масса снижается медленнее, чем у самцов, так как коэффициент  $b_0 < 0$ .

При кормлении личинок I-IV возраста *Ch. sexmaculata* яйцами зерновой моли отмечено резкое падение выживаемости - до 8-10%. Следовательно, *S. cerealella* является неполноценным кормом для данного вида. При выкармливании ситотрогой личинок старших возрастов выживаемость составляла около 50%. При использовании ситотроги и тли одновременно выживало более 80% личинок. Следовательно, ситотрога пригодна для массового разведения *Ch. sexmaculata* в качестве подкормки, что позволяет сократить затраты основного корма - тли. Это может способствовать повышению производительности и стабильности биотехнологического процесса. В частности, в контейнерах с личинками сокращается объем срезанных растений, на которых подают тлю. В результате этого снижается риск развития в контейнерах нежелательной микрофлоры, которая нередко является причиной гибели личинок при разведении на тле.

виях пищевого стресса могут быть использованы для скрининга перспективных видов-продуцентов среди представителей сем. Coccinellidae.

#### Литература

Белякова Н.А. Новое поколение биологических средств защиты растений на основе энтомофагов // Гавриш, 2008, 6, с.18-22. Белякова Н.А. Производство энтомофагов для тепличного растениеводства // Защита и карантин растений, 2013, 5, с. 9-12.  
Козлова Е.Г. Энтомофаги в защите зеленных культур при возделывании на салатных линиях // Защита и карантин растений, 2009, 5, с. 23-25.  
Павлюшин В.А. Проблемы фитосанитарного оздоровления агроэкосистем // Вестник защиты растений, 2011, 2, с. 3-9.  
Павлюшин В.А., Воронин К.Е., Красавина Л.П., Асиякин Б.П., Раздобурдин В.А. Использование энтомофагов в биологической защите растений в теплицах России // Тр. РЭО, 2001, 72, с. 16.

Павлюшин В.А., Воронин К.Е. (научн. ред.) Биологические средства защиты растений, технологии их изготовления и применения. Рос. акад. с.-х. наук, ВИЗР, Инновационный центр защиты растений, Санкт-Петербург, 2005, 356 с.  
Яркулов Ф.Я., Белякова Н.А. Экологические основы биологической защиты тепличных культур // Защита и карантин растений. 2007. 1, с. 19-22.  
Arif M.J., Imran M., Gogi M.D., Shahid M.R., Abbas H.U. Investigating the performance of some predators against cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sterno-rhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae): an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan. // Thirty first Pakistan Congress of Zoology, april 19 - 21, 2011, Proceedings of Pakistan Congress of Zoology, 2011, 31, p. 244.  
Bai Y.Y., Jiang M.X., Cheng J.A., Wang D. Effects of

Cry1Ab toxin on *Propylea japonica* (Thunberg) (Coleoptera: Coccinellidae) through its prey, *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae), feeding on transgenic Bt rice // Environ. Entomol., 2006, 35, 4, p. 1130-36.

Evans G.A. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS). Last Revised: September 23, 2008, 703 p.

Fallahzadeh M., Gharaat M.A., Saghaei N. The first record of genus and species *Anicetus italicus* (Hymenoptera, Encyrtidae), a parasitoid of (Hemiptera, Coccidae) *Ceroplastes rusci* Iran // 19<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, 31 July-3 August 2010, p. 121.

Gordon R.D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America north of Mexico // Journal of the New York Entomological Society 1985, 93, 1, p. 1-912.

Hodek I., Honek A. Ecology of Coccinellidae. Kluwer, Dordrecht, 1996, XVI, 464 p.

Hodek I., Honek A. Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds // Biological Control, 2009, 51, 2, p. 232-243.

Inayat T.P., Rana S.A., Rana N., Ruby T., Sadiqui M.J.I., Abbas M.N. Predation rate in selected coccinellid (Coleoptera) predators on some major aphidid and cicadellid (Hemipteran) pests // Int. J. Agric. Biol., 2011, 13, 3, p. 427-430.

Jerinic-Prodanovic D., Protic L.J., Mihajlovic L.J. Predatori i parazitoidi *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae) u Srbiji. [Predators and Parasitoids of *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae) in Serbia] // Pesticid. Phytomed, 2010, 25, 1, p. 29-42.

Li S.J., Xue X., Ahmed M.Z., Ren S.X., Du Y.Z., Wu J.H., Cuthbertson A.G.S., Qiu B.L. Host plants and natural enemies of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in China // J. Insect Sci, 2011, 18, p. 101-120.

Michaud J.P., Evans G.A. Current Status of Pink Hibiscus Mealybug in Puerto Rico including a Key to Parasitoid Species // The Florida Entomologist, 2000, 83, 1, p. 97-101.

Omkar, Bind R.B. Prey quality dependent growth, development and reproduction of a biocontrol agent, *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) // Biocontrol Science and Technology, 2004, 14, 7, p. 665-673.

Omkar, Pervez A. Predaceous Coccinellids in India: Predator-Prey Catalogue (Coleoptera: Coccinellidae) // Oriental Insects, 2004, 38, 1, p. 27-61.

Omkar, Pervez O.A. Ecology of two-spotted ladybird, *Adalia bipunctata*: a review // J. Appl. Entomol, 2005, 129, 9/10, p. 465-474.

Pervez A., Omkar. Ecology of aphidophagous ladybird *Propylea* species: a review // J. Asia-Pacific Entomol., 2011, 14, p. 357-365.

Pluke R.W., Escribana A., Micahus J.P., Stansly P.A. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico // Fla. Entomol., 2005, 88, 2, p. 123-128.

Prabaningrum L., Moekasan T.K., Udiarto B.K., den Belder E., Elings A. Integrated pest management on sweet pepper in Indonesia biological control and control thresholds for thrips // Acta Horticulturae, 2008, 7, p. 201-210.

Putman W.L. Laboratory Studies on the Food of Some Coccinellids (Coleoptera) Found in Ontario Peach Orchards // The Canadian Entomologist, 1957, 89, 12, p. 572-579.

Qiu L.M., Liu X., Zhan Z.X. Predatory functional responses of *Propylea japonica* and *Chilomenes quadripagiata* to *Comegenapsylla sinica* // J. Fujian Agric. For. Univ., 2008, 5, p. 239-242.

Ruzicka Z., Zemek R. Deterrent effects of larval tracks on conspecific larvae in *Cycloneda limbifer* // Biocontrol, 2008, 53, p. 763-771.

Sabelis M.W., van Rijn P.C.J., Lewis T. Predation by insects and mites // Thrips as crop pests, 1997, p. 259-354.

Sakthivel N., Qadri S.M.H., Balakrishna R., Kirsur M.V., Mahiba Helen S. Management strategies of papaya mealybug infesting mulberry, 2012, 21 p.

Setiawati W., Uhan T.S., Udiarto B. K. Pemanfaatan musuh alami. Dalam pengendalian hayati hama pada tanaman sayuran, 2004, 24, 52 p.

Setiawati W., Gunaeni N., Uhan T.S., Hasyim A. Potency of predator (*Menocheilus sexmaculatus*) augmentation for white fly (*Bemisia tabaci*) management and its effect on gemini virus infestation on tomato // Indonesian Journal of Agricultural Science, 2012, 13, 1, p. 18-26.

Teder T., Tammaru T. Sexual size dimorphism within species increases with body size in insects // Oikos, 2005, 108, p. 321-334.

Vazquez L., Matienzo Y., Veitia M., Alfonso J. Conservacion y manejo de enemigos naturales de insectos fitofagos en los sistemas agricolas de Cuba INISAV. La Habana, Cuba, 2008, 198 p.

Yang N.W., Zang L.S., Wang S., Guo J.Y., Xu H.X., Zeleny J. A biological and toxicological study of *Cycloneda limbifer* Casey (Coleoptera, Coccinellidae) // Acta ent. bohemoslov, 1969, 66, 6, p. 333-344.

Zhang S.Y., Li D.M., Cui J., Xie B.Y. Effects of Bt-toxin Cry1Ac on *Propylea japonica* Thunberg (Col., Coccinellidae) by feeding on Bt-treated Bt-resistant *Helicoverpa amigera* (Hübner) (Lep., Noctuidae) larvae // J. Appl. Entomol., 2006, 130, 4, p. 206-212.

## ENTOMOPHAGES IN GREENHOUSES: NEW SCREENING CRITERIA FOR SPECIES CHOICE AND FEATURES OF MODERN AGRICULTURAL TECHNOLOGIES

N.A.Belyakova., Yu.B.Polikarpova

New morpho-ecological screening criteria for entomophage species choice were identified to improve their effectiveness in conditions of intensive cultivation of vegetable and flower crops in greenhouses. Results indicated that the sexual dimorphism in size and intraspecific variation in weight under the food-stress condition could be used to screen prospective species among Coccinellidae.

**Keywords:** biological control, natural enemy, mass rearing, *Cheilomenes sexmaculata*, *Propylea dissecta*.

Н.А.Белякова, к.б.н., belyakovana@yandex.ru  
Ю.Б.Поликарпова, н.с., julia.polika@gmail.com

УДК 632.51

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЗАСОРЕННОСТИ ЕДИНИЧНОГО УГОДЬЯ

В.П. Самсонова, М.И. Кондрашкина, А.В. Зоткина

*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова*

При планировании химических мер борьбы с сорняками необходимо учитывать пространственное расположение сорных видов по площади угодья. На примере угодья на дерново-подзолистой почве показано, что для описания размера и формы куртин отдельных видов сорняков могут быть подобраны соответствующие вариограммы, описывающие их пространственные структуры. Дифференцированная обработка посевов может быть рекомендована при условии 1) контрастного засорения в куртинах и вне их; 2) превышения размера куртин по сравнению с размером штанги опрыскивателя.

*Ключевые слова:* засоренность посевов, пространственное размещение, сорные растения, вариограмма, кригинг.

### Модели пространственной изменчивости засоренности

Общеизвестно, что сорняки, как правило, образуют на угодье куртины разных размеров. В зависимости от биологии растения и внешних условий размеры куртин могут варьировать в широком диапазоне, от нескольких дециметров до десятков метров (Nordmeyer, 2006).

Информация о размещении отдельных видов может быть использована для разработки оптимальных способов борьбы с засоренностью посевов. Действительно, если сорняк присутствует лишь на части угодья, то вследствие сплошной обработки угодья гербицидами на части площади препарат будет внесен в излишнем количестве, а на части - в недостаточном, что в конечном итоге приведет к снижению эффективности препарата и загрязнению территории. Показано, что при одинаковом среднем значении сорняков на угодье потери урожая могут изменяться от 5 до 20% в зависимости от степени агрегации сорняков в куртины (Auld et al., 1987).

Для создания картограмм, учитывающих распределение сорняков в пространстве угодья, совершенно недостаточно информации, получаемой при традиционном картографировании (10-20 точек опробования на угодье). В таких условиях угодье может лишь рассматриваться как целое, а все детали пространственной изменчивости засоренности нивелируются.

Показано, что для оценки пространственной размещенности отдельных групп сорняков необходимо 100 и более точек опробования (Cardina et al., 1995), расположенных на территории угодья по регулярной (либо более сложной) сети опробования.

Пространственная изменчивость свойства  $Z(x)$  в пределах угодья может быть представлена как

$$Z(x) = m(x) + \varepsilon'(x) + \varepsilon''$$

где  $m(x)$  - основная закономерность изменчивости, которая может быть либо постоянным значением, либо некоторой функцией от координат;  $\varepsilon'(x)$  - описывает пространственно коррелируемые вариации, а  $\varepsilon''$  - остаток, описывающий пространственно некоррелируемые вариации, имеющий нормальное распределение с нулевым средним и дисперсией  $\sigma^2$  (Демьянов, Савельева, 2010; Савельев и др., 2012). В качестве свойства  $Z(x)$  может выступать численность или обилие отдельных сорняков, либо их групп.

Инструментом для оценки закономерностей пространственной изменчивости засоренности служит семивариограмма (вариограмма) - функция, описывающая изменение дисперсии измеряемого признака в пространстве в зависимости от расстояния между точками опробования:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2,$$

где  $h$  - расстояние между точками опробования;  $z(x_i)$  - значение свойства в точке с координатами  $(x_i, y_i)$  (далее везде координата  $y_i$  для простоты опущена);  $N(h)$  - число точек, разделенных расстоянием  $h$ .

Для того чтобы рассчитать семивариограмму, необходимо знать значения показателей в точках с фиксированными координатами. Первичный расчет дает эмпирическую семивариограмму, для которой затем подбирается теоретическая модель. При этом эмпирические значения усредняются в пределах фиксированных расстояний, наименьшее из которых называется шагом опробования (рис. 1).

Для интерпретации важны параметры теоретической модели вариограммы:

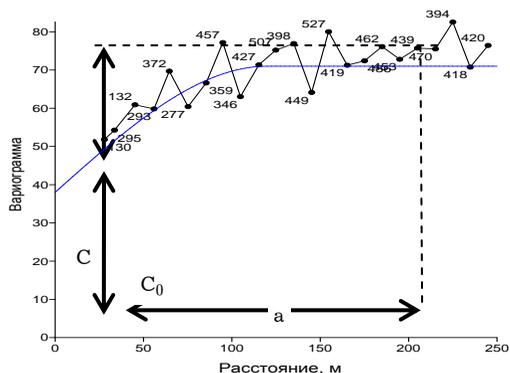


Рис. 1. Вариограмма и ее параметры

1) ее значение при значении расстояния, равном нулю - так называемый наггет (самородок) ( $C_0$ ), а именно, дисперсия показателя на расстояниях, меньших минимального расстояния между точками опробования. Термин пришел из геологии, возник при разработке задач оконтуривания золотоносных месторождений. Обычно считается, что эта величина состоит из собственно варьирования на расстояниях такого диапазона и дисперсии, обусловленной ошибками измерения.

2)  $C_1$  - частичный порог, который в сумме с  $C_0$  дает величину, приблизительно равную общей дисперсии показателя. Отношение  $C_0/(C_1 + C_0)$  показывает, какая доля общей дисперсии признака соответствует расстояниям, меньшим или равным шагу опробования;

3)  $a$  - расстояние, начиная с которого дисперсия перестает увеличиваться. Это расстояние называют расстоянием независимости (рангом), поскольку на расстояниях, больших  $a$ , свойство варьирует случайным образом.

Кроме этих параметров, можно ввести еще два, характеризующие анизотропию пространственных структур, а именно, азимут ( $A$ ), то есть направление, в котором расстояние независимости максимально, и отношение Ratio, показывающее, во сколько раз расстояние независимости в перпендикулярном к азимуту направлении меньше, чем основное.

### Построение картограмм

Следующий шаг, естественным образом вытекающий из анализа характеристик пространственной неоднородности распределения сорняков, - построение собственно картограмм засоренности. Если семивариограмма представляет собой чистый наггет, то можно считать, что про-

### Типология семивариограмм

Для аппроксимации эмпирических семивариограмм могут быть использованы разные функции, которые можно разделить на три группы (Барроу, 1999):

1) чистый «наггет»-эффект - варьирование показателя случайно, пространственная структура не выражена (рис. 2а);

2) ограниченные семивариограммы - начиная с некоторого расстояния значение функции не увеличивается. Обычно колебания оценок наблюдаются около общей дисперсии показателя. В настоящее время для описания такого рода семивариограмм используются разные модели (Демьянов, Савельева, 2010; Савельев и др., 2012), среди которых наиболее популярны так называемая сферическая и экспоненциальная модели (рис. 2б):

$$3) \gamma(h) = C_0 + C_1 \left( \frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right)$$

сферическая модель,

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left( 1 - \exp \left( - \frac{h^2}{a^2} \right) \right)$$

экспоненциальная модель;

4) неограниченные функции, когда изменчивость свойства на угодье имеет закономерную составляющую, диапазон изменения которой не исчерпывается на пространстве угодья (рис. 2в). В качестве примера приведем линейную функцию

$$\gamma(h) = C_0 + bh$$

Таким образом, семивариограмма позволяет ответить на вопросы:

1) есть ли на обследуемом объекте выраженные пространственные неоднородности, или засоренность варьирует случайным образом;

2) если на угодье сорняки расположены куртинами, то каковы средние размеры этих куртин и сколь сильно отличается засоренность в куртинах от окружающей территории;

3) какова средняя форма куртин и как они расположены в пространстве.

структурная структура отсутствует, и все угодье можно рассматривать как единое целое, не проводя дифференцированных обработок. В противном случае в зависимости от выделяемых структур можно оптимизировать обработки, в первую очередь применение гербицидов, что позво-

лит уменьшить расходы на препараты и, в конечном итоге, - получать экологически чистую продукцию.

Семивариограмма используется в специальной технике построения картограмм, а именно, в технике кригинга. Это особый метод пространственных интерполяций, разработанный в середине прошлого века для целей оконтуривания золотоносных месторождений и в настоящее время получивший широкое распространение в разных областях геологии, географии и почвоведения. В отличие от других методов пространственных интерполяций, метод кригинга позволяет определить ошибку предсказания в каждой неопробованной точке и, тем самым, дает обоснованную информацию о качестве картографи

рования того или иного показателя. Метод кригинга использует семивариограмму в качестве весовой функции при вычислении значений в неопробованных точках.

Метод кригинга имеет множество модификаций, наиболее перспективным из которых в настоящее время считается так называемый регрессионный кригинг, то есть кригинг, учитывающий зависимости изучаемого показателя от внешних факторов. Для учета засоренности может быть интересен индикаторный кригинг, позволяющий оконтуривать участки с разной вероятностью появления того или иного вида. Подробное описание метода можно найти в литературе (Демьянов, Савельева, 2010; Савельев и др., 2012).

#### Методика исследований

Обследование проводилось в Солнечногорском районе Московской области на полях Учебно-опытного почвенно-экологического центра Чашниково МГУ им. М.В.Ломоносова.

На угодье площадью 25 га в узлах случайно-регулярной сетки с шагом опробования 25 м было зало

жено 175 точек. В каждой точке в рамках площадью 0.25 м<sup>2</sup> подсчитывалась численность каждого встреченного вида. Координаты точек опробования определялись GPS-навигатором. В год обследования (2012) угодье было занято злаково-бобовыми травами. Из истории поля известно, что в период 2003-2011 гг. обработка почвы не проводилась.

#### Результаты исследований

##### Статистические характеристики

Растительное сообщество представлено многолетними травами - костер, тимофеевка, ежа, клевер, сорными видами и видами естественных ценозов, которые попали на поле в период отсутствия обработки.

Кроме перечисленных трав, на угодье было обнаружено 50 видов растений (табл. 1). Среди них 18 видов относятся к группе прочих многолетних - корнеотпрысковых, корнемочковатых, ползучих и др. Большая часть этих видов не является сегетальными сорняками. Они остались на поле как память о залежных годах (Лунева и др., 2007).

Как и для многих угодий европейской части России (Лунева и др., 2007), в данном случае отмечено сильное засорение, как малолетними видами, так и злостными сорняками многолетних групп - корнеотпрысковыми и корневищными растениями.

Такие виды как *Fumaria officinalis* L., *Galium aparine* L., *Rorripa palustris* (L.) Bess., *Raphanus raphanistrum* L., *Centaurea cyanus* L., *Arctium lappa* L., *Carduus crispus* L. (малолетние) и *Convolvulus arvensis* L., *Galium molluga* L., *Heracleum*

*sosnowskyi* Manden., *Rumex confertus* Willd., *Rumex crispus* L., *Glechoma hederacea* L., *Euphorbia helioscopia* L., *Hieracium* sp. L. (многолетние) встречаются единично.

Прежде всего обращает на себя внимание, что для большинства сорных видов отмечены высокие коэффициенты вариации. Во всех случаях медианные и средние значения не совпадают, отмечено большое расстояние между медианными и максимальными значениями. Все перечисленные факты свидетельствуют о неоднородности распространения видов по площади угодья. Не всегда высоким значениям средней численности соответствуют также высокие значения встречаемости, например для *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik (табл. 1). Это связано с тем, что некоторые виды могут иметь большую численность на нескольких учетных площадках, но количество этих площадок ограничено. Другие виды могут распределяться равномерно по всем площадкам учета, но в единичных экземплярах. В этих случаях при низкой средней численности будет отмечаться высокая встречаемость вида.

Таблица 1. Статистические характеристики численности сорных видов

Виды	Средняя, шт/м <sup>2</sup>	Медиана, шт/м <sup>2</sup>	Максимум, шт/м <sup>2</sup>	Коэфф. вариации, %	Встречаемость
<u>Малолетние</u>					
<i>Chenopodium album</i> L.	2.34	0	51	314	0.16
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	0.85	0	28	338	0.18
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	0.21	0	20	787	0.05
<i>Myosotis arvensis</i> Hill.	12.74	8	70	115	<b>0.77</b>
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	0.08	0	7	751	0.03
<i>Veronica arvensis</i> L.	0.83	0	18	315	0.12
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	15.83	0	100	164	0.37
<i>Lapsana communis</i> L.	0.23	0	13	576	0.07
<i>Matricaria inodora</i> L.	5.08	3	45	152	<b>0.7</b>
<i>Thlaspi arvense</i> L.	6.02	0	55	172	0.43
<i>Viola arvensis</i> Murr.	9.93	6	55	115	<b>0.66</b>
<i>Silene album</i> (Mill.) E. H. L. Krause.	0.26	0	13	463	0.09
<u>Корнеотпрысковые</u>					
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	6.75	4	32	123	<b>0.69</b>
<i>Rumex acetosella</i> L.	0.26	0	45	1323	0.01
<i>Sonchus arvensis</i> L.	3.66	0	60	209	0.36
<u>Корневищные</u>					
<i>Achillea millefolium</i> L.	0.33	0	15	594	0.03
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	1.76	0	110	516	0.17
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski.	2.69	0	40	218	0.24
<i>Equisetum arvense</i> L.	0.88	0	45	563	0.06
<i>Mentha arvensis</i> L.	0.53	0	25	512	0.05
<i>Tussilago farfara</i> L.	0.85	0	45	566	0.08
<u>Прочие многолетние</u>					
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raesch.	0.18	0	24	1009	0.03
<i>Stellaria graminea</i> L.	1.03	0	36	390	0.11
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	0.26	0	6	360	0.09
<i>Veronica longifolia</i> L.	0.24	0	15	574	0.06
<i>Vicia cracca</i> L.	0.71	0	10	220	0.26
<i>Hypericum perforatum</i> L.	0.03	0	6	1323	0.01
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	0.47	0	44	887	0.02
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	6.45	4	60	124	<b>0.79</b>
<i>Plantago major</i> L.	0.26	0	9	408	0.08
<i>Potentilla anserina</i> L.	0.32	0	9	376	0.09
<i>Ranunculus repens</i> L.	0.61	0	37	555	0.09
<i>Stachys palustris</i> L.	0.59	0	32	488	0.11
<i>Sedum telephium</i> L.	0.03	0	5	1323	0.01

При обследовании обнаружено, что высокую встречаемость (1.0-0.7) имеют *M. arvensis*, *M. inodora* Sch., *T. officinale*. Достаточно высокие значения средней численности и близкие коэффициенты вариации свидетельствуют о равномерном распределении этих видов по площади угодья.

Как показали наши учеты, встречаемость и численность *T. officinale* в условиях отсутствия обработки почвы увеличивались постепенно (Кондрашкина, Самсонова, 2010). В связи с накоплением за годы залежи в почве семян данного вида однократной обработкой почвы нельзя от него избавиться. Видов средней встречаемости (0.71-0.5) обнаружено всего два: *V. arvensis* и

*C. arvense*. Их статистические характеристики также свидетельствуют о равномерном распределении по площади угодья.

Остальные обнаруженные растения могут быть отнесены к видам редкой встречаемости (> 0.51) и единичным. Для этих видов отмечены высокие коэффициенты вариации, что свидетельствует об их неравномерном распределении по площади угодья.

При общей низкой встречаемости для *S. arvensis* и *E. repens* наблюдаются достаточно высокие средние значения и коэффициенты вариации, что лишней раз подтверждает локальное распространение куртин этих видов.

#### *Структура пространственного распределения отдельных видов сорняков*

Наиболее часто встречаемые на исследованном угодье сорные растения можно разделить на

группы по типу семивариограммы, описывающей пространственную изменчивость количества

растений.

Сферические семивариограммы характерны для пространственного размещения в пределах угодья ромашника непахучего (*M. inodora*), бодяка полевого (*C. arvense*) и ярутки полевой (*T. arvense*) (рис. 2). Данные сорняки располагаются в пределах угодья куртинами.

Особо стоит обратить внимание на размещение ромашника непахучего, для которого про-

странственная изменчивость разная в разных направлениях. На картограмме хорошо видны направления, в которых изменчивость наиболее сильно различается (рис. 3 Б), что отражается в показателях - угол анизотропии R и отношение радиусов корреляции A (табл. 2). Можно предположить, что распределение ромашника по угодью идет в направлении проведенной обработки почвы.

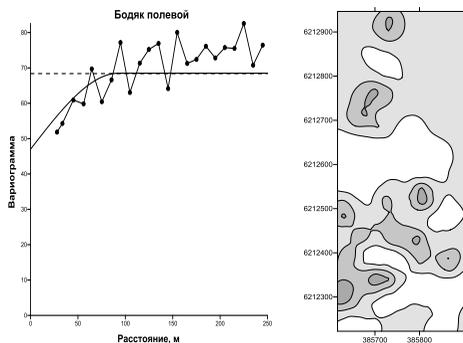


Рис. 2. Семивариограмма и картограмма размещения *C. arvense* по угодью  
 $C_0=47$ ;  $C_1=21.5$ ;  $a=100$ ;  $A(2; 13.5)$

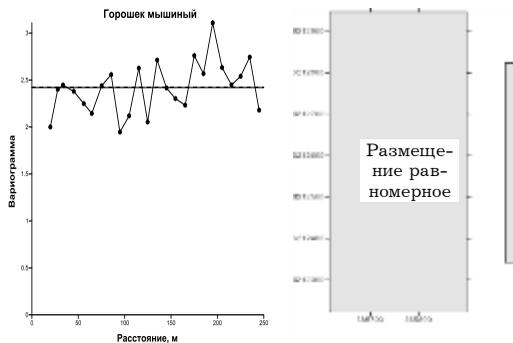


Рис. 3. Семивариограмма для *V. cracca* L. (нагетт-эффект)  
 А) Модель, близкая к нагетт-эффекту Б) Сферическая модель, В) Линейная модель

Таблица 2. Параметры семивариограмм для нелинейных моделей

Сорные растения	$C_0$	$C_1$	$C_0+C_1$	$C_0/(C_0+C_1)$	$a$ , м	$A$	$R$ , градусы
<i>Matricaria inodora</i> (L.)	22.5	20.2	42.6	0.527	111	2	55.3
<i>Cirsium arvense</i> (L.)	47	21.5	68.5	0.686	100	2	13.5
<i>Thlaspi arvense</i> L.	52	59	111	0.468	140	2	147.1
<i>Myosotis arvensis</i> Hill.	80	230	310	0.258	150	2	165.3
<i>Viola arvensis</i> Murr.	15.7	190	206	0.077	139	1.75	166.9

Семивариограммы, соответствующие линейной зависимости засоренности от пространственных координат (табл. 3), наблюдаются у пастушьей сумки (*C. bursa-pastoris*), одуванчика лекарственного (*T. officinale*) и осота полевого (*S. arvensis*). Причем наибольший уклон линии тренда у пастушьей сумки, что указывает на ее сосредоточение на участке, сопоставимом с размерами угодья (рис. 4В).

Можно наблюдать, что практически все поле 3 занято этим сорняком. Для осота, наоборот, слабый уклон линейной модели говорит о его более равномерном распределении по угодью. Если наклон прямой отсутствует, то модель называется нагетт-эффект, то есть варьирование показателя случайно и пространственная структура не выражена. Данную ситуацию можно наблюдать для мышиного горошка *V. cracca* (рис. 3).

Экспоненциальной моделью семивариограммы возможно описать пространственное размещение незабудки *M. arvensis* и фиалки *V. arvensis*. Отличительной особенностью данной модели являются резкие изменения количества растений на любых расстояниях, причем эти расстояния распределены по Пуассону.

Таким образом, каждый из сорных видов, присутствующий на поле, в силу различных биологических и экологических особенностей имеет свою собственную пространственную структуру. Так, ромашник непахучий не осыпает семена сразу при созревании и легко разносится при проведении вспашки почвы. Следовательно, в его пространственном размещении в пределах угодья может отражаться направление вспашки, что и было обнаружено.

Таблица 3. Параметры семивариограмм для линейных моделей

Сорные растения	$C_0$	Slope	Дисперсия	$C_0$ /Дисперсия	$\lambda$	$R$ , градусы
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	250	2.97	668.9	0.374	1.4	0.035
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	38.8	0.105	63.76	0.609	2	90
<i>Sonchus arvensis</i> L.	50	0.041	58.1	0.861	2	90
<i>Poa annua</i> L.	14.2	0.161	41.07	0.346	1.2	35
<i>Achillea millefolium</i> L.	3.2	0.002	3.72	0.860	2	90
<i>Rumex crispus</i> Willd.	0.08	0.00008	0.083	1	1	0
<i>Ranunculus repens</i> L.	6	0.0149	11.26	0.533	1.1	75
<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	0.18	0.0004	0.21	0.857	1.3	30
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski.	20	0.05	33.14	0.604	1.1	40
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	8.1	0	8.1	1	1	0
<i>Vicia cracca</i> L.	2.42	0	2.42	1	1	0

Другие сорняки, например ярутка и пастушья сумка, осыпаются сразу при созревании, поэтому имеют более округлые куртины, не направленные

линии вспашки. Можно заключить, что история обработки полей находит отражение в пространственной изменчивости засоренности.

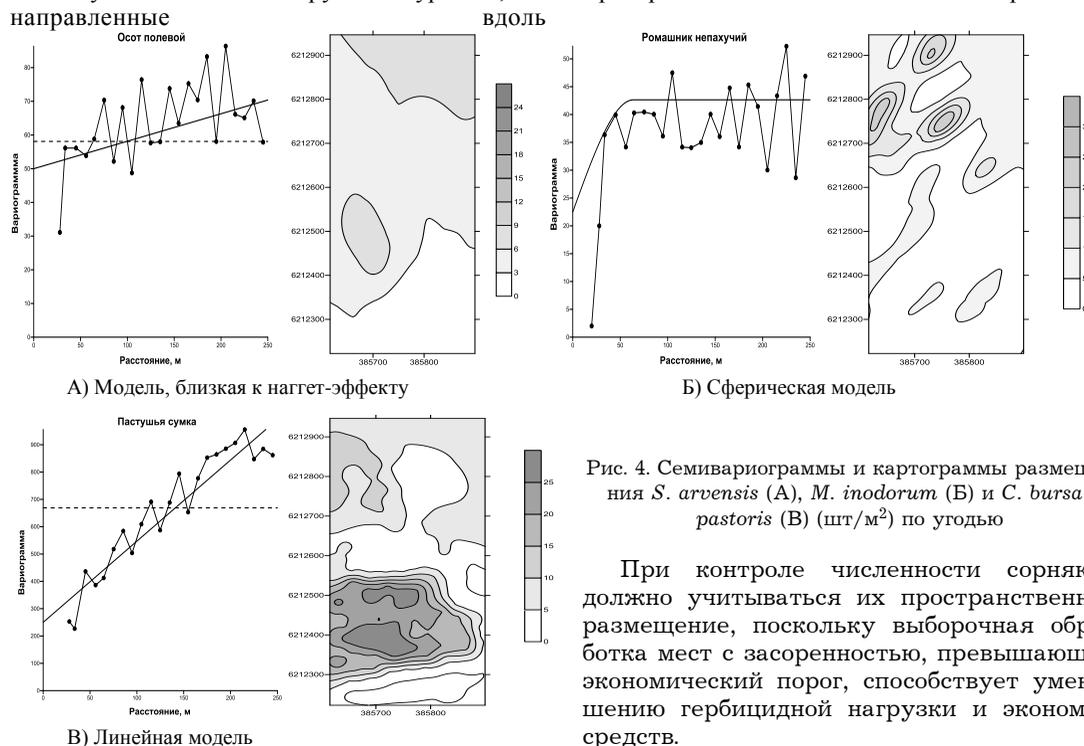


Рис. 4. Семивариограммы и картограммы размещения *S. arvensis* (А), *M. inodorum* (Б) и *C. bursa-pastoris* (В) (шт/м<sup>2</sup>) по угольду

При контроле численности сорняков должно учитываться их пространственное размещение, поскольку выборочная обработка мест с засоренностью, превышающей экономический порог, способствует уменьшению гербицидной нагрузки и экономии средств.

При этом необходимо учитывать размеры пятен. Если их размеры не превышают длину штанги опрыскивателя (30-40 м) или пространственная структура не выражена (наггет-эффект), то дифференцированная обработка теряет смысл и целесообразно проводить сплошное опрыскивание гербицидами при условии превышения экономического порога вредности. Наличие же крупных пространственных структур относительно размера поля (более 40-50 м) позволяет применять дифференцированную

обработку (табл. 4). Чем лучше выражена пространственная пятнистость, тем более эффективным должно быть применение выборочных обработок.

Для количественного определения степени выраженности пятен используется коэффициент  $k=C_0/(C_1+C_0)$  - для нелинейных семивариограмм и  $k=C_0$ /Дисперсия - для линейных семивариограмм (табл. 3). Если  $k < 0.5$ , то пятнистость хорошо выражена и можно проводить выборочную обработку. При  $k > 0.8$  размещение сорняка рав-

номерное и возможна сплошная обработка, если превышен порог вредоносности. Наиболее сложный вариант при  $0.5 < k < 0.8$ . В данном случае необходимо принимать решения по обработке с учетом диапазона размаха численности сорняка между отдельными пятнами и фоном.

Итак, построение семивариограмм и нахождение их параметров для отдельных видов сорняков позволяет определить средние размеры неоднородностей, что необходимо учитывать при борьбе с сорной растительностью.

### Выводы

Для обследованного угодья характерно засорение как малолетними (*M. arvensis* Hill., *Matricaria inodora* L., *Viola arvensis* Murr.), так и многолетними видами (*C. arvensis* (L.) Scop. *T. officinale* Wigg.).

Обнаружено, что в пределах единичного угодья отдельные виды сорняков образуют куртины разной формы и выраженности, для описания которых могут быть подобраны соответствующие модели. Средние размеры куртин на

Таблица 4. Виды обработки сорных растений в зависимости от засоренности

Средний уровень засоренности	Степень выраженности пятнистости	Вид обработки
Ниже или приблизительно равно ЭПВ	Слабая	Обработка в случае особой засоренности Выборочная обработка
	Сильная, пятна крупные, в пятнах выше ЭПВ	
Выше ЭПВ	Любая	Сплошная обработка

обследованном участке составляли 100-150 м.

Характер засоренности и тип пространственного размещения сорняков должны учитываться при принятии решений о применении средств защиты растений.

Дифференцированные обработки целесообразно делать при контрастном засорении в куртинах и вне их при условии, что размеры куртин превышают размеры захвата опрыскивающих агрегатов.

### Литература

Барроу П.А. Пространственные аспекты экологических данных. В кн. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. Пер. с англ. Ред. А.Н.Гельфан, Н.М.Новикова, М.Б.Шадрина. М., РАСХН, 1999, с. 213-251.

Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика. Теория и практика. М., Наука, 2010, 327 с.

Кондрашкина М.И., Самсонова В.П. Одуванчик лекарственный как индикатор заброшенных пахотных земель // Проблемы агрохимии и экологии, 2010, 1, с. 24-27.

Лунова Н.Н., Соколова Т.Д., Надточий И.Н., Навицкене Г.Ф., Филиппова Е.В. Оценка засоренности сельскохозяйственных посевов в Новгородской области // Вестник защиты растений. 2007, 3, с. 34-45.

Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилогин А.Г., Чижикова Н.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R). Казань, Казанский университет, 2012, 120 с.

Теория и практика опрыскивания. Методическое пособие. М. ООО "Дюпон Наука и Технологии", 2012, 47 с.

Auld B.A., Menz C.A., Tisdell K.M. Weed control economics, London; Sydney. Academic Press, 1987, 177 p.

Cardina J., Sparrow D.H., McCoy E.L. Analysis of spatial distribution of common lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till soybean (*Glycine max*) // Weed Science, 1995, 43, p. 258-268.

Nordmeyer H. Patchy weed distribution and site-specific weed control in winter cereals. Precision Agriculture, 2006, 7, p. 219-231. doi:10.1007/s11119-006-9015-8.

### SPATIAL STRUCTURE OF CONTAMINATION OF SINGLE LAND AREA

V.P.Samsonova, M.I.Kondrashkina, A.V.Zotkina

When planning chemical measures for weed control, it is necessary to study a spatial arrangement of weed species on land area. Study of a plot with sod-podzol soil as an example has shown that corresponding variograms describing spatial structures can be selected for the description of the size and form of clumps of weed species. The selected treatment of crops can be recommended at 1) contrast contamination in and out of clumps; 2) excess of the size of clumps in comparison with the size of a sprayer rod.

**Keywords:** *weediness, weed plant, spatial placement, variogram, kriging.*

В.П.Самсонова, д.б.н., vkbun@mail.ru  
М.И.Кондрашкина, к.б.н., kondra\_mar@mail.ru  
А.В.Зоткина, аспирантка, zontik1504@mail.ru

УДК 632.768.12:591.543

## РАСПИРЕНИЕ АРЕАЛА ЛИЛЕЙНОЙ ТРЕЩАЛКИ *LILIOCERIS LILII* (SCOPOLI, 1763) (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE, CRIOCERINAE) НА СЕВЕР И ИЗМЕНЕНИЕ СРОКОВ АКТИВНОСТИ ИМАГО В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА В ЕВРОПЕ

М.Я. Орлова-Беньковская

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова, Москва

Составлена наиболее полная карта географического распространения *Liliocерis liliі* в Европе. Учено около 10 тысяч находок имаго с 1847 по 2013 г. Установлено, что граница распространения вредителя в Европе за последние 50 лет в среднем продвинулась на север на 4.5°, то есть примерно на 600 км. Изменилась и фенология. В средней Европе (52-60°с.ш.) с 1847 по 1963 г. максимальное число находок имаго приходилось на июнь, а с 1964 по 2013 г. - на май. По-видимому, изменение ареала и фенологии вредителя обусловлено потеплением климата.

*Ключевые слова:* вредитель, листоед, лилии, рябчики, карта, ареал, фенология, изменение климата.

Трещалка лилейная *Liliocерis liliі* (Scopoli, 1763) - один из основных вредителей декоративных лилий (*Lilium*) и рябчиков (*Fritillaria*). Жук наносит ущерб цветоводству, повреждая листья и цветки. В литературе есть сведения о питании трещалки на десятках различных культурных и дикорастущих растений. Однако, по экспериментальным данным личинки *L. liliі* могут полноценно развиваться только на лилиях и рябчиках (Clark et al., 2004). В северной и центральной Европе *L. liliі* - моновольтинный вид (Haue, Kenis, 2007). Весной имаго выходят с зимовки и откладывают яйца на нижнюю сторону листьев.

Личинка проходит четыре возраста, после чего окукливается в почве. Большая часть жуков остается в почве до следующей весны. На юге, в частности в Белгородской области, *L. liliі* может давать два поколения в год (Великих, Сорокопудова, 2008).

Ареал лилейной трещалки проходит по умеренному поясу Евразии сплошной полосой от атлантического побережья до тихоокеанского. Данная работа продолжает серию публикаций автора о географическом распространении и биологических особенностях *L. liliі*. Она посвящена изменению распространения и фенологии вида в Европе за последние 50 лет.

### Методика исследований

Собраны данные о 9976 находках имаго *L. liliі* в Европе. Источниками информации о месте и времени находок послужили этикетки коллекционных экземпляров, литературные сведения, сообщения коллег, а также представленные в Интернете базы данных и фотографии, снабженные подписями о том, где и когда сделаны снимки. Лилейную трещалку можно надежно определить по фотографии. Поэтому фотографии пригодны в качестве источника информации.

Изучен материал из Зоологического института, Зоо-

логического музея МГУ, Всероссийского центра карантин-на растений, Белгородского ГУ, Санкт-Петербургского ГУ, Московского ГПУ, коллекций заповедников "Белогорье" и "Галичья Гора", а также из сборов С.К.Алексеева, А.О.Беньковского, Д.А.Демидова, А.Л.Лобанова, Л.Н.Медведева и И.Г.Прониной. Полные этикеточные данные, а также ссылки на источники приведены в базах данных (Беньковский, Орлова-Беньковская, 2012, GBIF, 2014). Карта составлена при помощи программы ArcView GIS.

### Результаты исследований

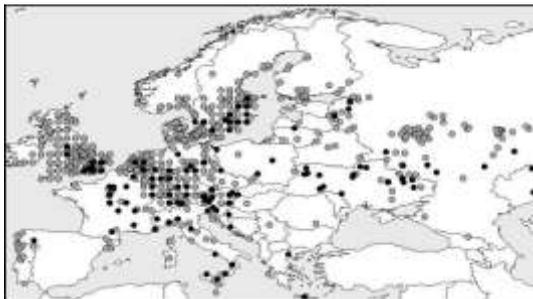


Рис. 1. Пункты находок *L. liliі* в Европе. Черными кружками обозначены пункты находок с 1847 по 1963 г., серыми кружками - с 1964 по 2013 г.

В Европе и странах Средиземноморского региона *L. liliі* распространена повсеместно от 35°с.ш. до 64°с.ш. - практически во всех странах Европы и Азии, включая западный Казахстан, области, края и республики России (Orlova-Bienkowskaja, 2012; Орлова-Беньковская, 2012,2013) (рис. 1).

Анализ дат и географических координат пунктов находок позволяет сделать вывод о том, что за последние 50 лет ареал вида существенно расширился на север. Эта тенденция видна и по общему расположению пунктов находок на карте, и по анализу крайних северных находок в

различных регионах Европы.

Анализ проводили по меридиональным секторам: от 10°з.д. до 0°, от 0° до 10°в.д., от 10° до 20°в.д. и т.д.

Оказалось, что во всех семи меридиональных секторах Европы крайние северные пункты находок в 1964-2014 гг. расположены севернее, чем крайние пункты находок в 1847-1963 гг. (табл.).

Таблица 1. Широта самых северных пунктов находок *L. lili* в различных секторах Европы

Сектор Европы	10° з.д. - 0°	0° - 10° в.д.	10° - 20°	20° - 30°	30° - 40°	40° - 50°	50° - 60°
Широта самого северного пункта находки в 1847-1963	53.56	52.21	59.53	58.61	59.57	53.36	55.42
Широта самого северного пункта находки в 1964-2013	57.68	62.94	63.49	65.02	60.16	57.78	56.83
Разница между пунктами по широте (°)	4.12	10.73	3.96	6.41	0.59	4.42	1.41

Граница распространения вредителя в Европе за последние 50 лет в среднем продвинулась на север на 4.5°, то есть примерно на 600 км. До 1963 г. на Британских островах вид встречался преимущественно на юге и редко в центральной части (до 54°с.ш.). Сейчас Британские острова полностью заселены трещалкой до самого севера (до 57.7°с.ш.). В Фенноскандии вид *L. lili* был отмечен лишь на юге Швеции до 59°с.ш. Сейчас он заселил Швецию до 64°с.ш., Норвегию до 63° с.ш. и Финляндию до 65°с.ш.

На западе европейской России продвижение границы на север за последние 50 лет не столь выражено, так как в Псковской и Ленинградской областях трещалка была отмечена еще в начале XX века. Но в центре европейской России произошло резкое расширение ареала на север: до 1963 г. крайняя известная точка ареала находилась в Брянске (53°с.ш.), а в последующие годы *L. lili* стали обнаруживать намного севернее, вплоть до Ярославской и Костромской областей (58°с.ш.). В Московской области *L. lili* раньше не встречался, а теперь стал массовым.

Отсутствие сборов *L. lili* из центральных областей европейской России до 1963 г. нельзя объяснить недостатком изученности, так как в музейных коллекциях и публикациях представлены богатые материалы по фауне жуков этого региона в XIX и первой половине XX века. В частности, здесь регулярно с 1802 г. отмечали близкий вид - *Lilioceris meridigera*. Однако никто из сборщиков не находил такого заметного вредителя как *L. lili*. Следовательно, его действительно не было.

Анализ имеющихся сведений о находках имаго *L. lili* по месяцам показал, что за последние десятилетия изменился не только ареал, но и фенология вида. В средней Европе (52-60°с.ш.) с 1847 по 1963 г. имаго начинали выходить с зимовки в апреле и достигали максимальной чис-

ленности в июне, а с 1964 по 2013 г. выход жуков начинался в марте, а максимум численности имаго приходился на май (рис. 2).

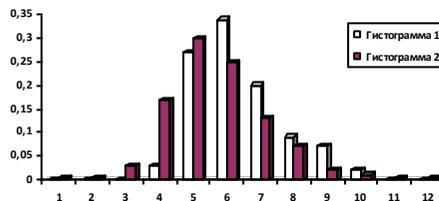


Рис. 2. Распределение находок имаго *L. lili* в Европе от 52° до 60°с.ш. по месяцам. Ось абсцисс - месяцы. Ось ординат - доля находок имаго, приходящаяся на данный месяц

Известно, что за последние десятилетия климат в Европе стал теплее, и это сказалось на ареалах насекомых (Menéndez, 2007; Присный, Негин, 2012; Присный и др. 2013). Однако обычно изучение этого явления строится на уровне анализа отдельных региональных фаун. При такой методике бывает трудно определить, почему найденный вид ранее не был обнаружен на данной территории: из-за того, что его действительно там не было, или из-за того, что фауна была недостаточно изучена.

При анализе динамики ареала трещалки лилейной применен другой подход: комплексный анализ всех известных пунктов находок. Во всех регионах прослеживается одна и та же тенденция: расширение известных границ ареала на север. Такая общая тенденция не может быть ни случайностью, ни следствием артефакта, так как область распространения лилейной трещалки в Европе рассмотрена полностью по материалам, собранным сотнями разных сборщиков.

Увеличение сроков активности имаго указывает на то, что потепление климата повлияло на фенологию вида и, скорее всего, послужило основным фактором расширения ареала на север.

### Благодарности

Автор выражает глубокую признательность С.В.Пушкареву за консультации по составлению электронных карт, С.К.Алексееву, А.О. Беньковскому, Д.А.Демидову, Л.Н.Медведеву, И.Г.Прониной, С.В.Андреевой, С.А.Курбатову, Н.Б.Никитскому и М.Н.Цурикову за возможность исследовать коллекционные материалы, Л.В.Егорову, М.Э.Смирнову,

Л.Е.Антиповой, Т.В.Байковой и Д.В.Власову, Е.Степенко - за ценную информацию о местонахождениях исследуемого вида.

Особую благодарность хочу выразить всем фотографам-любителям, которые разместили в Интернете свои фотографии лилейной трещалки.

### Литература

Беньковский А.О., Орлова-Беньковская М.Я. Каталог местонахождений листоедов (Chrysomelidae) России, 2012, [www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/benkat11.htm](http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/benkat11.htm). Проверено 30.3.2014.

Великих Д.В., Сорокопудова О.А. Инсектициды в борьбе с лилиевым листоедом // Агрохимия, 2008, 7, с. 35-37.

Орлова-Беньковская М.Я. Динамика ареала трещалки лилейной (*Lilioderis lilii*, Chrysomelidae, Coleoptera) указывает на вселение вида в Европу из Азии в XVI-XVII веке // Российский журнал биологических инвазий, 2012, 4, с. 80-95.

Орлова-Беньковская М.Я. Новые данные о географическом распространении лилейной трещалки *Lilioderis lilii* Scopoli, 1763 (Coleoptera, Chrysomelidae, Criocerinae) // Научные ведомости БелГУ Серия Естественные науки, 2013, 10 (153), 23, с. 71-76.

Присный А.В., Негин Е.В. Вековая динамика регионального климата, микроклимат и изменение ареалов насекомых. 1. Температура и термопреферендум // Научные ведомости Белгородского государственного универ-

ситета. Серия Естественные науки, 2012, 9(128), 19, с. 130-139.

Присный А.В., Негин Е.В., Присный Ю.А. Вековая динамика регионального климата, микроклимат и изменение ареалов насекомых. Новые и малоизвестные виды насекомых для юга Среднерусской возвышенности // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки, 2013, 3(146), 22, с. 111-120.

GBIF Global Biodiversity Information Facility 2013 <http://www.gbif.org/> Проверено 30.3.2014.

Haye T., Kenis M. Biology of *Lilioderis* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) and their parasitoids in Europe // Biological Control, 2004, 29, 399-408. doi:10.1016/j.biocontrol.2003.09.005.

Menéndez R. How are insects responding to global warming? // Tijdschrift voor Entomologie, 2007, 150, p. 355-365,

Orlova-Bienkowskaja M. Ja. Area of lily leaf beetle *Lilioderis lilii* Scop. (Coleoptera: Chrysomelidae: Criocerinae) // Caucasian Entomological Bulletin, 2012, 8, 1, p. 55-61.

### EXPANSION OF *LILIODERIS LILII* (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) RANGE TO THE NORTH AND CHANGE OF ADULT ACTIVITY PERIOD BECAUSE OF CLIMATE WARMING IN EUROPE

M.Ja.Orlova-Bienkowskaja

The most complete map of the range of *Lilioderis lilii* (Scopoli, 1763) in Europe has been compiled. About 10 thousand findings of *L. lilii* in 1847-2013 have been analyzed. This analysis has revealed that the northern border of the range in Europe has significantly shifted to the North since 1964. Average shift is about 4.5°, i.e. about 600 km. Phenology of the pest has also changed. In 1847-1963, maximal numbers of adults in middle Europe (52-60°N) were found in June, but in 1964-2013, maximal numbers of adults were found in May. Probably, the expansion to the North and change of phenology are consequences of climate warming.

**Keywords:** pest, leaf-beetle, Criocerinae, *Lilium*, *Fritillaria*, map, phenology, climate change.

М.Я.Орлова-Беньковская, к.б.н., [marinaorlben@yandex.ru](mailto:marinaorlben@yandex.ru)

УДК 632.4/7:633.11

## ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL

Н.Г. Власенко, А.А. Слободчиков, Н.А. Коротких, О.В. Кулагин

*Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Новосибирск*

Представлены результаты исследований о формировании плотности популяций вредителей, развитии корневых гнилей и аэрогенных инфекций в посевах яровой пшеницы, возделываемой по технологии No-Till в условиях лесостепи Западной Сибири. При прямом посеве по необработанной с осени стерне отмечено небольшое усиление развития корневой гнили, мучнистой росы, бурой листовой ржавчины и повышение численности пшеничного трипса. Пораженность пшеницы септориозом, поврежденность внутристеблевыми вредителями и, в отдельные годы, - заселенность хлебной полосатой блошкой, напротив, снижается.

*Ключевые слова:* технология No-Till, фитосанитарная ситуация, корневые гнили, болезни листьев, хлебная полосатая блошка, внутривстеблевые вредители, пшеничный трипс.

Экологизация земледелия на современном этапе сопряжена с разработкой и освоением наукоемких технологий в направлении максимального ресурсо- и энергосбережения, сохранения почвенного плодородия, экологической безопасности и охраны окружающей среды на основе минимизации обработок почвы и перехода на прямой посев. В настоящее время в мире технологии No-Till освоены на площади более 100 млн га в самых разнообразных условиях климата и почвы. Отличительная особенность этих технологий - отсутствие каких-либо механических обработок почвы, накопление и постоянное сохранение растительных остатков на ее поверхности (и корневых в почве) и посев семян в узкий ряд, что обеспечивает как преимущества, так и некоторые риски при освоении No-Till из-за радикального изменения средообразующих факторов (Derpsch et al., 2010). Эти факторы напрямую или косвенно могут изменить и фитосанитарную ситуацию в агроценозе. Известно, что обработка почвы больше затрагивает те виды, которые проводят одну или больше фаз жизненного цикла в почве. Анализ многочисленных исследований показал, что популяции 28% видов вредителей возрастали, 29% не показали существенного изменения и 43% уменьшились с минимизацией обработки (Stinner, House, 1990). В некоторых

случаях при длительном применении системы No-Till ситуация в отношении вредителей стабилизировалась, в т.ч. и за счет увеличения числа хищников и паразитов (Бейкер и др., 2002), либо успешно решалась при помощи правильно подобранного севооборота (Бэк, 2005). Отказ от обработки почвы может влиять и на развитие болезней в посевах, особенно тех, которые в своем развитии связаны с растительными остатками - корневых гнилей, септориоза и др. (Кирхмайстер, Финк, 2010). Однако есть данные, что минимальные обработки и No-Till снижают пораженность болезнями благодаря их положительному воздействию на биологию почвы (Kladivko, 2001). Определенная роль в снижении заболеваемости также отводится и севообороту (Krupinsky et al., 2007).

Однако применимость полученных результатов для конкретных условий лесостепи Западной Сибири весьма относительна, так как слишком велики различия как по природно-климатическим условиям, так и по набору и характеру вредоносности патогенов и вредителей. Между тем, данные по формированию фитосанитарной ситуации при использовании технологий No-Till в сходных для Западной Сибири условиях отсутствуют, что подчеркивает актуальность проводимых исследований.

### Методика исследований

В 2008 г. на опытном поле СибНИИЗиХ в ОПХ «Элитное» Новосибирской области, расположенном в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе, был развернут стационар по сравнительному изучению технологий возделывания сельскохозяйственных культур - традиционной (зябь глубокая плоскорезная, предпосевная культивация и посев СЗП-3.6) и No-Till (прямой посев по оставленной с осени стерне сечкой, оборудованной анкерными сошниками шириной 2 см) в

двух трехпольных севооборотах. Каждый из севооборотов включает фитосанитарную культуру: 1) пшеница - пшеница - овес; 2) пшеница - пшеница - горчица сарептская. К настоящему времени они прошли две ротации: 2008-2010 гг., 2011-2013 гг. Каждая культура в севообороте выращивается: 1) без удобрений и пестицидов до 2009 г., с 2010 г. без удобрений + противодульный гербицид (контроль); 2) с комплексным использованием агрохимикатов - удобрений, средств защиты растений (Власенко и др.,

2011). Повторность опыта 3-кратная. Площадь каждого поля севооборота 400 м<sup>2</sup>. До закладки опыта на экспериментальном поле два года подряд по интенсивной технологии выращивалась яровая пшеница по фону глубокого безотвального рыхления. Урожай зерна в данных посевах был на уровне 4.0 т/га. Во время уборки урожая вся солома измельчалась и оставлялась на поверхности почвы.

Особенности формирования фитосанитарной ситуации в посевах яровой пшеницы изучали на контрольных делянках, поскольку при применении агрохимикатов различия между технологиями нивелировались. Для оценки фитосанитарной ситуации в посевах яровой пшеницы в

### Результаты исследований

Нами установлено, что значительного нарастания численности вредителей и пораженности пшеницы болезнями на посевах, выращиваемых по инновационной технологии, не было. В годы первой ротации севооборотов (2008-2010) в фазе молочно-восковой спелости зерна развитие корневой гнили в посевах пшеницы, возделываемой по технологии No-Till, оказалось на 5.1% выше, чем по традиционной, где показатель был 15.8%.

К началу 2-й ротации севооборотов в слое почвы 0-20 см при глубоком рыхлении количество жизнеспособных конидий составило 53±5 шт./г воздушно-сухой почвы, а на фоне без обработок почвы их было в 1.6 раза меньше - 33±4 шт./г почвы. Это согласуется с данными о том, что минимизация обработки почвы в сочетании с сохранением растительных остатков косвенно определяет видовой состав микробного сообщества почвы за счет улучшения удержания в ней влаги и изменения температурного режима. Изменения в содержании органического вещества, связанные с нулевой обработкой почвы и оставлением растительных остатков, благоприятствуют росту популяций микроорганизмов в поверхностном слое почвы (0-10 см) и под пологом культуры, они способны подавлять рост и деятельность патогенных микроорганизмов (Dogan, 1987).

Наблюдения за пораженностью растений корневой гнилью, проведенные во вторую ротацию севооборотов (2011-2013), показали, что во все годы развитие болезни в фазу кущения пшеницы было слабым и практически не зависело от технологии возделывания культуры. Индекс развития болезни в 2011 г. составил 7.8% при обычной технологии и 8.1% - при прямом посеве, в 2012 г. показатели были 9.0 и 9.3% и в 2013 г. - 2.2 и 3.3% соответственно. Таким образом, фиксировалась лишь слабая тенденция усиления пораженности пшеницы (на 0.3-1.1%) корневой

отношении основных болезней и вредителей использовали стандартные методики. Развитие обыкновенной корневой гнили определяли дифференцированно по органам, листостебелых инфекций (септориоз, мучнистая роса, бурая листовая ржавчина) - с помощью универсальных шкал. Для учета численности хлебных полосатых блошек на всходах использовали ящик Петлюка. Пораженность пшеницы внутристеблевыми вредителями определяли путем вскрытия стеблей отобранных проб растений, а заселенность колосьев личинками пшеничного трипса - просмотром отобранных проб колосьев. Математическая обработка данных проведена с помощью пакета прикладных программ СНЕДЕКОР.

гнилью в посевах, выращиваемых по No-Till технологии. То же самое наблюдали и в фазе молочно-восковой спелости зерна (рис. 1).

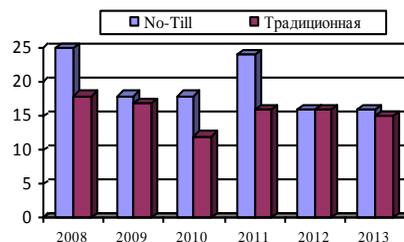


Рис. 1. Пораженность растений пшеницы корневой гнилью (индекс развития болезней,%) при разных технологиях выращивания

Максимальное развитие корневой гнили отмечали в 2011 г. при прямом посеве пшеницы по необработанной с осени стерне - 24.3%, при обычном посеве показатель был на 8.2% ниже. В 2012 и 2013 гг. пораженность пшеницы при традиционной технологии составила 16.3 и 14.9%, при технологии No-Till - 16.4 и 16.1% соответственно.

На пораженность пшеницы аэрогенными инфекциями в наибольшей степени влияли погодные условия вегетации. В условиях первой ротации севооборотов при прямом посеве пораженность флаговых листьев пшеницы септориозом изменялась от 0.5 до 11.4%, при традиционном - от 0.7 до 20.6%. В среднем по годам развитие болезни в первом случае было в 2.5 раза ниже, чем во втором. В условиях второй ротации севооборотов варьирование индекса развития септориоза на No-Till (от 1.8 до 18.9%) и традиционной (от 1.2 до 17.5%) технологиях сохранялось практически на том же уровне, однако в среднем по трем годам исследований показатель был в 1.2 раза ниже при прямом посеве пшеницы (рис. 2).

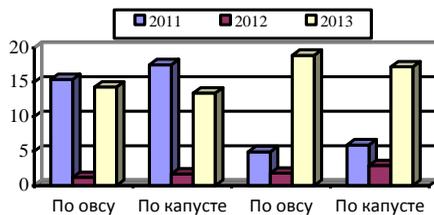


Рис. 2. Развитие септориоза на флаговых листьях растений пшеницы при разных технологиях выращивания, %

Развитие бурой листовой ржавчины в первой ротации севооборотов было незначительным и слабо изменялось (от 0.8 до 4.3%) в зависимости от условий вегетационных периодов и технологической возделывания. Во второй ротации севооборотов размах колебаний был несколько выше - от 0 до 7.8% (рис. 3).

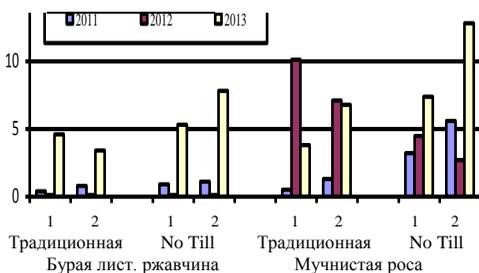


Рис. 3. Развитие (индекс развития, %) бурой листовой ржавчины и мучнистой росы на флаговых листьях растений пшеницы при разных технологиях выращивания в севообороте с овсом (1) и горчицей (2)

Однако следует отметить, что при No-Till технологии в 2009 г. развитие этой болезни было в 2.3 раза, а в 2013 г. - в 1.5 раза выше в сравнении с традиционной. Поэтому можно ожидать, что в благоприятных условиях развитие бурой ржавчины при прямом посеве может значительно влиять на продуктивность пшеницы.

Похожая ситуация складывалась и с мучнистой росой. В зависимости от условий вегетационных периодов индекс развития болезни варьировал от 0.5 до 12.8%, при этом в среднем за годы исследований проявление ее симптомов в 1.3 раза выше отмечалось при No-Till технологии (рис. 3).

При изучении формирования популяций вредных насекомых было выявлено, что заселенность посевов хлебной полосатой блошкой в 2008-2011 гг. не была высокой (16-48 шт./м<sup>2</sup>) и практически не изменялась в зависимости от

технологии выращивания пшеницы. Погодные условия 2012 года, которые характеризовались как остро засушливые, были наиболее благоприятными для развития вредителя, численность которого в посевах, выращиваемых по традиционной технологии, в среднем составила 188 шт./м<sup>2</sup>, а в варианте с прямым посевом она снижалась в 2.2 раза. Такая же тенденция сохранялась и в условиях 2013 года: плотность хлебной полосатой блошки в варианте с обработкой почвы была 1.8 раза выше, чем в варианте без нее (43 шт./м<sup>2</sup>). Вероятно, это связано с тем, что при традиционной технологии температура поверхности почвы выше на 1-1.5°C, и жуки предпочитают в первую очередь заселять эти деланки.

Заселение пшеницы внутрестеблевыми вредителями (стеблевая блошка, шведская и яровая мухи) различалось в зависимости от условий года и технологии возделывания. Так, количество поврежденных главных стеблей пшеницы при No-Till технологии изменялось в годы второй ротации от 1.3 до 2.7% (в среднем 2%), боковых - от 2.7 до 9% (в среднем 5.2%). При традиционной технологии поврежденных стеблей оказалось в среднем в 2.1 и 2 раза больше соответственно (табл.).

Таблица. Поврежденность стеблей пшеницы внутрестеблевыми вредителями в зависимости от технологии ее возделывания и севооборота, % (2011-2013 гг.)

Технологии возделывания	Севооборот	Поврежденные стебли	
		основные	боковые
Традиционная	с овсом	4.2	9.5
	с горчицей	4.8	10.8
	в среднем	<b>4.5</b>	<b>10.2</b>
No-Till	с овсом	2.0	4.3
	с горчицей	2.2	6.0
	в среднем	<b>2.1</b>	<b>5.2</b>

Численность пшеничного трипса на колосьях пшеницы также зависела от погоды в период вегетации и технологии возделывания культуры. Наиболее привлекаемыми для вредителя оказались растения, выращиваемые по No-Till технологии, где в течение первой ротации севооборотов его численность в среднем составила 36 экз./колос, что в 1.7 раза выше в сравнении с традиционной.

В период второй ротации севооборотов средняя численность вредителя в варианте с прямым посевом культур была в 1.2 раза выше, чем при традиционном посеве (46 экз./колос) (рис. 4).

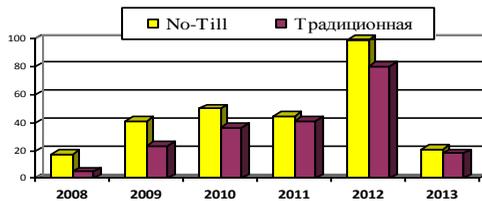


Рис. 4. Численность пшеничного трипса в посевах яровой пшеницы при разных технологиях выращивания, экз./колос

В то же время следует признать, что при полном отказе от механических обработок почвы существенных изменений в формировании агроценозов не происходит. Это подтверждается тем, что за годы исследований (2008-2013) урожайность зерна яровой пшеницы в среднем на No-Till и традиционной, основанной на глубоком безотвальном рыхлении, технологиях практически не различалась - в контроле 1.6 и 1.5 т/га, при комплексном использовании средств химизации - 2.9 и 2.7 т/га соответственно.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлено, что в посевах яровой

пшеницы, выращиваемой по No-Till технологии, в 1.2 раза усиливается развитие корневой гнили и мучнистой росы, в 1.3 раза - бурой листовой ржавчины, в 1.4 раза выше численность пшеничного трипса. При этом снижается пораженность флаговых листьев септориозом в 1.7 раза, поврежденность растений внутрискотельными вредителями - в 1.9 раза и в отдельные годы в 2.1 раза сокращается плотность популяции хлебной полосатой блошки. Отмечено, что в сравнении с первой ротацией севооборотов, во второй наблюдается некоторая стабилизация фитосанитарной ситуации в посевах пшеницы, возделываемой по No-Till, в отношении обыкновенной корневой гнили и пшеничных трипсов. Различия в развитии болезни и повреждении культуры между традиционной и инновационной технологиями сокращаются в первом случае с 1.3 до 1.2, во втором - с 1.7 до 1.2 раз. Поскольку переходный период к технологии No-Till может достигать двух десятков лет, необходимы дальнейшие исследования процессов формирования сложных фитосанитарных взаимосвязей в агроценозе.

#### Литература

- Бэк Д. Системы севооборота: ключ к успеху No-till. Пособие для практиков. Днепропетровск, 2005, с. 89-122.
- Бейкер С. Дж., Сакстон К.Е., Ритчи В.Р. Технология и посев. Наука и практика. Нью-Йорк, 2002, 263 с.
- Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Разработка технологии No-Till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие, 2011, 5, с. 20-22.
- Кирхмайстер Г., Финк К. Все остатки под нож // Новое сельское хозяйство, 2010, 6, с. 38-42.
- Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004, 162 с.
- Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Li H. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits

- // J. Agricultural and Biological Engineering, 2010, 3, p. 1-25.
- Doran J.W. Microbial Biomass and Mineralizable Nitrogen Distributions in No-Tillage and Plowed Soils // Biol. Fert. Soils, 1987, 5, p. 68-75.
- Kladivko E.J. Tillage system and soil ecology // Soil. Till. Res., 2001, 61, p. 61-76.
- Krupinsky J.M., Tanaka D.L., Merrill S.D., Liebig M.A.T., Hanson J.D. Crop Sequence Effects on Leaf Spot Diseases of No-Till Spring Wheat // Agronomy Journal, Madison, 2007, 99, 4, p. 912-920.
- Stinner B.R., House G.J. Arthropods and Other Invertebrates in Conservation-Tillage Agriculture // Annu. Rev. Entomol., 1990, 35, p. 299-318.

#### PESTS AND DISEASES IN SPRING WHEAT CROPS CULTIVATED BY NO-TILL TECHNOLOGY

N.G.Vlasenko, A.A.Slobodchikov, N.A.Korotkikh, O.V.Kulagin

The results of studies in the forest-steppe of Western Siberia on the formation of pest population density and the development of common root rot and leaf diseases in spring wheat cultivated by No-Till technology are presented. Insignificant strengthening of development of root rot, powdery mildew, brown leaf rust of wheat and increase of wheat thrips number was shown at seeding on untreated stubble. On the contrary, infestation by Septoria diseases of wheat, damage by intrastem pests and, in some years, cereal flea beetle colonization decreased.

**Keywords:** No-Till technology, phytosanitary situation, common root rot, leaf disease, cereal flea beetle, intrastem pest, wheat thrips.

Н.Г.Власенко, д.б.н., vlas\_nata@ngs.ru, А.А.Слободчиков, к.с.-х.н.  
Н.А.Коротких, к.с.-х.н., О.В.Кулагин, к.с.-х.н.

УДК 635.21:632.765.4/937

## РАЗРАБОТКА МЕР БОРЬБЫ С ПРОВОЛОЧНИКАМИ НА КАРТОФЕЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

С.А. Доброхотов\*, А.И. Анисимов\*, Л.Г. Данилов\*\*, Г.Р. Леднев\*\*

\*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

\*\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В 2011-2012 гг. в условиях подсобных хозяйств оценена эффективность различных способов внесения препарата немабакт и лабораторных образцов биопрепарата на основе гриба *Metarhizium anisoplia* и установлено, что оба биопрепарата обеспечивают биологическую эффективность в борьбе с проволочником на уровне 60-70%. Для снижения численности проволочников немабакт можно вносить и после уборки раннего картофеля, в июле, одновременно с посевом горчицы белой. При применении биопрепаратов и заделке растений горчицы в почву достигается более высокая гибель проволочников, чем при независимом проведении этих мероприятий.

*Ключевые слова:* картофель, проволочники, динамика численности, плотность популяции, процент поврежденных клубней, биологическая защита, *Metarhizium anisoplia*, немабакт, горчица белая, биологическая эффективность.

В условиях Ленинградской области проволочники (личинки жуков-щелкунов) на картофеле приобрели экономическое значение вредителя в начале 2000-х годов, особенно при посадке культуры после старовозрастных многолетних трав (Волгарев, 2005; Глушенко, 2005). Это объясняется резким сокращением посевных площадей, используемых под пропашные культуры, и преобладанием многолетних трав, в посевах которых часто распространяется пырей ползучий, корневая система которого является предпочитаемой пищей для проволочников. Отсутствие яблечевой вспышки, плохая мелиорация полей также способствуют нарастанию численности проволочников (Глушенко и др., 2008). В 2009 г. при осенних обследованиях (на многолетних травах, озимых зерновых и полях картофеля) 88.9% площадей оказались заселенными проволочниками со средней плотностью 6 экз./м<sup>2</sup> (Терещенкова, Семякина, 2010). В 2010 г. проволочники были выявлены на 85.3% обследованных площадей, а их плотность на картофеле, посаженном после многолетних трав, дошла до 9 экз./м<sup>2</sup> (Клейменов и др., 2011). В 2011 г. плотность проволочников достигала 10-12

экз./м<sup>2</sup> (Жиглова и др., 2012). Отмечена повышенная вредоносность проволочников и в личных подсобных хозяйствах, и в садоводствах.

В крупных АО сельскохозяйственного производства борьба с проволочниками проводится с использованием химических препаратов чаще всего при посадке картофеля (обработка клубней, дна борозды). На приусадебных участках и в садоводствах применение химических препаратов нежелательно, так как при неравномерном внесении при ранней (выборочной) уборке картофеля остатки препаратов могут оказаться в клубнях. Инсектициды ухудшают биологическую регуляцию вредных видов, оказывают отрицательное влияние на энтомофагов и насекомых-опылителей растений.

В задачу исследований входило: 1) установить эффективность различных способов внесения опытного образца препарата на основе гриба *Metarhizium anisoplia* и немабакта;

2) изучить биологическую эффективность немабакта при совместном применении с горчицей белой (*Sinapis alba* L.); 3) определить плотность личинок жуков-щелкунов, при которой поврежденность клубней картофеля не будет превышать 5%.

### Методика исследований

Сильная вредоносность личинок жуков-щелкунов (сем. Elateridae) в садоводческом массиве Новинка (южная часть Гатчинского района) на картофеле сорта Невский начала отмечаться в 2000-2005 гг. На части садоводческого участка площадью 100 м<sup>2</sup> в 2008 г. в борьбе с ними применили микробиологический препарат немабакт, но в последующие годы вредоносность проволочников продолжала увеличиваться, что потребовало проведения систематической борьбы с ними в 2011-2013 гг. Первые обнадеживающие результаты применения лабораторных

образцов биопрепарата метаризин на основе гриба *Metarhizium anisoplia* (Metchn.) Sorokin и посева горчицы белой были получены в 2011 г. Обнаружено, что совместное применение митаризина и заделка растений горчицы в почву дает сверхаддитивный эффект (Анисимов и др., 2012; Максименко и др., 2012).

Картофель сорта Невский выращивали на общей площади 100 м<sup>2</sup> после овощных культур на грядах длиной 10 м, шириной 1 м, высотой 0.25 м в 2 ряда с междура-

дием 60 см и расстоянием между растениями в ряду 33 см. Картофель высаживали в заранее подготовленные борозды глубиной 10-15 см, которые после раскладки клубней закрывали землей окучиванием. В течение вегетации проводили 2 ручные прополки от сорняков с одновременным окучиванием, а в конце июля глубокое окучивание растений проведено мотокультиватором.

До начала применения препаратов делали почвенные раскопки размером 50x50 см (0,25 м<sup>2</sup>) глубиной до 30 см, обычно по 4 пробы на вариант. При уборке урожая размер проб увеличили до 1 м<sup>2</sup>, при 3-6-кратной повторности. Уборку картофеля в 2012 г. провели в 2 срока, 1 и 15 сентября, в 2013 г. в один срок - 29 августа. При этом учитывали численность личинок в каждой пробе и процент поврежденных клубней в выборке из 100 клубней.

Видовую принадлежность щелкунов определяли по личинкам, используя на предварительном этапе пособия Л.М.Копаневой (1982,1984) и С.Г.Бабинской с соавторами (1995), а на окончательном - определитель В.Г.Долина (1978). На опытном участке в Новинке вредил один вид проволочников - *Agriotes lineatus* L. На участках органического земледелия в учебно-опытном саду СПбГАУ, под которые были распашаны многолетние посадки черной смородины, отмечены и другие виды личинок жуков-щелкунов.

В 2012-2013 гг. спектр применяемых препаратов был пополнен включением в испытания *M. anisoplia* и немабакта, которые не имеют регистрации на картофеле. Действующим началом опытного образца микоинсектицида являются конидии гриба *M. anisoplia*, которые при контакте с кутикулой прорастают в теле насекомого (Филипчук и др., 1994). Образец биопрепарата на основе гриба *M. anisoplia* был наработан ВИЗР (штамм МАК-1), титр конидий - 2.3x10<sup>10</sup> в 1 г препарата. Немабакт был произведен в ООО «Биодан» (ВИЗР). Это препарат, созданный на основе энтомопатогенных нематод (*Steinernema carpocapsae* Weiser) и симбиотической бактерии (Eubacteriaceae). После проникновения нематод в насекомое размножившаяся бактерия вызывает его гибель (Данилов, 2001). Количество живых личинок на поролоновом носителе, в котором содержится нематода, в 10-граммовой упаковке - 50 млн особей. Титр препарата 5 млн особей на г.

В первом варианте препарат *M. anisoplia* (15 г на 10 м<sup>2</sup>) внесли путем пролива всей поверхности гряды (20 л на 10 м<sup>2</sup>). Во втором варианте такой же суспензией гриба пролили только борозды, также израсходовав 20 л рабочего раствора на всю грядку. В третьем варианте клубни (5 кг) обработали путем их полного смачивания в рабочей жидкости. Также было израсходовано 15 г препарата, который с клубнями попал на грядку площадью 10 м<sup>2</sup>. Норма расхода препарата при обработке клубней составила 30 кг/т, при обработке гряд - 15 кг/га. При обработке клубней создается более высокая концентрация спор гриба в зоне прорастания картофеля. К такому выводу пришел И.И.Ивашенко (2006) из Кубанского ГАУ, в опытах которого при обработке семенного посевного материала зерновых культур биологическая эффективность *M. anisoplia* оказалась выше, чем при внесении его в почву.

Немабакт в 2012 г. применили в фазу бутонизации - начала цветения картофеля, когда личинки щелкунов перемещаются к молодым клубням для питания. Этот период наиболее благоприятен для внесения нематод. Скорость передвижения личинок щелкунов в горизонтальном направлении может составлять от 10-20 см до 1 м/сутки в зависимости от типа почвы (Егина, 1964). Контроль для всех вариантов опыта был общий (10 м<sup>2</sup>).

В 2013 году изучали различные способы применения немабакта, проводя опрыскивание препаратом дна борозды перед посадкой картофеля (1-й вариант), опрыскивание препаратом в фазу бутонизации - начала цветения (2-й вариант) и 2-кратную обработку препаратом - опрыскивание дна борозды перед посадкой картофеля и в период вегетации (3-й вариант). Контроль общий - 10 м<sup>2</sup>. При обработке борозд и гребней картофеля расход препарата составил 20 л рабочей жидкости на 10 м<sup>2</sup> (20000 л/га). Норма расхода немабакта составила 5 млрд личинок на га (1 упаковка, или 50 млн личинок на 1 сотку).

Для борьбы с проволочниками также использовали посеы горчицы белой сорта Рапсодия (семена из ООО «Нестор», пос. Шушары). Оптимальная норма высева культуры - 2 г/м<sup>2</sup> при 100% всхожести (400 растений на м<sup>2</sup>), способы ее использования (заделка растений в почву до 5-10 сентября) были установлены в 2011 г. (Анисимов и др., 2012).

Изменение плотности проволочников ( $\Delta_{П\%}$ ) рассчитывали по формуле:

$$\Delta_{П} = \frac{П_{б} - П_{м}}{П_{б}} \times 100\% \quad (1)$$

где  $П_{б}$ ,  $П_{м}$  - большая и меньшая плотность проволочников, экз./м<sup>2</sup>; биологическую эффективность (БЭ,%) рассчитывали по формуле:

$$БЭ = \frac{O_{и} \times K - O \times K_{и}}{O_{и} \times K} \times 100\% \quad (2)$$

где  $O_{и}$  - исходная плотность проволочников на опытном участке, экз./м<sup>2</sup>;  $O$  - плотность проволочников на опытном участке на дату учета, экз./м<sup>2</sup>;  $K_{и}$  - исходная плотность проволочников на контрольном участке, экз./м<sup>2</sup>;  $K$  - плотность проволочников на контрольном участке на дату учета, экз./м<sup>2</sup>.

Эффективность (Э,%) применения препаратов также рассчитывали по поврежденности клубней проволочниками, исходя из предположения, что на момент обработки она была нулевой на всех участках, по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{K - O}{K} \times 100\% \quad (3)$$

где  $O$  - поврежденность клубней проволочником на опытном участке на дату учета,%;  $K$  - поврежденность клубней проволочником на контрольном участке на дату учета,%. Изменение степени поврежденности ( $\Delta\%$ ) рассчитывали по формуле:

$$\Delta\% = \frac{\%_{б} - \%_{м}}{100 - \%_{м}} \times 100\% \quad (4)$$

где  $\%_{б}$  - больший процент,  $\%_{м}$  - меньший процент.

## Результаты исследований

1. Применение *M. anisoplia* и нематобакта

До обработки (13.06) плотность проволочника на всех опытных участках была примерно одинаковой. На дату раннего сбора урожая (1.09) на участках, где были высажены обработанные *M. anisoplia* клубни и при обработке всей поверхности почвы, плотность проволочников снизилась на 30.4% и 38.9% соответственно, существенно различаясь с контролем. В то же время на контрольном участке она достоверно возросла почти в 2 раза. Эффект обработки *M. anisoplia* проявился и при его внесении по борозде - численность снизилась до 6.7%, но отличие от контроля недостоверное. Ко времени окончательной уборки урожая картофеля плотность личинок жуков-щелкунов на всех опытных участках уравнилась и контрастно была ниже контрольной примерно в 2 раза (табл. 1).

Таблица 1. Численность проволочников (экз./м<sup>2</sup>) в посадках картофеля сорта Невский при разных способах внесения *M. anisoplia* (2012 г.)

Дата	Способы обработки:			Контроль (без обработки)
	вся площадь	борозда	клубни	
13.06	6.0±0.91 bcd	6.3±1.11 bcd	5.8±0.85 bc	5.5±0.65 bc
1.09	3.7±0.33 a	6.7±0.88 cd	4.0±0.38 ab	10.3±2.03 de
15.09	7.0±2.65abc de	7.3±1.20 cd	6.3±1.86 abcd	14.0±2.65 e

Одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения ( $p > 0.05$  по критерию Стьюдента).

Поврежденность клубней в контроле была значительно выше, чем в вариантах опыта, и достоверно отличается от различных вариантов с применением *M. anisoplia*. Особенно это проявилось при втором сроке уборки картофеля - 15 сентября (табл. 2).

Таблица 2. Поврежденность клубней картофеля сорта Невский (%) при уборке урожая при разных способах внесения *M. anisoplia* (2012 г.)

Дата	Способы обработки:			Контроль (без обработки)
	вся площадь	борозда	клубни	
1.09	9.0±1.65 a	14.0±2.00 bc	10.0±1.73 ab	19.0±2.26 c
15.09	13.0±1.94 ab	17.0±2.17 c	11.0±1.81 ab	41.3±2.84 d

Обозначения как в таблице 1.

Обработки нематобактом в 2012 г. вегетирующих растений проводились 21 июля на картофеле сорта Невский. Применение нематобакта к моменту первого сбора урожая картофеля (1.09) привело к достоверному снижению плотности проволочников приблизительно на 45.7% по сравнению с исходной. На этом участке плотность популяции личинок жуков-щелкунов была в 2.8 раза ниже, чем в контроле, и к моменту окончательного сбора урожая оставалась на том же уровне при линейном возрастании в 3.5 раза на контрольных делянках (рис. 1).

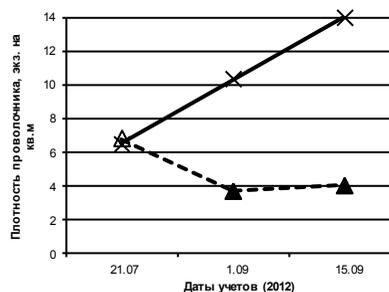


Рис. 1. Динамика численности проволочников при обработке картофельного поля нематобактом

Использование нематобакта (рис. 2) привело к примерно двукратному снижению поврежденности клубней картофеля как при ранней (1.09), так и при окончательной уборке урожая (15.09), когда в контрольном варианте этот показатель превысил 40%.

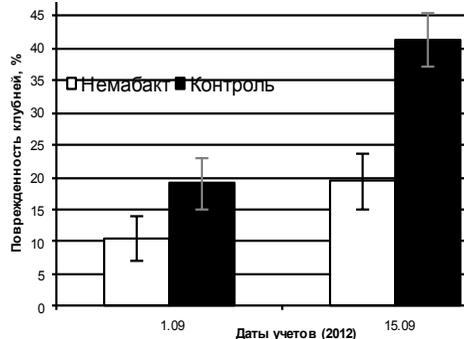


Рис. 2. Средняя поврежденность клубней картофеля сорта Невский проволочниками при ранней и окончательной уборке урожая, маркерами отмечены доверительные интервалы процентов поврежденных клубней при 95% уровня значимости

Важно было определить последствие применения препаратов в осенне-зимний период до гибели личинок, остающихся в почве в период их зимовки (табл. 3).

Установлено, что при внесении метаризина по борозде дополнительное количество личинок проволочников за зимний период было на 52.3% больше, чем в контроле, а на участке с внесением *M. anisoplia* по всей поверхности на 80%.

В вариантах с обработкой *M. anisoplia* клубней картофеля перед посадкой и внесением

## 2. Сравнение эффективности *M. anisoplia* и немабакта

Сводные данные по БЭ метаризина и немабакта, рассчитанной по изменению плотности личинок жуков-щелкунов на опытных и контрольных участках (формула 2), представлены в таблице 4.

Таблица 4. Биологическая эффективность (%) препаратов *M. anisoplia* и немабакт в снижении плотности проволочников в посадках картофеля сорта Невский (садоводческий массив Новинка, 2012 г.)

Дата	<i>M. anisoplia</i> по всей поверхности	<i>M. anisoplia</i> по борозде	<i>M. anisoplia</i> по клубням	Немабакт
1.09	67.5±19.52	43.2±13.75	63.0±19.43	65.8±21.96
15.09	54.2±25.14	53.9±17.70	56.7±22.51	72.4±24.38

Обозначения как в таблице 1. Различия между первым и вторым учетами не существенны.

Согласно полученным данным при ранней уборке урожая картофеля наибольшую биологическую эффективность показал метаризин, внесенный по всей поверхности почвы. Почти такая же эффективность получена при использовании немабакта и при обработке метаризином клубней при посадке. Самая низкая эффективность (43.2%) получена при внесении метаризина по дну борозды.

Однако, при окончательной уборке урожая показатели эффективности метаризина снизились (кроме варианта с его внесением по борозде), причем наиболее высокую эффективность в снижении плотности популяции проволочников проявил немабакт (72.4%).

Как видно из таблицы 5, по эффективности применения метаризина и немабакта, рассчитанной по изменению поврежденности клубней картофеля (формула 3), на ведущих позициях явно располагаются варианты с использованием мета-

немабакта изменение плотности проволочников за зимний период соответствовало контрольному варианту.

Таблица 3. Плотность проволочников (экз./м<sup>2</sup>) на опытных участках в осенний (2012) и весенний (2013) периоды

Препараты	15.09.2012	12.05.2013
<i>M. anisoplia</i> внесение по всей поверхности	7.0±2.65	0.5±0.29
<i>M. anisoplia</i> по борозде	7.3±1.20	1.3±0.25
<i>M. anisoplia</i> по клубням	6.3±1.86	2.8±0.48
Немабакт	4.0±1.00	1.5±0.65
Контроль	14.0±2.65	5.0±0.41

Обозначения как в таблице 1.

ризин (при обработке всей поверхности почвы и клубней перед посадкой), что проявляется как при ранней, так и при окончательной уборке урожая.

Таблица 5. Биологическая эффективность (%) препаратов *M. anisoplia* (при разных способах внесения) и немабакта в снижении поврежденности клубней картофеля сорта Невский проволочниками (2012 г.)

Уборка	<i>M. anisoplia</i> по всей поверхности	<i>M. anisoplia</i> по борозде	<i>M. anisoplia</i> по клубням	Немабакт
Ранняя	52.6±11.52 a	26.3±4.90 b	47.4±9.96 ab	45.6±9.47 ab
Окончательная	68.5±11.27 a	58.9±8.53 a	73.4±13.07 a	53.2±7.27 a

Обозначения как в таблице 1.

Исходя из высокой остаточной численности проволочников на некоторых участках, идущих под картофель, в 2013 году опыты по использованию немабакта были продолжены; немабакт вносили и при посадке картофеля с целью увеличения продолжительности контакта препарата с вредителем, и возможного повышения его эффективности (табл. 6).

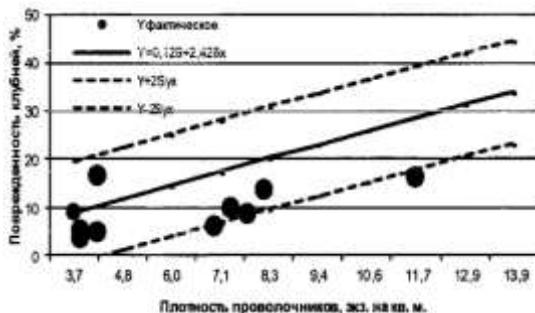
Наибольшая эффективность достигнута в варианте с внесением немабакта на дно борозды плюс опрыскивание растений в период вегетации. Впервые за несколько лет удалось добиться снижения поврежденности клубней до уровня 5% и ниже, что соответствует требованиям, предъявляемым к картофелю при реализации в розничную торговую сеть.

Регрессионный анализ данных плотности личинок щелкунов и поврежденности ими клубней картофеля (по материалам 2012 г.) позволил рассчитать теоретическую плотность популяции проволочников, при которой поврежденность клубней картофеля не будет превышать 5% (рис. 3).

Таблица 6. Биологическая эффективность разных способов применения немабакта в борьбе с проволочниками на картофеле сорта Невский (2013 г.)

Показатели	Обработка дна борозды перед посадкой картофеля	Опрыскивание в фазу бутонизации	Обработка дна борозды + опрыскивание в период вегетации	Контроль (без обработки)
Численность проволочников перед посадкой 23 мая, экз./м <sup>2</sup>	3.5 ± 0.96 b	3.0 ± 0.65 b	3.5 ± 0.63 b	3.0 ± 1.29 ab
Численность проволочников при уборке урожая, 29 августа, экз./м <sup>2</sup>	1.80 ± 0.55 ab	1.3 ± 0.36 a	1.1 ± 0.32 a	4.3 ± 1.58 ab
Биол. эффективность, %	64.4	71.2	78.6	-
Поврежденность клубней, %	5.0 ± 1.54 c	8.0 ± 1.57 c	4.8 ± 1.06 c	16.0 ± 3.67 d
Снижение поврежденности клубней, %	69 ± 26.4	50 ± 15.1	70 ± 22.5	-

Обозначения как в таблице 1.

Рис. 3. Зависимость поврежденности клубней картофеля (%) от численности проволочников в почве (экз./м<sup>2</sup>)

Установлено, что если численность проволочников в период от начала образования клубней до уборки урожая картофеля не превышает 1-2 экз./м<sup>2</sup>, то поврежденность клубней картофеля будет не более 5%. Это экспериментально подтверждено нами на участках органического земледелия в учебно-опытном саду СПбГАУ.

### 3. Эффективность посевов горчицы белой

В 2012 году семена горчицы белой были посеяны в ранний срок 22 апреля. Они долго прорастали, медленно росли, растения набрали небольшую общую массу - 0.98 кг на кв. м, в т.ч. наземной - 0.68 кг на кв. м, что было значительно меньше, чем при летних посадках в августе. Участок с горчицей 3 июня был перекопан, одновременно определена численность проволочников, затем проведена посадка картофеля. При уборке урожая численность проволочников была более высокой по сравнению с ранними датами раскопок. Она мало отличалась от плотности вредителя в контроле (табл. 7).

Таблица 7. Плотность проволочников (экз./м<sup>2</sup>) на участке, где горчица была посеяна весной (2012)

Даты	Горчица	Контроль
22.04		4.3 ± 0.85 a
3.06	6.3 ± 0.95 ab	5.5 ± 0.65 a
1.09	9.5 ± 0.87 c	10.3 ± 2.03 b

Обозначения как в таблице 1.

Биологическая эффективность весеннего посева горчицы и заделки ее в начале июня оказалась равной всего 19.1 ± 5.52%, вероятно из-за малой массы растений горчицы. Поэтому в рас-

тениях образовалось недостаточное количество горчичных масел (изотиоцианатов), обладающих токсическим действием.

В другом варианте опыта горчица была посеяна в конце августа, однако заделывать в почву осенью 2011 года ее не стали. 9 мая 2012 в опыте и контроле сделали почвенные раскопки (табл. 8).

Таблица 8. Численность проволочников на участке, где осенью 2011 г. выращенная горчица не была заделана в почву, экз./м<sup>2</sup>

Учеты	Горчица	Контроль
Осень 2011	25.0 ± 1.29 c	21.0 ± 1.29 c
Весна 2012	11.5 ± 0.96 b	7.0 ± 0.71 a

Обозначения как в таблице 1.

Плотность проволочников весной 2012 года в варианте с посадкой горчицы по сравнению с осенним учетом 2011 года была в 2.17 раза ниже, а в контроле (без горчицы) - в 3.0 раза ниже. Биологическая эффективность указанного мероприятия оказалась отрицательной, то есть без заделки (перекапывания) растений горчицы эффективность от ее выращивания в борьбе с проволочниками весной не проявляется.

### 4. Эффективность посева горчицы в сочетании с немабактом

Численность проволочников в посадках кар-

тофеля сорта Невский изучали в 2-х вариантах:

1- горчица + немабакт; 2 - немабакт (табл. 9). Как видно из результатов, представленных в таблице 9, после заделки прошлогодних растений горчицы белой численность проволочников продолжала нарастать примерно так же, как и в контроле.

Таблица 9. Плотность проволочников (шт/м<sup>2</sup>) при заделке горчицы белой (посев 2011 г.) и применении немабакта (2012 г.)

Даты	Горчица	Контроль
3.06.12	5.0 ± 0.71 b	5.5 ± 0.65 bc
21.07.12	6.5 ± 0.65 bc	6.5 ± 0.65 bc
1.09.12	1.3 ± 0.25 a	10.3 ± 2.03 c

Обозначения как в таблице 1.

Дополнительная обработка немабактом привела к тому, что к моменту уборки урожая картофеля (1.09) плотность проволочников снизилась на 80.8%, а биологическая эффективность комплексного мероприятия составила 86.7%. В варианте, где применяли только немабакт, плотность проволочников снизилась только на 45.7%, биологическая эффективность по этому показателю составила 65.8% (табл. 5). Таким образом, сочетание заделки горчицы белой с применением немабакта дает более высокий эффект - 61.1%, формула (4) в борьбе с проволочниками, чем применение одного препарата, что соответствует результатам, полученным в 2011 г. по применению метаризина в сочетании с горчицей.

В другом эксперименте при уборке раннего картофеля сорта Ред Скарлет обнаружили, что проволочником повреждено примерно 20% клубней. Поэтому решили обработать этот участок немабактом (50 млн личинок на сотку) путем пролива почвы, затем провели культивацию роторной фрезой и сразу посеяли горчицу белую сорта Рапсодия. В другом варианте горчица тоже была посеяна, но немабакт не вносили (табл. 10). В момент обработки немабактом плотность проволочников на этих участках была одинаковой.

Таблица 10. Плотность проволочников (особей на м<sup>2</sup>) в посеве горчицы белой при внесении немабакта и без него (2012 г.)

Даты	Горчица	Горчица + немабакт
21 июля	4.0 ± 0.41 a	4.0 ± 0.95 a
15 октября	5.8 ± 0.85 a	1.3 ± 0.25 b

Обозначения как в таблице 1.

При учете 15 октября в варианте с применением немабакта она снизилась в 3.2 раза, в то

время как в контрольном варианте - увеличилась на 43.8%. Биологическая эффективность немабакта в снижении плотности личинок жуков-щелкунов за период с 21 июля по 15 октября на фоне высева горчицы белой составила 78.3%.

Для сравнения (рис. 4) можно взять эффективность немабакта на картофельном поле (табл. 3), которая с поправкой на даты учетов составила за тот же период 53.8%. При этом БЭ высева самой горчицы составила всего 13.6%. Отмечается явный эффект синергизма, что еще раз свидетельствует в пользу положительного влияния горчицы белой на эффективность микробиологических препаратов, в частности немабакта.

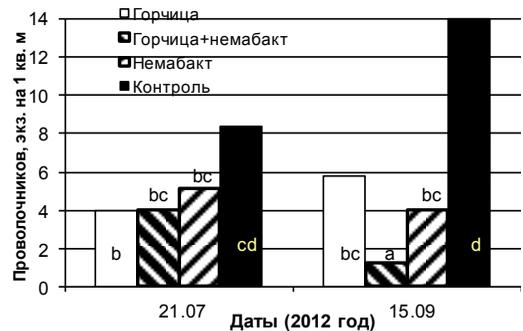


Рис. 4. Плотность проволочников в посеве горчицы белой при внесении немабакта и без него (одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения; критерий Стьюдента,  $p > 0.05$ )

Таким образом, после уборки раннего картофеля для снижения численности проволочников можно проводить обработку немабактом поверхности почвы с последующей вспашкой или культивацией и посевом горчицы. Токсические вещества - изотиоцианаты, образующиеся при разложении горчицы, вызывают гибель личинок щелкунов.

Биопрепараты при средней и высокой численности проволочников снижают плотность их популяций, но степень поврежденности клубней остается выше требуемой по ГОСТу для реализации картофеля на продовольственные цели в торговую сеть. Необходимо совершенствовать технологию внесения препаратов, применять их в более ранние сроки, дополнительно сеять горчицу и заделывать ее в почву.

Известно, что посевы донника эффективно снижают численность проволочников и ложнопроволочников (Довбан, 1990). При почвенных раскопках, проведенных нами осенью 2012 года на поле многолетнего выращивания донника бе-

лого (бывшие поля АО Ленсоветовский), проволочники не были обнаружены. При этом специальной заделки растений донника в почву не проводили. Весной 2013 года на этом поле посадили картофель, однако при осеннем учете проволочников не обнаружили, как и поврежденных клубней.

#### 5. Экономическая эффективность защитных мероприятий

В наших опытах, как и в опытах Г.И. Сухорученко с соавторами (2013), проведенными в 2012 г, при использовании химических средств борьбы с проволочниками повышения урожая картофеля не отмечено. Поэтому экономическую эффективность применения немабакта рассчитывали с учетом его качества, то есть степени поврежденности проволочниками.

При повреждении клубней проволочниками более 5% его реализация в торговую сеть запрещена, такой картофель должен использоваться в хозяйстве на корм скоту как фуражный. Стоимость его в денежном выражении в расчете на 1 га приравнивается к себестоимости. Мы приняли его равным 5 руб./кг. При повреждении клубней проволочником на уровне 5% и менее картофель можно реализовывать в торговую сеть, что позволяет нам принять цену реализации 15 руб./кг.

При применении немабакта лишь в 2-х вариантах удалось приблизиться к стандарту (при обработке дна борозды перед посадкой картофеля и при 2-кратном внесении препарата: первое - обработка дна борозды перед посадкой, второе в период вегетации).

В первом варианте стоимость реализованного картофеля в расчете на 1 га составила при урожайности 200 ц/га:  $200 \text{ ц/га} \times 15 \text{ руб./кг} = 300 \text{ тыс. рублей}$ . Во втором варианте также 300 тыс. рублей. В контроле цену картофеля составила:  $200 \text{ ц/га} \times 5 \text{ руб./кг} = 100 \text{ тыс. рублей}$ . Разница в 200 тыс. рублей является суммой, полученной за счет проведения защитных мероприятий в борьбе с проволочниками. При расчете прибыли, полученной от применения немабакта, принимали во внимание стоимость препарата, которая в расчете на одну обработку 1 га составляет 20 тыс. рублей (200 рублей за 1 упаковку на 1 сотку). В первом варианте прибыль составила:  $200 \text{ тыс.} - 20 \text{ тыс.} = 180 \text{ тыс. руб.}$  Окупаемость

При осенней заделке растений донника в почву в садоводческом массиве Новинка в сентябре 2013 году снижения численности проволочников в ноябре не отметили, так как растения не успели еще разложиться. Токсические вещества - дикумарины, образуются только при разложении донника.

затрат 9-кратная. Во втором варианте, при двукратном внесении немабакта, чистая прибыль составила:  $200 \text{ тыс.} - 40 \text{ тыс.} = 160 \text{ тыс. руб.}$  Окупаемость затрат 4-кратная.

Стоимость защитных мероприятий в борьбе с проволочником при применении химических препаратов актара ВДГ (0.6 л/га), круйзер 350 СК (1 л/га), диазинон Г (20 кг/га) составляла от 3370 руб. до 7182 рублей/га (Сухорученко и др., 2008). В частности, стоимость применения препарата круйзер в 2012 г. при обработке клубней картофеля во время посадки при норме расхода 0.2 л/т составила в расчете на 1 га 5800 рублей. Из этого следует, что стоимость обработки одного гектара картофеля в борьбе с проволочниками при применении химических средств защиты обходится в 3-7 раз дешевле, чем при использовании немабакта.

Использование горчицы белой для посева после уборки раннего картофеля (с конца июля до 1 сентября) при осенней заделке растений в почву также является эффективным мероприятием в борьбе с проволочником. Рекомендуемая нами норма высева семян горчицы составляет 1-2 г/м<sup>2</sup> при 100% всхожести. Это обеспечивает получение 200-400 растений/м<sup>2</sup>.

В денежном выражении в 2013 году затраты на приобретение семян в ООО «Нестор» (пос. Шушары Ленинградской области) по цене 50 руб./кг в расчете на 1 га составили 500-1000 рублей. Это в 6-7 раз дешевле, чем применение химических препаратов. Кроме того, при выращивании горчицы и заделке растительной массы в почву дополнительно поступает 2-3 кг на кв. м органического вещества (20-30 т/га). К тому же горчица обладает хорошим антифитопатогенным эффектом, очищая почву от некоторых возбудителей болезней, что может дать дополнительный экономический эффект.

#### Выводы

Образец грибного препарата *M. anisoplia* оказался эффективным в снижении плотности популяций личинок жуков-щелкунов (проволочников) на картофельном поле и поврежденности

клубней картофеля при всех трех испытанных способах внесения (по всей поверхности почвы, по дну борозды и при предпосадочной обработке клубней). С учетом последствия препарата на

проволочников в период зимовки наиболее эффективным является внесение *M. anisoplia* по всей поверхности почвы.

Применение нематофа в период вегетации картофеля приводит к снижению плотности проволочников при ранней уборке урожая в 2-3 раза, а при окончательной - в 3-4 раза. При этом поврежденность клубней снижается примерно в 2 раза по сравнению с контролем.

Для получения качественной продукции картофеля, предназначенной для реализации в торговую сеть, при которой поврежденность клубней не превышает 5%, численность проволочников в период вегетации не должна превышать 1-2 экз./м<sup>2</sup>.

Ранний посев горчицы белой в начале 3-й декады апреля с ее последующей заделкой в почву перед посадкой картофеля в начале июня, как и ее высев в летний период без заделки в почву, не приводят к сдерживанию роста численности проволочников на картофельном поле. Биологическая эффективность составляет всего 15-20%. Заделка в почву прошлогодних растений горчицы белой является более эффективной (БЭ до 40%), тогда

как поздние посевы горчицы (после 1 сентября) в условиях Ленинградской области уже не проявляют эффекта против проволочников, так как закопанные осенью растения не успевают разложиться.

Применение биопрепаратов в сочетании с заделкой растений горчицы в почву приводит к более значительному снижению плотности проволочников, чем ожидается при независимом эффекте этих защитных мероприятий.

Окупаемость применения нематофа в борьбе с проволочниками составляет от 4 до 9 раз, однако обходится дороже, чем применение химических препаратов, в 3-7 раз. Расходы на семена горчицы составляют около 1000 рублей в расчете на 1 гектар. Поскольку затраты, связанные с покупкой семян горчицы, их посевом, последующей заделкой растений в почву окупаются в большей степени, чем использование химических и биологических препаратов, это расширяет возможность дальнейшей экологизации систем защиты картофеля, в т.ч. за счет антифитопатогенного эффекта.

#### Литература

- Анисимов А.И., Доброхотов С.А., Гришечкина С.Д. Эффективность микробиологических препаратов в борьбе с основными вредителями овощных, ягодных культур и картофеля в Ленинградской области // Инфекционная патология членистоногих: материалы международной молодежной конференции. ВИЗР, СПб, 2012, с. 9-11.
- Бобинская С.Г., Григорьева Т.Г., Персин С.А. Проволочники и меры борьбы с ними. Л., 1965, 222 с.
- Волгарев С.А. Эколого-токсикологическое обоснование использования новых инсектицидов против проволочников в агроценозе картофеля в Северо-Западном регионе РФ. Автореф. канд. дисс., СПб, 2005, 18 с.
- Глушенко А.Б. Прогноз распространения основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Ленинградской области. Ленинградская станция защиты растений, СПб, 2005, 87 с.
- Глушенко А.Б., Терещенкова Е.П., Семякина Н.Ф., Доброхотов С.А. Прогноз распространения основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Ленинградской области в 2008 г. и рекомендации по борьбе с ними. Филиал ФГУ «Россельхозцентр» по Ленинградской области, СПб, 2008, 80 с.
- Данилов Л.Г. Биологические основы применения энтопатогенных нематод (Rhabditida: Steinemematidae, Heterorhabditidae) в защите растений. Автореф. докт. дисс., СПб, 2001, 45 с.
- Довбан К.И. Зеленое удобрение. Агропромиздат, М., 1990, 208 с.
- Долин В.Г. Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР. Киев, 1978, 128 с.
- Егина К.Я. Горизонтальные миграции личинок щелкунов и меры борьбы с этими вредителями // Фауна Латвийской ССР и сопредельных территорий. Рига, Зинатне, 1964, с. 23 - 60.
- Жиглова О.В., Клейменова А.А., Маслова И.В., Галимова И.Р., Зинченко О.А. Прогноз распространения основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Ленинградской области в 2012 году и рекомендации по борьбе с ними. Филиал ФГУ «Россельхозцентр» по Ленинградской области, СПб, 2012, 181 с.
- Ивашенко И.И. Потенциал микоинсектицида метаризина как агента борьбы с щелкунами // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем. Краснодар, 2006, 4, с. 329-330.
- Клейменова А.А., Маслова И.В., Эрк Е.Э., Садовникова Е.Н., Галимова И.Р. Прогноз распространения основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Ленинградской области в 2011 году и рекомендации по борьбе с ними. Филиал ФГУ «Россельхозцентр» по Ленинградской области, СПб, 2011, 131 с.
- Копанева Л.М. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей овощных культур и картофеля в СССР. Л., 1982, 272 с.
- Копанева Л.М. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР. Л., 1984, 288 с.
- Максименко Р.О., Доброхотов С.А., Анисимов А.И. Защита картофеля от колорадского жука и проволочников без применения пестицидов // Вестник студенческого научного общества. СПбГАУ, СПб, 2012, с. 58-62.
- Сухорученко Г.И., Долженко В.И., Васильева Т.И., Иванова Г.П., Зенкевич С.В., Бельх Е.Б., Гончаров Н.Р. Эффективность ресурсосберегающих технологий применения препаратов тиометаксама в борьбе с комплексом вредителей картофеля // Прогрессивные технологии при-

менения химических средств защиты растений с целью упреждения и ликвидации вредных организмов, ВИЗР, СПб, 2008, с. 25-33.

Сухорученко Г.И., Иванова Г.П., Гончаров Н.Р., Долженко О.В., Наумова Н.И. Эффективность использования современных пестицидов для защиты семенных посадок картофеля от вредителей в Северо-Западном регионе РФ // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. СПбГАУ, СПб, 2013, с. 123-127.

Терещенкова Е.П., Семенякина Н.Ф. Прогноз распространения основных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в Ленинградской области в 2010 году и рекомендации по борьбе с ними. Филиал ФГУ «Россельхозцентр» по Ленинградской области, СПб, 2010, 91 с.

Филипчук О.Д., Лысенко А.Е., Федина Е.А., Костинкова З.А. Метаризин в защите табака от проволочников // Производство экологически безопасной продукции растениеводства. Пущино, 1994, 1, с. 31-313.

#### DEVELOPMENT OF WIREWORM CONTROL ON POTATO FIELDS USING MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND WHITE MUSTARD

S.A.Dobrokhотов, A.I.Anisimov, L.G.Danilov, G.R.Lednev

The wireworms (Elateridae larvae) affects the potato tubers during vegetation. Their harmfulness has essentially increased in the Leningrad Region in the beginning of XXI century. Biological and agrotechnical control were practically undeveloped. Some ways of application of microbiological preparation Nemabakt and laboratory samples of *Metarhizium anisoplia* preparation for wireworms control were studied at conditions of private farms in 2011-2012. It was established, that the biological efficiency of both biological preparations for wireworm control varied at 60-70%. it is possible to apply the Nemabakt for wireworms density reduction even after early potato harvesting in July, simultaneously planting the White mustard. After the application of microbiological preparations combined with the embedding the White mustard plants into the soil, it is possible to obtain the high reduction of wireworm density in the field, in contrast to their independent application.

*Keywords:* Leningrad Region, potato, tuber damage, wireworm, population density dynamics, biological control, Nemabakt, *Metarhizium anisoplia*, White mustard, biological efficiency.

С.А.Доброхотов, к.с.-х. н. dobrohotov-s@mail.ru

А.И.Анисимов, д.б.н. anisimov\_anatoly@mail.ru

Л.Г.Данилов, д.с.-х.н. biodan@mail.ru

Г.Р. Леднев, к.б.н. georgijled@mail.ru

УДК 632.937.14:635.21

## ПОЛЕВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИКОНВЕРСИОННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА КАРТОФЕЛЕ В БОРЬБЕ С ФИТОФТОРОЗОМ

А.И. Богданов, Ю.А. Титова

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

В борьбе с фитопфторозом на картофеле испытывались мультиконверсионные биопрепараты (МБП) на основе штаммов-продуцентов *Trichoderma asperellum* Т-32 и Т-36, полученных путем двухступенчатой биоконверсии отходов сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности, первично конвертированных *Pleurotus ostreatus* НК-35 или *Lentinula edodes*,

Полевая эффективность однократного внесения МБП с титрами  $\times 10^7$  КОЕ/г при норме расхода препарата 1 кг/1,5 т клубней (2 кг/га) - 33-59%. Наблюдали достоверный ростстимулирующий эффект на ранних сроках развития картофеля при увеличении ассимилирующей поверхности растений в 1.2-1.6 раза, урожая в 1.5 раза выше, чем в контроле. Под воздействием лабораторных образцов (ЛО) гранулированных МБП наблюдали достоверное снижение по вариантам опыта в 1.8-2.2 раза интенсивности фитопфтороза. Применение МБП увеличивало общую эффективность базовых агротехнических и защитных мероприятий (БАЗМ) практически в 1.2 раза.

*Ключевые слова:* мультиконверсионные биопрепараты, полевая эффективность, штаммы *Trichoderma asperellum*, борьба с фитопфторозом.

Оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary - возбудитель широко распространенного заболевания растений фитопфтороза, вызывает более 10% потери урожая картофеля в России (Апрышко, 2012). Для защиты вегетирующих растений картофеля от фитопфтороза применяют контактные и комбинированные фунгициды, к которым фиксируется быстрое формирование устойчивых популяций гриба (Еланский и др., 2007). Напротив, биопрепараты для борьбы с фитопфторозом не приводят к возникновению резистентности у возбудителя заболевания, в большинстве случаев наблюдается их ростстимулирующее и иммуномодулирующее действия, не накапливаются в растениях и в почве, что способствует получению экологически чистой продукции (Новикова, 2005). Наибольшую эффективность по всем вышеперечисленным показателям выявили разрешенные к применению на территории РФ биопрепараты на основе микробов-антагонистов *Bacillus subtilis* и *Trichoderma asperellum* (= *T. harzianum*): витаплан, алирин-Б, фитоспорин-М, бактофит, гамаир, триходцин (Государственный каталог..., 2014). На территории государств - членов СНГ также зарегистрированы и применяются два препарата на основе штаммов *T. asperellum*: триходермин-БЛ и лигнорин (Войтка и др., 2011; Прищепа и др., 2011). Их защитный эффект обусловлен способностью входящих в состав бактерий или микромицетов выживать и размножаться в почве, изменяя со-

отношение фитопатогенных и антагонистических видов микроорганизмов в почвенном микробном сообществе, а также способностью к синтезу разнообразных антибиотиков, ингибирующих вредоносную микробиоту и стимулирующих развитие растений (Новикова, 2005; Коломбет, 2006). Применяют зарегистрированные биопрепараты путем опрыскивания рабочими жидкостями, полученными из жидких препаративных форм, паст, таблеток и смачивающихся порошков в предпосадочной обработке клубней и вегетирующих растений. В рабочих жидкостях вышеуказанные биопрепараты совместимы с минеральными удобрениями и с разрешенными к применению в период вегетации растений химическими пестицидами (Segarra et al., 2013).

На основе запатентованных в коллекции микроорганизмов ГНУ ВИЗР высокоактивных штаммов *T. asperellum* Т-32 и Т-36 разработаны с использованием хитин-хитозановых носителей и мультиконвертированных отходов сельского хозяйства и деревоперерабатывающей промышленности новые полифункциональные биопрепараты для защиты растений (Новикова, 2007, 2010; Титова, 2013; Титова и др., 2013, 2014). Но еще недостаточны сведения об эффективности вышеупомянутых мультиконверсионных биопрепаратов (МБП). Исходя из вышеизложенного цель исследования - охарактеризовать полевую биологическую эффективность мультиконверсионных биопрепаратов на основе

штаммов *T. asperellum* на картофеле в борьбе с фитотрозоом. Для достижения поставленной цели решали задачи получения на основе мультikonвертированных субстратов ЛО биопрепа-

ратов, оптимизации условий хранения жизнеспособных продуцентов и оценки их биологической эффективности в полевых условиях против фитотрозоа картофеля.

#### Методика исследований

Работу проводили на базе лаборатории микробиологической защиты растений ГНУ ВИЗР и ЗАО "Агротехника" (Ленинградская область). В качестве объектов исследования использованы опытные партии (ОП) 4-х ЛО гранулированных МБП на основе коллекционных штаммов-продуцентов *T. asperellum* Т-32 и Т-36. ОП производили на отходах техногенной сферы переработанных в условиях промышленного культивирования *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler и *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr.) Kumm НК-35: опилки дубовые, отруби пшеничные - 10%, или лузга гречи и подсолнечника (1:1), опилки смешанные - 7%, CaCO<sub>3</sub> - 0.1%, CaSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O - 1% по весу 70% влажности субстрата, использовали после 18 месяцев хранения при 4-8°C и 75% влажности воздуха с титрами ×10<sup>7</sup> КОЕ/г.

Биопрепараты применяли однократно на фоне базовых агротехнических и защитных мероприятий (БАЗМ) внесении в почву на 0.5 га по вариантам опыта во время посадки картофеля после перемешивания с клубнями в бункере картофелесажающего агрегата при норме расхода 1 кг/1.5 т клубней (2 кг/га засеваемой площади). Контролем служили 0.5 га посадок картофеля сорта Red Scar в условиях БАЗМ ЗАО "Агротехника", последовательность которых в мае-сентябре 2013 г. включала предпосадочное протравливание клубней баковой смесью максим КС (25 г/л) + круйзер КС (350 г/л) - 1 л/т; дождевые внесения азофоски (200 кг/га) и обработку зенкором СП (700 г/кг) - 1 л/т; послевходные внесения селитры

(100 кг/га) и КС1 (300 кг/га); внекорневые подкормки N+K+Mg (4 кг/га) каждые 2 недели до конца вегетации, обработки ширланом СК (500 г/л) - 0.4 л/га и полирамом ДФ ВДГ(700 г/кг) - 2 л/га через 2-е и 4-е недели после смыкания рядков. Последнюю обработку ширланом СК (500 г/л) - 0.4 л/га проводили в ЗАО "Агротехника" на сорте Red Scar одновременно с десикацией реглоном Супер ВР (150 г/л) - 2 л/га за неделю до уборки урожая. В качестве аналогового контроля использовали соответствующие ОП МБП на основе зарегистрированных штаммов-продуцентов алирина-Б и гамаира - *Bacillus subtilis* В-10 и М-22 также после 18 месяцев хранения при 4-8 С и 75% влажности воздуха с титрами ×10<sup>11</sup> и ×10<sup>10</sup> КОЕ/г, соответственно (Государственный каталог..., 2014).

Для оценки эффективности МБП применяли взаимортогональную организацию полевого опыта на 5 га со сплошным размещением организованных повторений 9-ти вариантов: 4 повторности, учетная делянка - 10 м<sup>2</sup>, общий объем выборки - 2741 растение, стандартные фитопатологические методы создания и проверки качества ЛО биопрепаратов (стандартных серийных разведений), учета как биометрических, так и показателей развития фитотрозоа, потерь урожая и т.п., статистической обработки и оценки достоверности полученных результатов с помощью t-критерия Стьюдента (Плохинский, 1970, 1978; Доспехов, 1979; Методы..., 1982).

#### Результаты исследований

Биологическую эффективность ОП различных ЛО оценивали в полевых условиях на опытных площадях 5 га в 2013 г., занятых картофелем сорта Red Scar под воздействием БАЗМ ЗАО "Агротехника".

Достоверный ростстимулирующий эффект наблюдали на 3-недельных проростках лишь в аналоговых контролях под воздействием МБП на основе штаммов-продуцентов *B. subtilis* В-10 и М-22. Следует отметить, что под воздействием МБП на основе *T. asperellum* Т-36 наблюдали незначительное в 1.2 раза увеличение ассимиляционной поверхности 3-недельных проростков картофеля, а со стороны воздействия всех гранулированных МБП наблюдали достоверное усиление скорости роста 6-недельных растений картофеля в 1.2-1.6 раза, увеличение облиственности в 1.2 раза, а также увеличение почти в 1.5 раза урожая здоровых клубней по сравнению с

контролем (табл. 1).

Увеличение облиственности достоверно фиксировали на проростках картофеля сорта Red Scar, к периоду смыкания рядков оно нивелировалось. Увеличение ассимилирующей поверхности растений в опытных вариантах достигалось за счет роста длины стебля и количества стеблей на один куст: во всех 4 повторностях опытных вариантов количество стеблей в 1.2-1.9 раза превосходило контроль.

Под воздействием МБП наблюдали достоверное снижение интенсивности развития *P. infestans* на растениях картофеля в 1.8-2.2 раза, а также уменьшение массы пораженных этим возбудителем и возбудителем обыкновенной парши (*Streptomyces scabies* (Thaxt.) Waks. et Hehrlic) с признаками вторичной бактериальной инфекции клубней в 8-27 раз по сравнению с контролем (БАЗМ) (табл. 2).

Таблица 1. Изменение биометрических показателей развития и продуктивности растений картофеля сорта Red Scar под воздействием гранулированных мультиконверсионных биопрепаратов (МБП)

Варианты МБП на фоне БАЗМ (базовые агротехнические и защитные мероприятия)	Средняя скорость роста, мм/сут.		Скорость роста облиственности, шт. ярусов/сут.		Урожай здоровых клубней, кг/м <sup>2</sup>
	3-недельные проростки	6-недельные растения	3-недельные проростки	6-недельные растения	
<b>Контроль</b>	<b>1.167</b>	<b>14.941</b>	<b>1.056</b>	<b>3.979</b>	<b>4.221</b>
МБП на основе <i>T. asperellum</i> Т-32 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	1.048	18.077***	1.173*	3.691	5.331***
То же после <i>L. edodes</i>	1.304*	18.101***	1.167*	4.494***	6.241***
МБП на основе <i>T. asperellum</i> Т-36 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	1.173	16.774***	1.208***	3.833	4.337
То же после <i>L. edodes</i>	1.155	17.292***	1.196***	4.441***	5.617***
МБП на основе <i>B. subtilis</i> В-10 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	1.693***	24.634***	1.417***	3.601	5.951***
То же после <i>L. edodes</i>	1.574***	15.003**	1.512***	3.899	7.601***
МБП на основе <i>B. subtilis</i> М-22 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	1.309**	21.232***	1.131	3.869	6.101***
То же после <i>L. edodes</i>	1.333***	18.811***	1.345***	3.411	4.551

Следует отметить, что защитный эффект системы БАЗМ + МБП на основе *T. asperellum* Т-32 и Т-36 в 1.5-2 раза превышал таковой аналого-

вых контролей - системы БАЗМ + МБП на основе *B. subtilis* В-10 и М-22 (табл. 2).

Таблица 2. Уменьшение интенсивности развития *Phytophthora infestans* на растениях картофеля сорта Red Scar и массы пораженных клубней картофеля под воздействием гранулированных мультиконверсионных биопрепаратов

Варианты МБП на фоне БАЗМ (базовые агротехнические и защитные мероприятия)	Интенсивность развития <i>P. infestans</i> , %	Масса пораженных клубней, кг/м <sup>2</sup>	Биологическая эффективность, %	Эффективность относительно контроля (БАЗМ), %
Контроль	30.844	0.027	76.636	0
МБП на основе <i>T. asperellum</i> Т-32 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	14.251***	0.003*	86.311	41.405
То же после <i>L. edodes</i>	17.188***	0.003	87.766	47.638
МБП на основе <i>T. asperellum</i> Т-36 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	17.375***	0.011	90.697	58.527
То же после <i>L. edodes</i>	18.563***	0.001*	84.391	33.191
МБП на основе <i>B. subtilis</i> В-10 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	26.563**	0.001*	94.398	76.022
То же после <i>L. edodes</i>	19.438***	0.001*	91.667	64.333
МБП на основе <i>B. subtilis</i> М-22 после <i>P. ostreatus</i> НК-35	21.275***	0.003	87.124	44.893
То же после <i>L. edodes</i>	26.188**	0.001*	76.737	-

\*0.1, \*\*0.05, \*\*\*0.01 - уровни достоверности отличия от контроля.

Биологическая эффективность системы защиты растений и урожая картофеля сорта Red Scar на поле ЗАО "Агротехника" в мае-сентябре 2013 г., включающей внесение удобрений и стимуляторов роста, уничтожение сорной растительности, а также непосредственное многократное применение химических фунгицидов, не превышала 77%. Биологическая эффективность применения МБП на основе *T. asperellum* Т-32 и Т-36, увеличивало общую эффективность вышеперечисленных меро-

приятий практически в 1.2 раза (табл. 2). Существенных различий между вариантами МБП не выявлено (рис.).

Таким образом, эффективность собственного воздействия гранулированных МБП на основе *T. asperellum* Т-32 и Т-36 в 33-59% была достаточной для обеспечения защитного эффекта растениям картофеля сорта Red Scar на фоне агротехнических мероприятий и защитных химических обработок (табл. 2, рис.).



Рис. Интенсивность поражения фитофторозом картофеля сорта Red Scar в конце вегетации на поле ЗАО "Агротехника" в начале сентября 2013 г. под воздействием: а - контроль (БАЗМ); б - аналоговые контроли БАЗМ + МБП на основе *B. subtilis* В-10 после *P. oostreatus* НК-35 и после *L. edodes*; в - аналоговые контроли БАЗМ + МБП на основе *B. subtilis* М-22 после *P. oostreatus* НК-35 и после *L. edodes*;

### Заключение

Полевые испытания ЛО гранулированных МБП после длительного хранения (18 месяцев) на основе штаммов-продуцентов *T. asperellum* Т-32 и Т-36, полученных путем двухступенчатой биоинверсии отходов сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности, первично конвертированных *P. oostreatus* НК-35 или *L. edodes*, для защиты культуры картофеля от фитофтороза на фоне агротехнических мероприятий и защитных химических обработок показали собственную эффективность их однократного внесения при норме расхода препарата - 1 кг/1.5 т клубней (2 кг/1 га засеваемой площади) - 33-59%. Наблюдали достоверный рост стимулирующий эффект на ранних сроках развития картофеля (3-недельные проростки), и, в большей степени, на 6-недельных растениях на фоне

БАЗМ хозяйства. Значения всех опытных коррелирующих показателей скорости роста и увеличения облиственности растений во все фазы их развития в 1.2-1.6 раза превышали таковые контрольных. Урожай здоровых клубней в кг/м<sup>2</sup> от растений картофеля, выращенных и с применением ЛО гранулированных МБП на фоне БАЗМ был в 1.5 раза выше, чем в контроле (БАЗМ). Выявлено достоверное в 8-27 раз по вариантам опыта снижение массы пораженных клубней по сравнению с контролем (БАЗМ). Под воздействием ЛО гранулированных МБП наблюдали достоверное по вариантам опыта в 1.8-2.2 раза уменьшение интенсивности фитофтороза. Применение МБП увеличивало общую эффективность БАЗМ практически в 1.2 раза.

### Литература

Апрышко В.П. Ооспорообразование в природных популяциях *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Автореф. канд. дисс. М., 2012, 27 с.

Войтка Д.В., Прищепа Л.И., Микульская Н.И. Основные итоги исследований в области микробиологической защиты растений от вредителей и болезней в Беларуси (1976-2010) // Земляробства і ахова раслін, 2011, 76, 3, с. 45-47.

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М., Минсельхоз России, 2014, 719 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Колос, 1979, 414 с.

Еланский С.Н., Апрышко В. П., Милютин Д.И., Козловский Б.Е. Устойчивость российских штаммов *Phytophthora infestans* к фунгицидам металаксил и диметоморф // Вестник Московского университета. Серия 16, биология, 2007, 1, с. 14-18.

Коломбет Л.В. Научное обоснование и практическая реализация технологии создания грибных препаратов для защиты растений от болезней. Автореф. докт. дисс., М., МГУ, 2006, 47 с.

Методы экспериментальной микологии. Справочник.

Под ред. В.Н.Билай. Киев. Наук. думка, 1982, 550 с.

Новикова И.И. Биологическое обоснование создания и применения полифункциональных биопрепаратов на основе микробов-антагонистов для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем. Автореф. докт. дисс., СПб, 2005, 44 с.

Новикова И.И. Полифункциональные биопрепараты на основе микробов-антагонистов - основа экологически безопасной системы защиты растений от болезней // Информационный бюллетень ВПРС МОББ, 2007, 38, с. 173-175.

Новикова И.И. Полифункциональные биопрепараты в современных системах фитосанитарной стабилизации агроэкосистем // Современ. средства и технол. защиты основных с.-х. культур от вредителей, болезней и сорной растит. // С-Петербург, хим. форум. Программа (19-21 мая 2010 г. ВК ЛЕНЭКСПО). СПб, 2010, с. 49-50.

Плохинский Н.А. Биометрия. М., МГУ, 1970, 368 с.

Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. М., МГУ, 1978, 266 с.

Прищепа И.А., Колядко Н.Н., Попов Ф.А., Долматов Д.А., Волчеквич И.Г., Вабищевич В.В. О приоритетных направлениях в защите овощных культур от вредных ор-

ганизмов // Земляробства і ахова раслін, 2011, 76, 3, с. 51-56.

Титова Ю.А. Методология получения мультиконверсионных биопрепаратов для защиты растений // Сб. науч. тр. III Всероссийского съезда пшашите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». ВИЗР, СПб, 2013, 2, с. 396-400.

Титова Ю.А., Богданов А.И. Эффективность мультиконверсионных биопрепаратов на основе штаммов *Trichoderma harzianum* // Сб. науч. тр. III Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация

агроэкосистем». СПб, ГНУ ВИЗР, 2013, 2, с. 400-404.

Титова Ю.А., Богданов А.И. Биологическая эффективность мультиконверсионных биопрепаратов на основе штаммов *Trichoderma harzianum* против корнееда свеклы // Сб. науч. тр. Междунар. науч.-практич. конф. проф.-препод. состава СПбГАУ «Научное обеспечение инновационного развития АПК». СПб, 2014, с. 104 - 107.

Segarra G., Aviles M., Casanova E., Borrero C., Trillas I. Effectiveness of biological control of *Phytophthora capsici* in pepper by *Trichoderma asperellum* strain T34 // *Phytopathologia Mediterranea*, 2013, 52, 1, p. 77–83.

## MULTI-RECYCLING BIOFORMULATION FIELD EFFICACY IN POTATO LATE BLIGHT CONTROL

A.I.Bogdanov, J.A.Titova

Multi-recycling bioformulations (MBF) based of strain-producers *Trichoderma asperellum* T-32 and T-36 were tested for the Potato late blight control. Field efficiency of single treatment by MBF (titre  $\times 10^7$  CFU-Meg, 1 kg/1.5 t of tubers, or 2 kg/hectare) is 33-59%. Reliable growth-stimulating effect on potatoes was observed due to increase of assimilating surface of plants by 1.2-1.6 times; crop yield was 1.5 times higher, than that in control. Under the influence of laboratory samples of granulated MBF, the Potato late blight development reliably decreased by 1.8-2.2 times. Application of MBF increased overall effectiveness of basic agrotechnical and protective measures by 1.2 times.

**Keywords:** *multi-recycling bioformulation, field efficiency, Trichoderma asperellum strains, Potato late blight control.*

А.И.Богданов, аспирант, bagdanaff0808@mail.ru  
Ю.А.Титова, к.б.н., juli1958@yandex.ru

УДК 632.954:630.17:582.5/9

## ДЕЙСТВИЕ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ

А.Б. Егоров, А.Н. Партолина

*Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства*

Представлены результаты трехлетних исследований эффективности действия баковых смесей гербицидов раундап, арсенал и анкор-85 на нежелательную древесно-кустарниковую растительность при разных способах обработки - опрыскивание и инъекция в стволы деревьев. Рассматривается возможность использования гербицидов против наиболее распространенных лиственных пород (осины, ольхи серой, березы, видов ивы) на разных лесохозяйственных объектах с целью ухода за хозяйственно-ценными хвойными породами.

*Ключевые слова:* лесное хозяйство, лесовосстановление, нежелательная растительность, гербицид, арборицид, баковая смесь, инъекция в ствол, древесно-кустарниковая растительность, биологическая эффективность.

В таежной зоне европейской части России в течение последних десятилетий наблюдается процесс нежелательной смены хвойных пород малоценными лиственными. Основные причины этого негативного явления - низкое качество, недостаточное количество или отсутствие проведения уходов за хвойными молодняками на образовавшихся сплошных вырубках (Егоров, 2002). Механические способы устранения нежелательной растительности весьма трудоемки, недостаточно эффективны, имеют короткий период защитного действия и, наконец, не всегда выполнимы. В сложившихся современных условиях и в ближайшем обозримом будущем наиболее эффективным является применение для этих целей гербицидов. Их использование, как показали многолетние исследования предыдущих лет, перспективно при подготовке площадей под лесные культуры и при последующих уходах за ними, так как это способствует более быстрому росту недостаточно конкурентоспособных хвойных пород (Шутов и др., 1989; Егоров, Жигунов, 2009). В частности, применение баковых смесей препаратов с разным спектром и механизмом действия против нежелательной растительности позволяет повысить эффективность химических уходов, расширить спектр действия гербицидов на нежелательную растительность, предотвратить или замедлить развитие устойчивости нежелательных растений к гербицидам, уменьшить химическую и токсическую нагрузку на экосистемы, сократить кратность обработок и снизить стоимость гектарной нормы применения препаратов (Быков и др., 2004; Егоров, Трофимов, 2009; Егоров, Гусева, 2011; Гусева, 2012). Кроме того, актуальность использования бако-

вых смесей в лесном хозяйстве связана с тем, что ассортимент разрешенных для производственного использования гербицидов сравнительно небольшой. Наиболее важными гербицидами из зарегистрированных для применения на землях лесного фонда являются раундап, ВР (360 г/л глифосата кислоты), арсенал, ВК (250 г/л имазапира) и анкор-85, ВДГ (750 г/кг сульфометурон-метила кислоты в виде калиевой соли) (Список пестицидов..., 2013).

При подготовке вырубок под посадку лесных культур химическая обработка каким-нибудь одним гербицидом (содержащим одно действующее вещество) зачастую не обеспечивает полного отмирания нежелательной древесно-кустарниковой растительности, что в дальнейшем приводит к ее быстрому возобновлению. Данных об эффективности действия на лиственные породы баковых смесей перечисленных выше гербицидов при применении их способом опрыскивания недостаточно.

Химический уход за культурами ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) осуществляется с применением раундапа или других глифосатсодержащих препаратов, эффективность действия которых достаточно полно изучена (Мартынов и др., 1998; Егоров, 2002). Однако обработка нежелательной древесной растительности даже максимальной нормой раундапа (8 л/га), разрешенной для применения, не всегда обеспечивает необходимый результат, так как, например, многие виды ивы довольно устойчивы к глифосату. В то же время известно, что ива высокочувствительна к арсеналу, однако данный препарат обладает низкой селективностью по отношению к ели и может быть применен лишь в низких нор-

мах расхода. В связи с этим представляет интерес изучение возможности ухода за культурами ели методом опрыскивания баковыми смесями раундапа с небольшими добавками арсенала.

Кроме химических уходов методом опрыскивания в лесном хозяйстве России и зарубежных странах применяется способ инъекции гербицидов (арборицидов) в стволы деревьев нежелательных пород (Красиков, 1987; Егоров, 1992; Егоров, 2000). Цель такой обработки - добиться отмирания не только надземной части дерева, но и корневой системы для того, чтобы полностью предотвратить вегетативное возобновление - образование пнеевой поросли\* и корневых отпрысков.\*\*Наиболее часто делают инъекции в стволы деревьев осины, которая способна образовывать корневые отпрыски на расстоянии до 30-35 метров от ствола (пня) (Егоров, 2000; Егоров и др., 2012). При химическом уходе за культурами и естественными древостоями хвойных пород в фазе жердняка\*\*\* способом инъекции рекомендуется применять арсенал и раундап в разных нормах (концентрациях), в зависимости от дре-

весной породы и размеров дерева (Егоров, Жигонов, 2009). Данные об эффективности действия баковых смесей этих препаратов, а также гербицида анкор-85 при инъекции в стволы деревьев лиственных пород отсутствуют.

Поэтому основной целью данной работы являлось изучение возможности и перспективности применения баковых смесей гербицидов в лесном хозяйстве при разных способах обработки (опрыскивание и инъекция) в борьбе с нежелательными лиственными породами и подбор оптимальных сочетаний препаратов, обеспечивающих высокую биологическую и экономическую эффективность.

\*Пнеевая поросль - вегетативные побеги на пнях.

\*\*Корневые отпрыски - вегетативные побеги, образующиеся от корневых систем древесных пород.

\*\*\* Жердняк - древостой, находящийся в периоде интенсивного роста, когда стволы имеют размеры жердей (II класс возраста, то есть от 21 до 40 лет хвойные и твердолиственные породы семенного происхождения; от 11 до 20 лет мягко- и твердолиственные породы порослевого происхождения).

#### Методика исследований

Для решения поставленной задачи были выполнены полевые мелкоделяночные опыты на сплошной вырубке, в культурах ели и в осиново-еловом насаждении в фазе жердняка. Опыты проведены в Гатчинском районе Ленинградской области (подзона средней тайги) по общепринятой в лесном хозяйстве методике (Методика испытаний..., 1990). Обработка проводилась следующими препаратами: раундап ВР (360 г/л); арсенал ВК (250 г/л) и анкор-85 ВДГ (750 г/кг) и их смесями.

Первый опыт был выполнен на сплошной вырубке 3-летней давности в кисличном типе лесорастительных условий. Опрыскивание проведено 27 июня 2011 года с применением моторного опрыскивателя «Штиль». Расход рабочей жидкости 200 л/га. Опыт включал 6 вариантов применения гербицидов в различных нормах и сочетаниях. Древесная растительность находилась в стадии активного линейного роста побегов и представлена осиной (*Populus tremula* L.), березой бородавчатой (*Betula pendula* Roth), ольхой серой (*Alnus incana* L.), ивой (виды) (*Salix* spp.). Средняя высота лиственных пород на момент обработки составляла 1-1.5 м.

Второй опыт был выполнен в лесных культурах ели европейской в черничном типе лесорастительных условий. Сплошное опрыскивание проведено 21 сентября 2010 года с применением моторного ранцевого опрыс-

кивателя «Штиль». Расход рабочей жидкости 150 л/га. К моменту обработки ель закончила линейный рост и сформировала почки. Опыт включал 5 вариантов. Нежелательные древесные породы представлены видами ивы, ольхой серой и видами березы. Средняя высота лиственных пород на момент обработки составляла 1.5-2 метра, высота культур ели 30-40 см.

Третий опыт выполнен в смешанном двухъярусном осиново-еловом насаждении в фазе жердняка с лесными культурами ели европейской во втором ярусе. Опыт включал 7 вариантов. Обработка деревьев осины в количестве 175 штук (25 деревьев на вариант опыта) способом инъекции проведена 14 июля 2011 года. Средняя высота деревьев 8-10 м, диаметр на высоте 1.3 метра - 10-12 см. В каждом дереве делали по одной насечке (зарубке) шириной 1 см и глубиной 1 см в древесине (не считая коры). В насечку дозатором заливали по 1 мл рабочей жидкости гербицидов, меняя только состав и концентрацию в зависимости от варианта. Раундап растворяли в воде в соотношении 1:3, арсенал - 1:20, анкор-85 смешивали с водой в соотношении 1:150.

В данных опытах эффективность действия препаратов в год обработки оценивали по доле отмерших листьев от их общего количества (%), на следующий год - по доле отмерших деревьев (%).

#### Результаты исследований

В опыте на сплошной вырубке наблюдения проводили в течение двух вегетационных сезонов. Учеты первого года исследования показали, что гербициды и их смеси действовали на лиственные породы с разной скоростью и интенсивностью (подробное описание результатов приве-

дено в предыдущей статье А.Н.Партолиной (Гусева, 2012).

К концу первого вегетационного сезона у всех древесных пород во всех вариантах опыта было обеспечено усыхание листьев не менее, чем на 90% (табл. 1).

Таблица 1. Эффективность действия гербицидов на древесно-кустарниковую растительность в полевом опыте на вырубке (обработка 27.06.2011 г., учеты 05.09. 2011 г. и 29.06. 2012 г.)

Гербицид, норма применения препарата	Отмершие листья (деревья), % от общего количества								Стоимость гербицидов, руб./га
	Ива		Ольха		Осина		Береза		
	05.09. 2011	29.06. 2012	05.09. 2011	29.06. 2012	05.09. 2011	29.06. 2012	05.09. 2011	29.06. 2012	
Раундап, 4 л/га+ арсенал, 0,5 л/га+ анкор-85, 75 г/га	100	100	98	100	-	-	100	100	2600
Раундап, 2,7 л/га + арсенал, 1 л/га+ анкор-85, 100 г/га	100	100	100	100	100	100	100	100	3370
Раундап, 4 л/га + анкор-85, 150 г/га	100	95	90	100	100	98	100	100	2390
Арсенал, 1,5л/га + анкор-85, 150 г/га	100	100	93	100	90	100	100	100	4005
Раундап, 8 л/га (базовый вариант)	100	92	100	98	100	100	100	100	4160
Арсенал, 3 л/га (базовый вариант)	97	100	85	100	97	100	95	100	5310

Учет, сделанный на следующий год после химической обработки, следует считать наиболее показательным, так как он проводился по доле отмершей древесно-кустарниковой растительности. По данным заключительного учета во всех вариантах с баковыми смесями гербицидов эффективность составляла 100% или была близкой к этому значению. Исключение составил лишь вариант - раундап, 4 л/га + анкор-85, 150 г/га, эффективность действия которого на виды ивы и осину была несколько ниже - 95 и 98%, соответственно, за счет локального восстановления листьев в кронах (табл. 1).

Раундап даже в максимально разрешенной норме 8 л/га не полностью подавил иву и ольху (92 и 98%). Арсенал (3 л/га) характеризовался довольно медленным проявлением эффекта, но в конечном итоге обеспечил 100% отмирание всех имеющихся листовых пород. Береза отмерла полностью и на второй год после обработки не восстанавливалась ни в одном из вариантов опыта, что объясняется ее высокой чувствительностью к препаратам глифосата. В целом опыт продемонстрировал некоторое преимущество трехкомпонентных баковых смесей по общей эффективности действия на нежелательную древесную растительность, представленную всеми основными породами, по сравнению с применением одного раундапа в максимальной норме.

Как известно, при подготовке сплошных вырубок под посадку лесных культур хвойных по-

род необходимо устранять не только нежелательную древесно-кустарниковую растительность, но и травянистую (Егоров, Жигунов, 2009; Егоров, Трофимов, 2009). В данном опыте также проводились исследования относительно действия баковых смесей на нежелательную травянистую растительность вырубки (Гусева, 2011; Егоров, Гусева, 2011). Установлено, что наиболее эффективными вариантами следует считать двух- и трехкомпонентные смеси, в составе которых есть раундап в нормах 2,7 и 4 л/га (табл. 1). Обработка такими баковыми смесями позволяет подавлять или резко ограничивать рост типичных видов трав на протяжении двух вегетационных сезонов (Егоров, Гусева, 2011). Применение базовых вариантов (раундап, 8 л/га; арсенал, 3 л/га) в целом позволяет эффективно подавлять рост нежелательной древесно-кустарниковой растительности, в то время как травянистая растительность после обработки этими препаратами уже через 1-2 месяца начинает быстро восстанавливаться (Егоров, Гусева, 2011). В таком случае необходима повторная обработка однокомпонентными гербицидами, что связано с дополнительными трудовыми и финансовыми затратами.

Следует отметить, что применение баковых смесей гербицидов позволяет не только эффективно подавить рост широкого спектра видов нежелательной древесно-кустарниковой и травянистой растительности, но и повысить экономическую эффективность. При этом снижаются нормы применения препаратов и стоимость гер-

бицидов\* из расчета на 1 га в 1.5-2 раза.

Наиболее предпочтительным в экономическом плане с учетом биологической эффективности следует признать вариант раундап, 4 л/га + арсенал, 0.5 л/га + анкор 85, 75 г/га. Кроме того, за счет продолжительности эффективного действия смесей гербицидов на нежелательную растительность снижаются трудозатраты на опрыскивание по сравнению с базовыми вариантами, в которых необходима двукратная обработка.

Во втором опыте учеты проводились на следующий год после обработки и заключительный - в 2012 г. По результатам учетов 2011 года было

установлено, что применение баковых смесей с незначительными добавками арсенала от 0.1 до 0.5 л/га позволило повысить эффективность подавления лиственных пород по сравнению с вариантами применения раундапа в нормах 6 и 8 л/га (табл. 2). Однако в варианте раундап, 4 л/га + арсенал, 0.5 л/га были отмечены повреждения культур ели от гербицидов. Заключительный учет 2012 года показал, что в вариантах, где были применены баковые смеси, эффективность действия гербицидов несколько повысилась по сравнению с учетом прошлого года и составляла 95-100%. (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность действия гербицидов на древесно-кустарниковую растительность в полевом опыте при уходе за культурами ели (обработка 21.09.2010, учеты 14.07.2011 и 28.06.2012)

Гербицид, норма применения препарата	Отмершие деревья, % от общего количества						Стоимость гербицидов руб./га
	Ива		Ольха		Береза		
	14.07.2011	28.06.2012	14.07.2011	28.06.2012	14.07.2011	28.06.2012	
Раундап, 4 л/га + арсенал, 0.1 л/га	90	<b>95</b>	83	<b>90</b>	100	<b>100</b>	<b>1220</b>
Раундап, 4 л/га + арсенал, 0.3 л/га	89	<b>95</b>	98	<b>99</b>	100	<b>100</b>	<b>1570</b>
Раундап, 4 л/га + арсенал, 0.5 л/га	99	<b>100</b>	100	<b>100</b>	100	<b>100</b>	<b>1925</b>
Раундап, 6 л/га	59	<b>55</b>	95	<b>90</b>	100	<b>100</b>	<b>1560</b>
Раундап, 8 л/га (базовый вариант)	66	<b>60</b>	94	<b>95</b>	100	<b>100</b>	<b>2080</b>

\*Средняя стоимость гербицидов на 2014 год составляет: анкор-85 -9000 руб./кг, арсенал - 1770 руб./л, раундап - 260 руб./л.

В данных вариантах увеличилось количество деревьев лиственных пород (ивы и ольхи), которые прекратили рост и развитие. На делянках, где обработка проводилась раундапом (6 и 8 л/га), виды ивы и ольха серая продолжали частично восстанавливаться. Береза, как наиболее чувствительная порода к глифосату, полностью отмерла во всех вариантах опыта. Ель, получившая в 2011 году повреждения от применения смеси с добавкой арсенала 0.5 л/га, восстановилась - торможение роста прекратилось, побеги текущего года приобрели типичный вид; тем не менее, данный вариант обработки нельзя рекомендовать для дальнейшего производственного применения.

При уходе за культурами ели применение баковых смесей раундап, 4 л/га + арсенал, 0.1-0.3 л/га позволяет не только эффективно подавить нежелательную древесно-кустарниковую растительность на длительный период, но и снизить стоимость гектарной нормы применения препаратов по сравнению с базовым вариантом (раундап, 8 л/га). Так, стоимость обра-

ботки смесями гербицидов составляет 1220-1570 рублей, а применение раундапа, 8 л/га обходится намного дороже - 2080 рублей (табл. 2). Раундап в более низкой норме (6 л/га) недостаточно эффективен по действию на ольху серую и виды ивы.

В опыте по химическому уходу за елью в смешанном древостое в фазе жердняка, где обработка деревьев проводилась способом инъекции, баковые смеси тех же препаратов, что и в двух предыдущих опытах, действовали на деревья осины иначе, чем при опрыскивании. Первый учет, проведенный через 30 дней после обработки (14 августа), показал, что наилучшие результаты получены в вариантах обработки раундапом или смесью раундапа с арсеналом (табл. 3). В варианте, где была использована смесь анкора-85 с раундапом, доля отмерших деревьев была в 2.5 раза меньше, чем в лучших вариантах. В остальных вариантах отмирания деревьев не наблюдалось, за исключением варианта, где была использована трехкомпонентная баковая смесь (4% отмерших деревьев).

Таблица 3. Биологическая эффективность действия гербицидов на осину, обработанную способом инъекции в стволы (обработка 14.07.2011, учеты 2011 и 2012)

Гербицид, норма применения препарата на одно дерево	Отмирание деревьев, %			Стоимость гербицидов, руб. на 1000 деревьев
	14.08. 2011	07.09. 2011	28.06. 2012	
Раундап, 0.33 мл	67	98	100	85.80
Арсенал, 0.047 мл	0	0	99	83.19
Анкор-85, 0.0066 г	0	59	58	59.40
Раундап, 0.33 мл + арсенал, 0.047 мл	53	94	100	168.99
Анкор-85, 0.0066 г + арсенал, 0.047 мл	0	0	76	142.59
Анкор-85, 0.0066 г + раундап, 0.33 мл	26	98	100	145.20
Раундап, 0.33 мл + анкор-85, 0.0066 г + арсенал, 0.047 мл	4	88	99	228.39

Учет через 2.5 месяца после обработки показал, что эффективность действия гербицидов во многих вариантах существенно возросла. Баковые смеси гербицидов и раундап показали эффективность 88-98% (табл. 3), кроме смеси анкора-85 с арсеналом, где эффективность была нулевой, как и при первом учете. После применения анкора-85 отмерло лишь немногим более половины деревьев. В варианте, где обработка проводилась лишь одним арсеналом, деревья осины оставались внешне неповрежденными.

Следует отметить тот факт, что при введении в насечку рабочей жидкости во всех вариантах, где был предусмотрен анкор-85, ее всасывание в проводящую систему дерева происходило значительно медленнее, чем в других вариантах. Скорее всего, это можно объяснить препаративной формой гербицида (ВДГ). Добавка анкора-85 к раундапу и арсеналу по-разному повлияла в дальнейшем на эффективность смесей. Так, смесь анкора-85 с раундапом через 2.5 месяца после обработки практически полностью подавила рост деревьев (эффективность 98%), а в варианте со смесью арсенала с анкором-85 полного отмирания деревьев осины вообще не наблюдалось.

Заключительный учет, проведенный через

год после обработки, показал, что наиболее высокая эффективность подавления осины (99-100%) наблюдалась в следующих вариантах: раундап, арсенал, раундап + арсенал, анкор-85 + раундап, раундап + анкор-85 + арсенал. Варианты, где были применены анкор-85 в отдельности и его смесь с арсеналом, показали эффективность намного ниже - 58 и 76% соответственно (табл. 3). В этих вариантах сохранившие жизнеспособность деревья характеризовались лишь частично поврежденными (изреженными) кронами.

В опыте с инъекцией гербицидов в стволы осины двух - и трехкомпонентные смеси не показали никаких преимуществ по сравнению с действием по отдельности раундапа и арсенала, то есть по сравнению с базовыми (общепринятыми) вариантами, применяемыми в настоящее время на практике. Эффективность действия смесей изученных нами гербицидов при инъекции резко отличается от их эффективности действия на древесную растительность при опрыскивании. В экономическом плане варианты со смесями в этом опыте также уступили вариантам с отдельным применением раундапа и арсенала (табл.3).

### Выводы

Обобщая результаты выполненных опытов, можно сделать вывод, что применение баковых смесей гербицидов (арборицидов) позволяет существенно усовершенствовать химический метод борьбы с нежелательными листовыми древесными породами. При опрыскивании смесями гербицидов разных химических классов и препаративных форм (раундап, анкор-85, арсенал) достигнута более высокая общая эффективность подавления всех основных пород, ограничивающих рост хвойных в таежной зоне евро-

пейской части России - осины, ольхи серой, березы и видов ивы. Однако, если обработка деревьев производится способом инъекции, то введение в состав смесей анкора-85, препарата в твердой препаративной форме (водно-диспергируемые гранулы) не повышает, а в некоторых случаях даже снижает биологическую эффективность. Этот препарат при добавлении его в рабочую жидкость не образует истинного раствора и, по-видимому, препятствует активному ее поступлению в сосудистую систему деревьев.

При предварительной подготовке площадей (вырубок) под посадку лесных культур в производственных лесорастительных условиях наиболее перспективно применение трехкомпонентных смесей со следующими нормами применения препаратов: раундап (от 2.7 до 4 л/га) + арсенал (от 0.5 до 1 л/га) + анкор-85 (от 75 до 100 г/га). Кроме того, двухкомпонентная смесь раундап (4 л/га) + арсенал (1.5 л/га) также показывает высокие результаты по подавлению нежелательной древесной растительности. Данные баковые смеси полностью подавляют рост и развитие основных лиственных пород, а также эффективно препятствуют развитию нежелательной травянистой растительности в течение двух вегетационных сезонов, что создает благоприятные условия (отсутствие конкурирующей растительности) для роста впоследствии высаженных культур сосны и ели.

При лесоводственном уходе за культурами ели способом опрыскивания можно рекомендовать применение смесей раундапа в пониженной норме 4 л/га с небольшими добавками арсенала в нормах 0.1-0.3 л/га, так как они обладают более выраженным действием на виды ивы и ольху се-

рую, чем примененный в отдельности раундап в нормах 6 и 8 л/га. Обработка данными смесями подавляет рост лиственных пород и препятствует повторному отрастанию побегов, поросли и отпрысков.

Применение способом опрыскивания рекомендуемых баковых смесей гербицидов наряду с высокой биологической эффективностью позволяет значительно снизить стоимость гектарной нормы применения препаратов по сравнению с базовыми (общепринятыми) вариантами, предусматривающими использование одного гербицида в максимально разрешенной норме.

При химическом уходе за хвойными породами способом инъекции препаратов в стволы деревьев смеси раундапа и арсенала в испытанных нормах не показали преимуществ по сравнению с их применением в отдельности (эффективность в этих вариантах 99-100%). Установлено, что применение анкора-85 при инъекциях отдельно или в баковых смесях с другими препаратами нецелесообразно. Однако следует продолжить исследования по применению баковых смесей раундапа и арсенала в более низких нормах расхода.

#### Литература

- Быков Н.В., Сергиенко В.Г., Красновидов А.Н. Перспективные гербициды, арборициды и их баковые смеси для борьбы с нежелательной растительностью в лесу // Теория и практика химического ухода за лесом: Труды СПбНИИЛХ. СПб, 2004, с. 29-40.
- Гусева А.Н. Высокоэффективный метод химической борьбы с нежелательной растительностью в лесокультурном производстве // Перспективы инновационного развития лесного хозяйства. - Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та., 2011, с. 34-37.
- Гусева А.Н. Смеси современных гербицидов в борьбе с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью в лесном хозяйстве // Вестник защиты растений. СПб-Пушкин, 2012, 2, с. 54-57.
- Егоров А.Б., Трофимов Л.Н. Перспективы использования гербицидов при обработке почвы под культуры сосны и ели // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. СПб: СПбГЛТА - 2009, 189, с. 70-80.
- Егоров А.Б. Арсенал - эффективный арборицид для применения способом инъекции в стволы деревьев // Лесное хозяйство. 2000, 4, 53 с.
- Егоров А.Б. Использование новых арборицидов для подавления корнеотпрысковой способности осины // Лесоведение. М., Лесоведение, 1992, 5, с. 38-45.
- Егоров А.Б. Лесоводственно - технологические основы лесовосстановления с применением химического метода в условиях европейской части таежной зоны России / Автореф. докт. дисс, СПб, СПбНИИЛХ, 2002, 46 с.
- Егоров А.Б., Гусева А.Н. Смеси современных гербицидов в борьбе с нежелательной растительностью в лесном хозяйстве // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. СПб, 2011, 197, с. 70-79.
- Егоров А.Б. Жигунов А.В. Лесовосстановление с применением химического метода. Учеб. пособие. СПб, 2009, 68 с.
- Егоров А.Б., Павлюченков Н.А., Павлюченкова Л.Н. Формирование молодняков ели и березы на сплошных вырубках после предварительной химической подсушки осины // Лесоведение, 2012, 2, с. 61-65.
- Красиков С.А. Факторы эффективности применения арборицидов способом инъекции // Химический уход за лесом. Сб. научн. тр. ЛенНИИЛХ, Л., 1987, с. 127-136.
- Мартынов А.Н., Красновидов А.Н., Фомин А.В. Применение раундапа в лесу. СПбНИИЛХ, СПб, 1998, 148 с.
- Методика испытаний гербицидов и арборицидов в лесном хозяйстве: методические рекомендации. ЛенНИИЛХ, Л., 1990, 42 с.
- Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. 2013 год. Справочное издание // Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 2013, 4, 636 с.
- Шутов И.В., Бельков В.П., Мартынов А.Н. и др. Применение гербицидов и арборицидов в лесовыращивании / Справочник. М., Агропромиздат, 1989, 223 с.

THE EFFECT OF TANK MIXTURES OF HERBICIDES ON UNDESIRABLE DECIDUOUS  
TREE SPECIES AT DIFFERENT WAYS OF TREATMENT IN FORESTRY

A.B.Egorov, A.N.Partolina

The results of three-years research on the effect of tank mixtures of herbicides (Roundup, Arsenal, Anchor-85) on shrubby vegetation are presented by use of different methods of treatment, i.e. spraying and injections. The use of herbicides against the most common undesirable species (aspen, alder, birch and willow) in different conifer forest sites is discussed.

*Keywords: forestry, reforestation, unwanted vegetation, herbicide, arboricide, tank mixture, shrubby vegetation, biological efficiency.*

А.Б.Егоров, д.с.-х.н., herb.egorov@yandex.ru  
А.Н.Партолина, к.с.-х.н., partolina.anna.spb@gmail.com

УДК 632.937.14:577.121

## ОСОБЕННОСТИ БИОКОНВЕРСИИ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ ШТАММАМИ-ПРОДУЦЕНТАМИ БИОПРЕПАРАТОВ

Ю.А. Титова, В.В. Долгих, А.И. Богданов

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Проведена оценка содержания лигнина, целлюлозы и белков на всех этапах стерилизации автоклавированием при 132°C мультиконвертированных съедобными макромицетами *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (шии-таке), *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr.) Kumm НК-35 (вешенка), *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach X-22 (шампиньон) и далее коллекционными штаммами *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf. et Nirenberg T-32 и T-36 субстратах.

Наиболее активная трансформация происходила в репродуктивную стадию каждого из конвертантов: биоконверсия *L. edodes* - небольшое количество низкомолекулярных белков, снижение содержания лигнина и достоверное - целлюлозы в 1.1 и 1.5 раза, соответственно, вторичная биоконверсия *P. ostreatus* НК-35 - самое малое количество низкомолекулярных белков, достоверное снижение содержания лигнина и целлюлозы в 1.5 и 2.2 раза относительно содержания в исходном интактном субстрате.

Исследования проведены в цикле работ по разработке биопрепаратов для защиты растений.

**Ключевые слова:** биоконверсия белков, биоконверсия полисахаридов, мажорные компоненты субстрата, штаммы *Trichoderma asperellum*, мультиконверсионные биопрепараты.

Биоконверсия - процесс превращения веществ с участием живых организмов (ВП-П8-2322, 2012) и поскольку при биоконверсии происходит, в частности, превращение органических отходов в полезные для использования в народном хозяйстве продукты - это одно из важнейших направлений безотходных ресурсосберегающих биотехнологий. Биоконверсия решает одновременно производственные и природоохранные задачи, а также включается в цикл исследований по разработке биопрепаратов для защите растений (Титова, 1998, 2013; Тищенко, 2005).

На основе паспортизованных высокоактивных штаммов *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf. et Nirenberg T-32 и T-36, хранящихся в коллекции микроорганизмов ВИЗР, разработаны с использованием мультиконвертированных отходов сельского хозяйства и деревоперерабатывающей промышленности новые полифункциональ-

ные биопрепараты для защиты растений (Коршунов и др., 2001; Титова и др., 2002, 2013).

В литературе практически отсутствуют сведения о механизмах и путях трансформации мажорных компонентов (полисахаридов и белков) субстратов в процессе многоступенчатой биоконверсии. Цель исследования - охарактеризовать особенности биоконверсии мажорных компонентов субстратов штаммами *T. asperellum* T-32 и T-36 - продуцентами мультиконверсионных биопрепаратов. Для достижения поставленной цели решали задачи получения образцов мультиконвертированных субстратов, выявления количественных показателей их мажорных компонентов, характеристики особенностей и сравнения путей трансформации полисахаридов и белков различных субстратов в процессе многоступенчатой биоконверсии различными конвертантами.

### Методика исследований

Работу проводили на базе лаборатории микробиологической защиты растений ВИЗР. В качестве объектов исследования использовали стерилизованные автоклавированием при 132°C образцы интактных отходов техногенной сферы: опилки дубовые, отруби пшеничные - 10% для *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (шии-таке), лузга гречихи и подсолнечника (1:1), опилки смешанные - 7% для *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr.) Kumm НК-35 (вешенки), CaCO<sub>3</sub> - 0.1%, CaSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - 1% по весу 70% влажности субстрата, и мультиконвертированных съедобными макромицетами *L. edodes*, *P. ostreatus* НК-35, *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach X-22 (шампиньон) и коллекционными штаммами *T. asperellum* T-32 и T-36 субстратов. В образцах разных стадий мультимиконверсии определяли наличие и количественное содержание мажорных компо-

нентов - лигнина, целлюлозы и белков методами Комарова с 72% серной кислотой, Кюршнера и Ганека с азотной кислотой, электрофореза в полиакриламидном геле с додецилсульфатом натрия и 12% Трис-глицин буфером (12% Tris-glycine SDS-PAGE analysis), соответственно (Комаров, 1934; Laemmly, 1970; Кюршнер и др., 1974). При определении содержания целлюлозы и лигнина в процентах от веса исходного субстрата принимали, что содержание золы в образцах остается постоянным. Расчет содержания мажорного компонента производили по формуле:  $C = 100m_i / (m_0 - m_0)\rho$ , где  $\rho$  - влажность образца субстрата,  $m_i$  - масса искомого биополимера (целлюлоза, лигнин),  $m_0$  - общая масса образца субстрата (Оболенская и др., 1955). Контролем служили неконвертированные субстраты после стерилизации. Пробы белков для проведе-

ния электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН-ПАГЭ) смешивали с равным объемом 125 мМ Трис-НСl буфера, содержащего 4% ДСН, 10% 2-меркаптоэтанол (2-МЭ), 20% глицерин и инкубировали в течение 10 мин при 95°C. Белки разделяли с помощью стандартного метода (Laemmly, 1970) в 12% ПААГ с использованием камеры Mini-PROTEAN® (Bio-Rad, США) и окрашивали с помощью красителя Кумасси R-250. В качестве стандартов молекулярного веса белков использовали набор маркеров от 13 до 116 кДа (Fermentas, Литва).

Для решения задач получения образцов мультикон-

вертированных субстратов, выявления количественных показателей их мажорных компонентов, характеристики особенностей и сравнения путей их трансформации в процессе многоступенчатой био конверсии различными конвертантами применяли методы Комарова, Кюршнера и Ганека, электрофореза белков в денатурирующих условиях (SDS-PAGE analysis). Характеристика особенностей био конверсии мажорных компонентов субстратов штаммами *T. asperellum* T-32 и T-36 выявила их активную трансформацию не только последними, но и предыдущими конвертантами.

### Результаты исследований

Наблюдали эффективную первичную конверсию интактных субстратов съедобными макромицетами *L. edodes* и *P. ostreatus* НК-35 - пронизывание мицелием и формирование уплотненных началом переходной стадии мицелиальных блоков, далее морфогенез и рост базидиом. Последовательная мультимио конверсия *P. ostreatus* НК-35, *A. bisporus* X-22 и далее штаммами-продуцентами *T. asperellum* T-32 и T-36, отработанных шии-таке (*L. edodes*) субстратов, также была эффективной и сопровождалась наполнением последних мицелием и примордиями макромицетов, мицелием и спороношением микромицетов.

В образцах конвертируемых субстратов на разных этапах био конверсии определяли количественные характеристики трансформации мажорных компонентов -лигнина, целлюлозы и общего белка.

Можно отметить, что утилизация лигнина и целлюлозы на первом и втором этапах био конверсии шии-таке и вешенкой субстрата проходила весьма активно: количество лигнина достоверно уменьшилось в 1.3 раза, целлюлозы -1.5 раза по сравнению с их количеством в интактном субстрате для *L. edodes* (рис.). Причем утилизация вешенкой оставшегося после био конверсии шии-таке лигнина сопряжена с метаболизмом большего количества целлюлозы. Соотношение лигнина и целлюлозы в субстратах при мультимио конверсии штаммами *T. asperellum* T-32 и T-36 сохранялось. Кроме того, относительные количества этих полисахаридных компонентов в процессе развития на конверсионных субстратах микромицетов не уменьшились и остались, практически, на уровне исходных значений. Это свидетельствует о том, что, по крайней мере, лигнин мультимио конверсионных субстратов не был вовлечен в метаболические процессы вегетативной и репродуктивной стадий развития

*T. asperellum* T-32 и T-36, а целлюлоза - лишь на 2%.

Рост и развитие штаммов-продуцентов биопрепаратов для защиты растений *T. asperellum* T-32 и T-36 на мультимио конверсионных субстратах происходили за счет утилизации грибного белка макромицетов и легкоусваиваемых растворимых продуктов метаболизма последних.

Как следует из данных фореграммы, во всех образцах различных этапов био конверсии присутствуют небольшие количества низкомолекулярных белков и пептидов с массами порядка 14-18 kDa, хотя наличие высокомолекулярных белков прослеживается на макроуровне при развитии на субстратах различных организмов -*L. edodes*, *P. ostreatus* НК-35, *A. bisporus* X-22, *T. asperellum* T-32, *T. asperellum* T-36 (рис.).

Полученные данные свидетельствуют о био конверсии и трансформации высокомолекулярных белков предыдущего конвертанта последующим, строящим свой порядок и структуру на каждом этапе колонизации субстрата. Особенности технологии промышленного культивирования съедобных грибов включают высокотемпературную обработку субстратов для их стерилизации и денатурации трудноусваиваемых биополимеров, для перевода их олигомеров в растворимую легко утилизируемую мицелием форму, в связи с осмотрфным питанием макро- и микромицетов (Бисько и др., 1983, 1987; Дудка и др., 1992). Поэтому даже в пробах интактных субстратов невозможно обнаружить высокомолекулярные белки, а только их низкомолекулярные олигомеры. Высокотемпературная обработка на каждом этапе мультимио конверсии приводила и к денатурации полипептидов, и к образованию последними комплексов с высокомолекулярными полисахаридами субстрата, обуславливающими значительные их остаточные количества на последних изученных стадиях био конверсии (рис.).

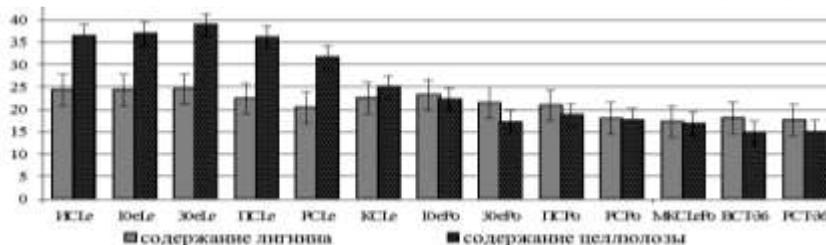


Рис.. Изменение (%) относительных количеств лигнина и целлюлозы при последовательном развитии макро- и микромицетов на мультиконверсионных субстратах: а- мультибиоconversion субстрата, дважды конвертированного *L. edodes* и *P. ostreatus* НК-35 с помощью *T. asperellum* Т-32; б- мультибиоconversion субстрата, дважды конвертированного *L. edodes* и *P. ostreatus* НК-35 с помощью *T. asperellum* Т-36.

"ИС Le" - интактный субстрат для *L. edodes*, "10-е Le" - 10-е сутки роста *L. edodes*, "30-е Le" - 30-е сутки роста *L. edodes*, "ПС Le" - переходная стадия *L. edodes*, "PC Le" - репродуктивная стадия *L. edodes*, "КС Le" - исходный (конверсионный после *L. edodes*) субстрат, "10-е Po" - 10-е сутки роста *P. ostreatus* НК-35, "30-е Po" - 30-е сутки роста *P. ostreatus* НК-35, "ПС Po" - переходная стадия *P. ostreatus* НК-35, "PC Po" - репродуктивная стадия *P. ostreatus* НК-35, "МКС Le Po" - мультиконверсионный субстрат после *L. edodes* и *P. ostreatus* НК-35, "BC T-32" - вегетативная стадия *T. asperellum* Т-32, "BC T-36" - вегетативная стадия *T. asperellum* Т-36, "PC T-32" - репродуктивная стадия *T. asperellum* Т-32, "PC T-36" - репродуктивная стадия *T. asperellum* Т-36.

Свободные высокомолекулярные белки утилизировались сменяющимися друг друга конвертантами (на 100 г мицелия + базидиомы/споры приходится 3 г белков), а мультиконверсионные субстраты обогащались аминокислотами, витаминами, биологически активными веществами, и содержали незначительные количества низкомолекулярных пептидов (Билай и др., 1991; Кушнир и др., 1991; Тищенко, 2005).

Таким образом, мажорные компоненты - полисахариды (лигнин и целлюлоза) и белки - активно метаболизируются на всех этапах биоconversion субстратов от исходных отходов техногенной сферы, технологически подготовленных для культивирования съедобных макромицетов *L. edodes* и *P. ostreatus* НК-35, до образцов мультиконверсионных биопрепаратов на основе штаммов *T. asperellum* Т-32 и Т-36.

Характеристика особенностей биоconversion

версии мажорных компонентов субстратов штаммами *T. asperellum* Т-32 и Т-36 - продуцентами мультиконверсионных биопрепаратов выявила их активную трансформацию не только последними, но и предыдущими конвертантами, метаболизовавшими сложные полимеры отходов техногенной сферы до легко усваиваемых штаммами-продуцентами веществ. Наиболее активная трансформация происходила в репродуктивной стадии каждого из конвертантов: биоconversion *L. edodes* - небольшое количество низкомолекулярных белков, снижение содержания лигнина и достоверное целлюлозы в 1.1 и 1.5 раза, соответственно, вторичная биоconversion *P. ostreatus* НК-35 - самое малое количество низкомолекулярных белков, достоверное снижение содержания лигнина и целлюлозы в 1.5 и 2.2 раза, относительно содержания в исходном интактном субстрате.

#### Литература

Билай В.Т., Бисько Н.А., Володина Е.П., Дудка И.А. Разработка научных основ поверхностного культивирования грибов рода вешенка // Пробл. культивирования съедобных грибов в СССР, Пушино, 1991, с. 3-35.

Бисько Н.А., Бухало А.С., Вассер С.П. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре. Киев, Наук. думка, 1983, 312 с.

Бисько Н.А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. Киев, Наук. думка, 1987, 148 с.

Дудка И.А., Бисько Н.А., Билай В.Т. Культивирование съедобных грибов. Киев, Урожай, 1992, 160 с.

Комаров Ф.П. Руководство к лабораторным работам по химии древесины и целлюлозы. М., Гослестехиздат, 1934, 56 с.

Коршунов Д.В., Бурень В.М., Титова Ю.А. Двустадийная биоconversion отходов сельского хозяйства и про-

мышленности с получением урожая съедобных грибов вешенка и биопрепарата Триходермин для защиты растений // Тез. Всерос. конф. молодых ученых (8-12 апреля 2001 г.). СПб, 2001, с. 36.

Кушнир С.Н., Дворнина А.А., Кимовецкий Н.Н. Новая технология интенсивной культуры вешенки обыкновенной // Пробл. культивирования съедобных грибов в СССР, Пушино, 1991, с. 35-36.

Кюршнер М., Ганек Н. Определение содержания клетчатки в растительных остатках // Методы биохимических анализов. М., Наука, 1974, с. -17.

Оболенская А.В., Щеголев В.П., Аким Г.А. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., Лесн. пром-ть, 1955, 246 с.

Титова Ю.А. Утилизация отходов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности съедоб-

ными грибами - путь к ресурсосберегающей технологии // Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. «Ресурсосберегающие технологии пищевых производств» (12-14 апреля 1998 г.). СПб, 1998, с. 146.

Титова Ю.А., Новикова И.И., Хлопунова Л.Б., Коршунов Д.В. Триходермин на основе вторичной биоконверсии отходов и его эффективность против болезней огурца // Микол. и фитопатол., 2002, 36, 4, с. 76-80.

Титова Ю.А., Хлопунова Л.Б., Коршунов Д.В. Двухэтапная биоконверсия отходов с помощью *Pleurotus ostreatus* и *Trichoderma harzianum* // Микол. и фитопатол., 2002, 36, 5, с. 64-70.

Титова Ю.А. Методология получения мультиконверсионных биопрепаратов для защиты растений // Сб. науч. тр. III Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». ВИЗР, СПб,

2013, 2, с. 396-400.

Титова Ю.А., Богданов А.И. Эффективность мультиконверсионных биопрепаратов на основе штаммов *Trichoderma harzianum* // Сб. науч. тр. III Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». ВИЗР, СПб, 2013, 2, с. 400-404.

Тищенко А.Д. Теория и практика ферментации субстрата для культивирования вешенки // Школа грибоводства, 2005, 2, 32, с. 23-26.

ВП-П8-2322. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года" (утв. Правительством РФ 24.04.2012 № 1853п-П8) [http://www.consultant.ru/law/ref/ju\\_dict/word/biokonversiya/](http://www.consultant.ru/law/ref/ju_dict/word/biokonversiya/)

Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature, 1970, 227, p. 680 -685.

## BIO-RECYCLING OF PLANT SUBSTRATE COMPONENTS BY STRAIN-PRODUCERS OF BIOFORMULATIONS

J.A.Titova, V.V.Dolgikh, A.I.Bogdanov

The quantitative assessment of lignin, cellulose and proteins was carried out at all stages of sterilization of *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr.) Kumm NK-35, *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach X-22 and collection strains of *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf. et Nirenberg T-32 and T-36. The most active transformation happened in reproductive stage: *L. edodes* bioconversion - a small amount of low-molecular proteins, decrease of lignin and cellulose by 1.1 and 1.5 times, respectively; secondary bioconversion of *P. ostreatus* НК-35 - the smallest amount of low-molecular proteins, reliable decrease of lignin and cellulose by 1.5 and 2.2 times against their contents in an initial intact substratum.

*Keywords:* bioconversion, protein, polysaccharide, major component of substratum, *Trichoderma asperellum* strain, multi-conversion, biological preparation.

Ю.А.Титова, к.б.н., juli1958@yandex.ru

В.В.Долгих, к.б.н. dol1slav@yahoo.com

А.И.Богданов, аспирант, bagdanaff0808@mail.ru

УДК 635.21:633.4:632.768.12

## ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ПРОЖОРЛИВОСТЬ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Н.С. Чуликова, А.А. Малога

*Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Новосибирск*

Прожорливость личинок колорадского жука IV возраста и увеличение их массы в течение суток после питания на различных сортах картофеля составили 5.0 см<sup>2</sup> и 0.028 г на один экземпляр, тогда как для III возраста - 3.9 см<sup>2</sup> и 0.030 г, II возраста - 2.1 см<sup>2</sup> и 0.024 г, имаго летнего поколения - 3.0 см<sup>2</sup> и 0.020 г. Данные показатели зависят от биологических особенностей сорта, например от толщины (более 300 мкм), опушенности (более 38 шт./см<sup>2</sup>) и углеводного состава (от 4.1 до 5.9%) листьев растений. Более предпочтительными для питания фитофага оказались сорта Сафо (прожорливость 4.2 см<sup>2</sup>/экз. в сутки) и Луговской (прожорливость 3.8 см<sup>2</sup>/экз. в сут.), а менее - Любава, Хозяюшка, Югана (прожорливость 3.1-3.2 см<sup>2</sup>/экз. в сут.).

*Ключевые слова:* картофель, колорадский жук, прожорливость, толщина листовой пластинки, опушенность, массовая доля водорастворимых углеводов.

Колорадский жук (КЖ) в основном питается на растениях различных видов и родов пасленовых, и даже внутривидовая и внутривидовая изменчивость растений не позволяет им избежать повреждения данным вредителем. Предпочтения в питании фитофага обусловлены биологическими особенностями сортов. Малая прожорливость КЖ на растениях некоторых сортообразцов связана с их антибиотическими, морфологическими, органогенетическими, атрептическими, физиологическими, ингибиторными, оксидативными, некротическими и репарационными свойствами (Шапиро и др., 1991; Вилкова, Иващенко, 2000).

В настоящее время нет единого мнения о причине различной прожорливости фитофага на сортах картофеля и других пасленовых. Чаще всего наблюдается частичный отказ КЖ от питания. Установлено, что меньше повреждаются сорта с плотными, грубыми листьями (толщина листа более 300 мкм) и с сильной опушенностью. Эти свойства растений вызывают затруднения процесса питания и пищеварения фитофага, ухудшение его физиологического состояния (Шапиро, Вилкова, 1979; Методы оценки ..., 2003).

Низкая поедаемость листьев отдельных сортов картофеля КЖ может быть обусловлена также содержанием в них аскорбиновой кислоты и глутатиона (Комизерко, 1959), фенольных со-

единений (Hsiao, Fraenkel, 1968), соланина, демисина (Прокошев, 1947), а также белков (Ларченко, 1955). Однако наиболее выраженные реакции кусания и поедания листьев картофеля КЖ вызывает присутствие водорастворимых углеводов (сахарозы) в массовой доле 2.5-10% на сухое вещество; при превышении 10% уровня эти реакции ослабевают. На личинок сахара действуют более активно, чем другие углеводы - глюкоза, фруктоза и манноза (Hsiao, Fraenkel, 1968; Ушатинская, 1981). Хорошими стимуляторами процессов питания фитофага являются аминокислоты L-аланин, L-аминомасляная кислота и L-серин, причем молекулярная масса аминокислот, стимулирующих питание, не должна превышать 125. Из липидов активизацию питания вызывают только лецитин и фосфатидил L-серин, хотя реакция личинок на эти вещества значительно слабее, чем на сахара и аминокислоты (Ушатинская, 1981).

Все вышеперечисленные особенности растений картофеля в различной степени ухудшают качество пищи и условия питания фитофага, тем самым приводят к существенному снижению степени поврежденности им листьев.

Цель работы - оценить влияния сортовых особенностей картофеля на прожорливость колорадского жука.

### Методика исследований

В лабораторных условиях в 2009-2010 гг. изучали прожорливость личинок II-IV возрастов и имаго КЖ, собранных на посадках 5 сортов картофеля в Новосибирской области: раннеспелом Любава, среднераннем - Сафо, среднеспелых - Луговской, Югана, Хозяюшка. Эксперимент проводили в течение 24 часов при +22...+25°C. Для опыта использовали закрытые пластмассовые чашки Петри диаметром 90 мм, имеющие уступы по бокам нижней стороны крышки для обеспечения вентиляции. В чашки

помещали кружки фильтровальной бумаги, поверх которых размещали 10 долей листа и по 5 экземпляров голодных личинок и имаго. Повторность опыта 3-кратная. Для корма использовали листья верхнего и среднего яруса.

Площадь листовой поверхности (см<sup>2</sup>) измеряли до начала и после кормления фитофага с помощью сканера и компьютерной программы «Листомер» (Руководство пользователя ..., 2008). Съеденную площадь листьев рассчитывали на одну особь (Методические рекомендации по оценке ..., 1987).

Для выявления механизмов устойчивости растений, препятствующих питанию фитофага, использовали морфологический (определение железистого опушения листовой поверхности и толщины листа), физиологический

подходы (биохимический анализ листьев картофеля). Исследования проведены в соответствии с общепринятыми методиками (Методика исследований..., 1995; Методы оценки..., 2003).

### Результаты исследований

Установлено, что КЖ свойственна избирательность в выборе пасленовых культур для питания, в т.ч. в отношении сортов картофеля. По показателям прожорливости личинок и имаго можно выявить сортовые предпочтения фитофага, определить факторы, обуславливающие привлекательность или непривлекательность (избегание).

Нами показано, что на прожорливость вредителя влияют морфологические признаки сорта - опушение и толщина листовой пластинки (доля влияния 92.7%), фаза развития колорадского жука (доля влияния 84.2%), возраст личинок (доля влияния 76.4%).

В среднем по сортам за сутки одним фитофагом съедало 3.5 см<sup>2</sup> листовой ткани (табл. 1).

Таблица 1. Прожорливость колорадского жука на разных сортах картофеля

Сорта	Съеденная листовая поверхность, см <sup>2</sup> /экз. в сут.				Средняя
	имаго летнего покол-я	личинки, возраст			
		II	III	IV	
Сафо	2.5±0.7	2.7±0.7	4.8±1.0	7.0±1.4	4.2±2.1
Луговской	3.4±1.3	3.1±1.0	4.0±1.3	4.9±1.0	3.8±0.8
Хозяюшка	2.8±0.7	1.8±0.6	3.5±1.3	4.5±0.6	3.2±1.1
Югана	3.2±0.7	1.3±0.5	4.1±1.3	4.1±1.3	3.2±1.3
Любава	3.0±0.7	1.6±0.6	3.2±0.7	4.5±0.6	3.1±1.2
Средняя	3.0±0.3	2.1±0.8	3.9±0.6	5.0±1.0	3.5±0.5

Более прожорливыми были личинки IV и III возраста, съеденная ими площадь составляла 5.0 и 3.9 см<sup>2</sup>/экз. в сут. соответственно. Имаго КЖ съедали меньше корма - 3.0 см<sup>2</sup>, а личинка II возраста - 2.1

см<sup>2</sup>/экз. в сут..

Более высокая прожорливость личинок старшего возраста по сравнению с имаго объясняется необходимостью увеличения массы жирового тела для дальнейшего нормального прохождения онтогенеза - окукливания и выхода молодых имаго. Более предпочитаемыми для питания личинок и имаго были листья сортов Сафо и Луговской, где в среднем за сутки имаго и личинки съедали 3.8-4.2 см<sup>2</sup>/экз. в сут., а менее - Хозяюшка, Югана и Любава (3.1-3.2 см<sup>2</sup>/экз. в сут.).

Нами также подтверждено, что на прожорливость колорадского жука оказывали влияние морфологические особенности строения растений, в частности толщина листовой пластинки и ее железистое опушение (табл. 2).

Максимально прожорливы личинки II возраста были на листьях сортов Сафо и Луговской (2.7-3.1 см<sup>2</sup>/экз. в сут.), минимально на Югане и Любаве (1.3-1.6 см<sup>2</sup>/экз. в сут.) (табл. 1). В то же время личинки III возраста были более прожорливы при питании на сорте Сафо - 4.8 см<sup>2</sup>/экз. в сут., а менее на Любаве и Хозяюшке - 3.2-3.5 см<sup>2</sup>/экз. в сут. Для питания личинок IV возраста также был более предпочтителен сортообразец Сафо, где вредитель съедал 7.0 см<sup>2</sup>/экз. в сут., а менее Югана - 4.1 см<sup>2</sup>/экз. в сут. Имаго летнего поколения больше поедали листву сорта Луговской (3.4 см<sup>2</sup>/экз. в сут.), а меньше - Сафо (2.5 см<sup>2</sup>/экз. в сут.).

Таблица 2. Влияние опушенности и толщины листовой пластинки картофеля на прожорливость колорадского жука

Сорта	Количество волосков, шт./см <sup>2</sup> листа	Толщина листовой пластинки, мкм	Прожорливость личинок, см <sup>2</sup> /экз. в сут.			Прожорливость имаго, см <sup>2</sup> /экз. в сут.
			II	III	IV	
Сафо	35.3	237.5	2.7	4.8	7.0	2.5
Луговской	38.0	304.0	3.1	4.0	4.9	3.4
Хозяюшка	39.8	301.7	1.8	3.5	4.5	2.8
Любава	81.7	385.5	1.6	3.2	4.5	3.0
Югана	126.0	302.0	1.3	4.1	4.1	3.2
НСР <sub>05</sub>	4.2	2.7;			0.9.	

Таким образом, прожорливость личинок II возраста ограничена таким фактором, как опушенность листа ( $r = -0.74$ ); для личинок III и IV возраста - толщиной листа ( $r = -0.91$  и  $r = -0.64$  соответственно). На питание имаго данные показатели не влияли ( $r = 0.2$  и  $r = 0.3$  соответственно).

При изучении прожорливости колорадского жука были отмечены и такие экологические ас-

пекты, как увеличение массы насекомого при питании на разных сортах картофеля. Было установлено, что в основном на рост данного показателя влияли сортовые особенности картофеля (доля влияния фактора 80-83%), тогда как возраст личинок и фаза развития фитофага оказывали среднее влияние (доля влияния фактора 17-20%).

В среднем по сортам прирост массы одного фитофага за сутки составил 0.025 г (табл. 3).

Таблица 3. Прирост массы тела колорадского жука при питании на разных сортах картофеля

Сорта	Прирост массы фитофага, г/экз.				Средняя
	в сутки				
	имаго летнего поколения	личинки, возраст			
II		III	IV		
Сафо	0.008	0.010	0.020	0.013	0.013
Луговской	0.038	0.039	0.050	0.056	0.046
Хозяюшка	0.012	0.020	0.028	0.030	0.023
Югана	0.006	0.002	0.004	0.004	0.004
Любава	0.034	0.048	0.050	0.035	0.042
Средняя	0.020	0.024	0.030	0.028	0.025
НСР <sub>05</sub>	0.009	0.008			

Было установлено, что увеличение массы тела личинок зависело от фазы развития колорадского жука. Так, в среднем за сутки для личинок III и IV возраста данный показатель составлял 0.028-0.030 г/экз., а для имаго и личинок II возраста - 0.020-0.024 г/экз. У личинок IV возраста возрастание массы тела мало отличается от таковой у III возраста, хотя их прожорливость самая высокая (5 см<sup>2</sup>/экз. в сут.). Это объясняется возрастной гетерогенностью личинок и их подготовкой к дальнейшему окукливанию, так как перед каждой линькой и окукливанием насекомое прекращает питание, освобождает кишечник и становится неподвижным. Различия в приросте массы тела имаго и личинок старшего возраста объясняемы биологическими особенностями онтогенеза насекомого, которые уже рассматривались ранее.

Значительный прирост массы имаго и личинок наблюдали при питании на Любаве и Луговском (0.042-0.046 г/экз. в сут.), и небольшой на листьях растений Юганы (0.004 г/экз. в сут.). Минимальный прирост массы наблюдали у имаго (0.020 г/экз. в сут.), тогда как у личинок данный показатель увеличивался в соответствии с их возрастом от 0.024 до 0.030 г/экз. в сут. (табл. 3).

Личинки II возраста максимально прибавляли массу тела при поедании листьев сорта Любава (0.048 г/экз. в сут.), тогда как на сорте Югана - всего 0.002 г/экз. в сут. Наибольший прирост массы личинок старшего возраста наблюдали при питании их на сортах Луговской и Любава (0.05-0.056 г/экз. в сут.), а наименьший - на Югане (0.004 г/экз. в сут.). Значительную прибавку массы у имаго отмечали на Луговском - 0.038 г/экз. в сут, а минимальную на сорте Югана - 0.006 г/экз. в сут.

Увеличение массы тела насекомого зависит не только от количества съеденного корма, но и от биохимического состава растения. Поскольку фитофагом усваивается около 50% потребленного корма, а оставшаяся часть теряется с экскре-

ментами, ему необходимо употреблять более питательную пищу, но высокая концентрация сахарозы в листьях картофеля может приводить к снижению прожорливости фитофага.

Исследованные нами сорта характеризовались высоким содержанием сахарозы, массовая доля которой составляла от 4.1% (Луговской) до 8.9% (Югана). Было установлено, что при питании фитофага сортами с высокой концентрацией данного углевода в листьях, прирост массы вредителя снижается ( $r = -0.9$ ). Так, на сортообразце Югана, где содержание сахарозы в листьях составляет 8.9%, увеличение массы колорадского жука минимальное - 0.004 г/экз. в сут., тогда как на Луговском при ее содержании 4.1% этот показатель составляет 0.046 г/экз. в сут. (табл. 4).

Таблица 4. Прибавки массы фитофага от количества и качества кормового растения

Сорта	Массовая доля водорастворимых углеводов на сухое вещество, %	Съеденная площадь листа, см <sup>2</sup> /экз. в сут.	Прибавка массы тела, г/экз. в сут.
Югана	8.9	3.2	0.004
Сафо	7.7	4.2	0.013
Любава	5.9	3.1	0.042
Хозяюшка	5.8	3.2	0.023
Луговской	4.1	3.8	0.046
НСР <sub>05</sub>	0.1	0.1	0.001

Полученные нами данные подтверждают ранее установленные закономерности (Hsiao, Fraenkel, 1968; Колорадский картофельный жук, 1981).

Однако взаимосвязь между увеличением массы тела насекомого и количеством съеденного им корма установлена не была ( $r = -0.03$ ) (табл. 5).

Так, на сорте Сафо увеличение массы тела колорадского жука составила лишь 0.013 г/экз. в сут. при максимальной прожорливости вредителя (4.3 см<sup>2</sup>/экз. в сут.). И, наоборот, на Любаве, при минимальной прожорливости фитофага (3.1 см<sup>2</sup>/экз. в сут.) данный показатель был 0.042 г/экз. в сут., что объясняется не количеством съеденного корма, а его качеством и процессом усвоения насекомым.

Аналогичная зависимость прироста массы тела от содержания углеводов в растении прослеживается и по отдельным фазам развития колорадского жука. Исключением составляет имаго фитофага, где этот показатель зависит не только от качества ( $r = -0.8$ ), но и от количества потребленного корма ( $r = 0.6$ ) (табл. 5).

Таблица 5. Парные коэффициенты корреляции между прибавкой массы тела колорадского жука, съеденной листовой площадью и количеством сахарозы различных сортах картофеля

Фаза развития	Массовая доля водорастворимых углеводов на сухое вещество, %	Съеденная площадь листа, см <sup>2</sup>
Имаго и личинки	-0.9±0.3 $t_r < t_{0.95}$	-0.03±0.7 $t_r < t_{0.95}$
Имаго	-0.8±0.4 $t_r < t_{0.95}$	0.6±0.6 $t_r < t_{0.95}$
Личинки, возраст	II -0.8±0.4 $t_r < t_{0.95}$	0.2±0.7 $t_r < t_{0.95}$
	III -0.9±0.3 $t_r < t_{0.95}$	-0.5±0.6 $t_r < t_{0.95}$
	IV -0.9±0.3 $t_r < t_{0.95}$	-0.2±0.7 $t_r < t_{0.95}$

Это объясняется тем, что у личинок колорадского жука набор массы тела и, соответственно, роста, идет за счет потребленных углеводов, а не из-за количества съеденного корма, в отличие от имаго.

Таким образом, вне зависимости от сорта

картофеля более прожорливыми являются личинки IV и III возраста, а менее - имаго и личинки II возраста. Прожорливость личинок колорадского жука IV возраста и увеличение их массы тела в течение суток после питания на различных сортах картофеля были, соответственно, 5.0 см<sup>2</sup> и 0.028 г на один экземпляр, тогда как для III возраста они составляли 3.9 см<sup>2</sup> и 0.030 г, II возраста - 2.1 см<sup>2</sup> и 0.024 г, имаго летнего поколения - 3.0 см<sup>2</sup> и 0.020 г. Данные показатели зависят от биологических особенностей сорта, например от толщины, опушенности и углеводного состава листьев растений. Более предпочтительными для питания фитофага оказались сорта Сафо (прожорливость 4.2 см<sup>2</sup>/экз. в сут.) и Луговской (прожорливость 3.8 см<sup>2</sup>/экз. в сут.), а менее - Любава, Хозяюшка, Югана (прожорливость 3.1-3.2 см<sup>2</sup>/экз. в сут.).

#### Литература

Колорадский картофельный жук. Филогения, морфология, физиология, экология, адаптация, естественные враги // Под ред. Р.С.Ушатинской. М., 1981, 377 с.

Комизерко Е.И. Биохимическая характеристика устойчивости картофеля к колорадскому жуку // Тр. Межд. совещ. по изуч. колорадского жука и разработке мер борьбы с ним. М., Изд-во АН СССР, 1959, с. 169-173.

Ларченко, К.И. Питание и диапауза колорадского жука (*Lepidoptarsa decemlineata* Say.) // Колорадский жук и меры борьбы с ним. М., АН СССР, 1955, с. 42-59.

Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету. М., ВНИИКХ, Россельхозакадемия, 1995, 106 с.

Методические рекомендации по оценке устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., 1987, 31 с.

Методы оценки сельскохозяйственных культур на

групповую устойчивость к вредителям. СПб, 2003, 112 с.

Прокошев, С.М. Биохимия картофеля. М., Изд-во АН СССР, 1947, 224 с.

Руководство пользователя программы «Определение площади и степени поражения листьев». Листомер (виртуальный прибор). Новосибирск, 2008, 8 с.

Шапиро И.Д. Иммуногенетические барьеры и источники устойчивости картофеля к колорадскому жуку // Науч.-тех. бюлл. ВИР, 1991, 214, «Клубнеплоды», с. 51-56.

Шапиро И.Д., Вилкова Н.А. Современные теоретические представления об иммунитете растений к вредителям // Тр. ВИЗР, Л., 1979, 61, с. 41-45.

Hsiao, T.H., Fiaenkel G. The role of secondary plant substances in the food specificity of the Colorado potato beetle // Ann. Entomol. Soc. Amer., 1968, 61, 2, p. 485 -493.

## THE INFLUENCE OF POTATO GRADE FEATURES ON THE COLORADO BEETLE VORACITY

N.S.Chulikova, A.A.Malyuga

The Colorado beetle larva voracity and increase of its weight during a day after feeding on different potato grades made 5.0 cm<sup>2</sup> and 0.028 g/individual of the IV instar, 3.9 cm<sup>2</sup> and 0.030 g/individual of the III instar, 2.1 cm<sup>2</sup> and 0.024 g/individual of the III instar, 3.0 cm<sup>2</sup> and 0.020 g/imago of summer generation. These indicators depended on a grade biological features, e.g. on thickness (more than 300 microns), on pubescence (more than 38 hairs/cm<sup>2</sup>) and on carbohydrate content (4.1 to 5.9%) of plant leaves. The grades Safo (voracity 4.2 cm<sup>2</sup>/individual/day) and Lugovskoy (3.8 cm<sup>2</sup>) were more preferable for the phytophage, and grades Lyubava, Hozyayushka, Yugana (3.1-3.2cm<sup>2</sup>) were less preferable.

**Keywords:** *potato, Colorado beetle, voracity, leaf thickness, leaf pubescence, carbohydrate content.*

Н.С.Чуликова, с.н.с., natalya-chulikova@yandex.ru  
А.А.Малюга, д.с.-х.н., anna\_malyuga@mail.ru

УДК 633.11:324.581.2

## РАЗВИТИЕ И ВРЕДНОСНОСТЬ ЦЕРКОСПОРЕЛЛЕЗНОЙ ПРИКОРНЕВОЙ ГНИЛИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ СЕВА В ПОЛЕСЬЕ УКРАИНЫ

Н.В.Грицюк, Т.Н.Тимошук

*Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина*

Приведены результаты изучения влияния сроков сева пшеницы озимой на распространенность, развитие и вредоносность церкоспореллезной прикорневой гнили. Показано, что оптимальным для Полесья Украины является период сева 10-20 сентября как с точки зрения формирования продуктивности пшеницы, так и ее выносливости к корневой гнили. Коэффициент вредоносности болезни возрастал при 1 балле поражения от 19.3 до 24% по мере смещения сроков сева к более поздним, а при поражении в 3 балла - от 51.6 до 58%.

*Ключевые слова:* пшеница озимая, сроки сева, церкоспореллезная прикорневая гниль, распространенность, развитие болезни, вредоносность.

Одним из факторов, сдерживающих гарантированное получение высоких и стабильных урожаев пшеницы озимой, являются потери от болезней, в частности от корневых гнилей, снижающих урожайность от 5 до 50% (Дудка, Липс, 1999; Ярошенко, 2009). Изменения в структуре севооборотов зерновых культур, выращивание пшеницы после нетрадиционных, малоизученных предшественников, недостаток элементов питания, экстремальные погодные условия в период вегетации растений являются факторами развития корневых и прикорневых гнилей. Наиболее вредоносной среди них является церкоспореллезная прикорневая гниль (Крючкова, 2004), потери зерна от которой могут превышать 40-50% (Вусатый, 2007; Белава и др., 2008).

Церкоспореллез, или глазковая пятнистость поражает прикорневую часть стебля, образуя медово - коричневые пятна в виде «глазка» с размытой каймой. В конце вегетации в центре пятна часто появляется темно-серый налет мицелия гриба (рис.1).



Рис. 1. Церкоспореллезная прикорневая гниль

Возбудителями болезни являются грибы *Oculimacula yallundae* (Wallwork & Sponer) Crous & W.Gams и *O. aciformis* (Boerema, R.Pieters & Hamers) Crous & W.Gams (конидиальные стадии, соответственно, *Helgardia herpotrichoides* (Fron) Crous & W.Gams и *H. aciformis* (Nirenberg) Crous & W.Gams) (Crous et al., 2003). Возбудитель закупоривает проводящие сосуды растения, блокируя прохождение питательных веществ и воды. При сильном пораже-

нии церкоспореллезом разрушаются не только проводящие, но и механические ткани, пораженные стебли надламываются, и к концу вегетации посевы полегают.

Среди комплекса агротехнических мероприятий, направленных на ограничение развития и распространения церкоспореллезной прикорневой гнили, важное значение имеют сроки сева, которые должны уточняться в связи с фитосанитарным состоянием поля, предшественниками, наличием влаги в почве и др. (Ляшенко, Маревич, 2010). Пшеница ранних сроков сева тратит больше влаги и сложнее переносит весенние и летние засухи (Литвиненко, Лыфенко, 2004; Зинченко, 2007), развивает большую вегетативную массу, сильно кустится, снижается ее устойчивость к неблагоприятным условиям (Махлайдуев, Ханкев, 1997), в большей степени поражается фузариозной корневой гнилью (Корпачук, 1977; Гирка, Педаш, 2012). В связи с тем, что рост и развитие растений в начале онтогенеза проходят при более высокой температуре почвы, повышается активность патогенных организмов.

Посевы поздних сроков сева не успевают весной раскуститься и развить достаточно корневую систему и надземную фитомассу, но уровень поражения корневыми гнилями снижается, что обусловлено меньшей активностью патогенной микрофлоры при более низкой температуре почвы. Вследствие того, что при позднем севе пшеница осенью отстает в росте и развитии, образует слабую корневую систему, а ее кушение проходит преимущественно весной, урожайность ее снижается (Танасевич, 1977).

Данные литературы о развитии и вредоносности церкоспореллезной прикорневой гнили в

зависимости от сроков сева противоречивы. Одни исследователи считают, что поздние изреженные посевы меньше страдают от заболевания (Жевите-Кульвете, 1975), другие видят прямую зависимость между сроками сева и доминирующим видом, поскольку разные виды обладают неодинаковой способностью к выживанию в отсутствие растения-хозяина (Bateman et al., 2000). Так, при ранних посевах обычно доминирует вид

*O. acufiformis*, которому требуется больше времени для развития по сравнению с *O. yallundae*, который, однако, более патогенен на пшенице, чем на других зерновых (Lange-de Camp, 1966; Creighton, 1989).

Целью наших исследований было изучение влияния сроков сева на распространенность, развитие и вредоносность церкоспореллезной прикорневой гнили в условиях Полесья Украины.

### Методика исследований

Исследования проводили в 2011-2013 гг. на опытном поле Института сельского хозяйства Полесья НААН Украины. Почва опытных участков - дерново-среднепод-золистая супесчаная, характеризующаяся следующими показателями: содержание гумуса - 1.15-1.22%; N - 54-66, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 105-172 и K<sub>2</sub>O - 74-103 мг/кг почвы; pH - 5.7-5.9. Агротехника выращивания пшеницы озимой сорта Артемида общепринятая для зоны Украинского Полесья. Площадь опытных делянок - 40 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная, сроки сева: I- 10 сентября, II- 20 сентября, III- 30 сентября, IV срок - 10 октября. Перед посевом проводили обработку семян протравителем ламардор 400 FS, т.к.с., 0.15 л/т, а в период вегетации опрыскивали посевы гербицидом эллай супер, в.г., 0.015 кг/га на 29 этапе органогенеза (Large, 1954). Учеты церкоспореллезной прикорневой гнили проводили в фазе восковой спелости. Для этого по диагонали поля с двух смежных рядков по 0.5 м отбирали снопы. В лаборатории растения тщательно промывали водой и разделяли

по степени поражения корневой системы на группы по баллам: 0- признаки болезни отсутствуют; 1 балл- на основании стебля или первом междоузлии образуются светло-коричневые пятна, ими покрыто менее половины поверхности; 2 балла- желтовато-коричневые пятна с размытой темной каймой опоясывают более половины поверхности стебля; 3 балла- пятна полностью охватывают стебель, ткань в месте поражения размягчается, что приводит к переламыванию стебля (Goulds, Polley, 1990).

Для определения вредоносности церкоспореллезной прикорневой гнили по каждой группе определяли количество семян в колосе, массу семян с одного колоса, массу 1000 семян. Коэффициент вредоносности болезни определяли по формуле С.О.Трибель с соавт. (2010):

$$KB = \frac{(Y_3 - Y_n) \times 100}{Y_n},$$

где KB - коэффициент вредоносности, %; Y<sub>3</sub> - урожай зерна со здорового растения, г/колос; Y<sub>n</sub> - урожай зерна с пораженного растения, г/колос.

### Результаты исследований

Погодные условия, сложившиеся на протяжении 2011-2013 гг., достаточно различались, что позволило объективно оценить влияние сроков сева на развитие и вредоносность церкоспореллезной прикорневой гнили. Установлено, что распространенность и развитие болезни зависят от сроков сева (рис. 2). Данные наблюдений показывают, что в среднем за 3 года пораженность растений пшеницы в фазе восковой спелости значительно меньше при ранних сроках сева. Так, при посеве 10 сентября распространенность церкоспореллезной прикорневой гнили составила 64.6% при развитии болезни 39.0%. Со смещением сроков сева на 10 и 20 суток распространенность и развитие болезни увеличились на 2.2-8.8% и 1.9-10.2% соответственно. Посевы от наиболее позднего срока сева поражались еще больше, показатели распространенности и развития болезни были максимальными (82.4 и 55.3%

соответственно), что на 17.8 и 16.3% больше по сравнению с наиболее ранним сроком сева. Полученные нами результаты несколько противоречат данным литературы о преимущественном поражении корневыми гнилями пшеницы ранних сроков сева (Жевите-Кульвете, 1975; Корпанюк, 1977; Гирка, Педаш, 2012). Это объясняется биологическими особенностями возбудителя церкоспореллеза и, в частности, низким температурным оптимумом для его развития, который не превышает 20°C (Fitt et al., 1988). Кроме того, на опытном поле Института сельского хозяйства Полесья УААН доминировал вид *O. yallundae*, а ведь именно поздние посевы способствуют его развитию, поскольку возбудитель растет быстрее, чем *O. acufiformis*, и накапливается в достаточном количестве, чтобы перезимовать и еще осенью успевает проникнуть в нижние листья (Goulds, Fitt, 1990; Крючкова, 2002).

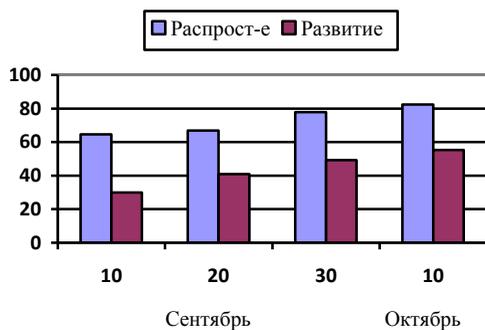


Рис. 2. Распространенность (%) и развитие (%) церкоспореллезной прикорневой гнили в посевах пшеницы озимой в зависимости от сроков сева, 2011-2013 гг.

Полученные результаты также свидетельствуют, что поздние сроки сева отрицательно влияют на показатели продуктивности пшеницы озимой, особенно на количество семян в колосе (табл. 1). Менее значительное влияние сроки посева оказывают на массу семян с 1 колоса и почти не снижают массу 1000 семян.

Таблица 1. Вредоносность церкоспореллезной прикорневой гнили пшеницы озимой в зависимости от сроков сева, 2011-2013

Сроки сева	Баллы поражения	К-во семян, шт./колос	Масса семян	
			г/колос	г/1000 шт.
10.09	0	43.2	1.86	43.3
	1	34.5	1.5	43.4
	2	28.3	1.1	39.3
	3	24.1	0.9	37.0
	HCP <sub>.05</sub>	3.9	0.2	3.4
20.09	0	40.9	1.75	43.2
	1	33.7	1.4	41.7
	2	27.5	1.0	37.2
	3	21.8	0.8	36.6
	HCP <sub>.05</sub>	4.2	0.22	4.5
30.09	0	39.3	1.6	42.3
	1	33.0	1.2	39.6
	2	25.4	0.92	37.8
	3	22.2	0.74	33.6
	HCP <sub>.05</sub>	5.7	0.2	4.2
10.10	0	35.9	1.5	41.8
	1	29.3	1.14	39.5
	2	24.1	0.89	36.3
	3	18.5	0.63	32.8
	HCP <sub>.05</sub>	7.4	0.23	3.2

Установлено, что сроки сева по-разному влияют на вредоносность церкоспореллеза. Так, более существенное снижение массы 1000 семян с увеличением балла поражения церкоспореллезной прикорневой гнилью отмечается при поздних сроках сева. В частности, на растениях с

баллом поражения 1 масса 1000 семян уменьшалась по сравнению с контролем на 2.3-2.7 г при поздних сроках сева, в то время как при ранних сроках сева снижения данного показателя продуктивности не наблюдали или оно было незначительным. Однако, количество семян в 1 колосе наоборот, более существенно снижалось при ранних сроках сева. Снижение массы семян с 1 колоса при всех сроках сева было одинаковым - 0.35-0.4 г.

Средняя пораженность растений церкоспореллезной прикорневой гнилью (балл 2) сопровождалась снижением количества семян в колосе на 11.8 шт. при поздних сроках сева и на 14.9 шт. - при ранних. Аналогично, снижение массы семян с колоса было максимальным при ранних сроках сева (0.76 г) и несколько меньшим при поздних сроках сева (0.61 г). Снижение массы 1000 семян составляло 4-6 г независимо от сроков сева.

Наиболее существенное снижение показателей продуктивности пшеницы озимой отмечено на растениях с максимальной степенью пораженности (балл 3). Так, масса 1000 семян снизилась на 8.7-9.0 г, причем более существенно в вариантах с поздними сроками сева. Однако, более значительное снижение количества семян в колосе отмечали при ранних сроках сева. Снижение массы семян с колоса при всех сроках сева было одинаковым и составляло 0.86-0.95 г. Несмотря на высокий балл пораженности церкоспореллезом в наших условиях ломкости стеблей не отмечено.

Таким образом, при поздних сроках сева не только повышается пораженность пшеницы церкоспореллезом, но и снижается такой важный показатель ее продуктивности, как масса 1000 семян. Это, наряду со снижением количества и массы семян с одного колоса, может повлечь не только существенное снижение урожая, но и ухудшение его качества.

На основе полученных данных, свидетельствующих о снижении массы семян с одного колоса в результате поражения церкоспореллезом, нами был определен коэффициент вредоносности (рис. 3).

Установлено, что в годы проведения исследований коэффициент вредоносности церкоспореллеза при поражении в один балл возрастал от 19.3 до 24% по мере смещения сроков сева к более поздним, а при поражении в три балла - от 51.6 до 58%.

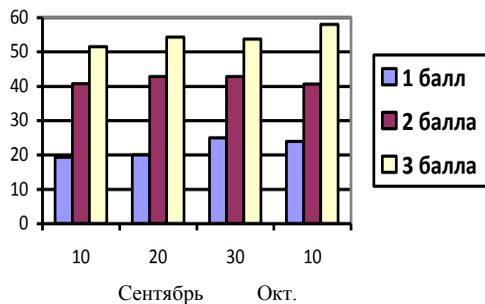


Рис. 3. Коэффициент вредоносности церкоспореллезной прикорневой гнили в зависимости от сроков сева, 2011-2013 гг., %

Урожайность зерна пшеницы озимой сорта Артемида в среднем за три года в зависимости от сроков сева была в пределах 2.37-3.13 т/га (табл. 2). Анализ урожайных данных свидетельствует о том, что наиболее высокому урожайности зерна обеспечили посеы первого (10 сентября) и вто-

Исследования по влиянию сроков сева на развитие и распространенность церкоспореллезной прикорневой гнили свидетельствуют, что в условиях Полесья Украины оптимальными сроками сева является 10-20 сентября. Со смещением сроков в сторону поздних на 30 суток развитие и распространенность болезни увеличилось на 16.3% и 17.8%, соответственно. Сроки сева также влияют на вредоносность церкоспореллезной прикорневой гнили и урожайность зер-

ного (20 сентября) сроков сева 3.11-3.13 т/га соответственно.

Таблица 2. Урожайность зерна пшеницы озимой в зависимости от сроков сева (2011-2013 гг.)

Срок сева	Урожайность, т/га			% к контролю
	2011	2012	2013	
10 сентября (контроль)	2.72	3.48	3.12	-
20 сентября	2.25	3.34	3.81	1
30 сентября	1.86	3.13	3.28	-11
10 октября	1.79	2.71	2.62	-24
НСР <sub>05</sub>	0.13	0.18	0.19	-

Смещение сева в сторону поздних на 10 дней (30 сентября) привело к недобору зерна на 0.35 т/га в сравнении с первым сроком сева (10 сентября). Наиболее низкий урожай зерна пшеницы озимой (2.37 т/га) получили при посеве пшеницы 10 октября, что на 24% меньше в сравнении с первым сроком сева (10 сентября).

### Выводы

на пшеницы озимой. Так, при поздних сроках сева (30 сентября и 10 октября) урожайность снизилась на 0.35-0.74 т/га в сравнении с ранним сроком посева (10 сентября).

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в Украинском Полесье пораженность церкоспореллезной прикорневой гнилью приводит к существенному снижению показателей продуктивности растений, и недобору урожая.

### Литература

- Белава В.Н., Панюта О.О., Таран Н.Ю. Модельна система інфеквання та оцінка рівня стійкості озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) проти збудника церкоспорельозу (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton) // Карантин і захист рослин, 2008, 7, с. 25-28.
- Вусатий Р.О. Шкодочинність очкової плямистості в умовах України // Захист і карантин рослин. 2007, 53, с. 126-130.
- Гирка Т.В., Педаш Т.М. Ураженість пшениці озимої кореневою гниллю залежно від агроекологічних заходів вирощування // Бюл. Ін-ту сільськогосподарства степової зони НААН України, 2012. 3. с.134-136.
- Дудка Є.А. Ліпс П. Захист озимої пшениці від хвороб. Дніпропетровськ. Нова ідеологія, 1999, 20 с.
- Жевите-Кульвете З.И. Церкоспореллез зернових культур // Сельское хозяйство за рубежом. 1975, 7, с. 24-27.
- Зінченко О. Строки сівби і норми висіву як фактори продуктивності різних сортів озимої пшениці // Вісник БДАУ: Зб.наук. праць, Біла Церква, 2007. 46, с. 5-8.
- Корпанюк Д.Д. Розвиток кореневої гнилі озимої пшениці залежно від строків сівби // Захист рослин. Респ. міжвідом. тематич. наук. збірник К., «Урожай», 1977, 24, с. 57-59.
- Крючкова Л.О. Гриби - збудники церкоспорельозу

озимої пшениці: особливості їх ізоляції та ідентифікації // Захист і карантин рослин, 2004, 50, с. 148-155.

Крючкова Л.О. Церкоспорельоз пшениці. Два збудники - чотири хвороби. Тактика обмеження шкодочинності // Захист рослин, 2002, 1, с. 6-7.

Маклаидуев Х.А., Ханкев Ю.Д. Влияние сроков сева и норм высевания на урожай и качество зерна твердой пшеницы // Зерновые культуры. 1997, 1, с. 4-5.

Литвиненко М.А., Лифенко С.П. Вплив строків сівби і сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці // Вісник аграрної науки, 2004, 5, с. 27-31.

Ляшенко В.В., Маревич М.М. Вплив строків сівби на продуктивність посівів пшениці озимої // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010, 2, с.46-50.

Танасевич І.Е. Вплив строків сівби на розвиток і шкідливість кореневої гнилі озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу УРСР // Захист рослин. Респ. міжвідом. тематич. наук. збірник. К., «Урожай». 1977, 24, с. 54-57.

Трибель С.О., Гетьман М.В. та ін. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти хвороб і збудників хвороб; За ред. С.О.Трибеля, К. Колоб'як. 2010, 392 с.

Ярошенко М.П. Вплив строків сівби на розвиток хво-

роб у посівах озимої пшениці // Бюл. Ін-ту зерн.госп-тва УААН. Дніпропетровськ, 2009, 37, с.74-78.

Bateman G.L., Jenkyn J.F. Towards better understanding and management of cereal stem-base diseases // Proceedings BCPC Conference. Brighton, 2000, p. 119-126.

Creighton N.F. Identification of W-type and R-type isolates of *Pseudocercospora herpotrichoides* // Plant Pathology, 1989, 38, p. 484-493.

Crous P.W., Groenewald J.Z., Gams W. Eyespot of cereals revisited: ITS phylogeny reveals new species relationships // Eur. J. Plant Path., 2003, 109, p. 841-850.

Fitt B.D.L., Goulds A., Polley R.W. Eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) epidemiology in relation to prediction of disease severity and yield loss in winter wheat - a re-

view // Plant Pathology, 1988, 37, p. 311-328.

Goulds A., Polley R. W. Assessment of eyespot and other stem base diseases of winter wheat and winter barley // Mycol. Res., 1990, 94, p. 819-822.

Goulds A., Fitt B.D.L. The development of W-type and R-type isolates of *Pseudocercospora herpotrichoides* on seedling leaf sheaths in winter wheat and winter barley crops // Journal Phytopathol., 1990, 130, p. 161-173.

Lange-de Camp M. Die Wirkungsweise von *Cercospora herpotrichoides* von dem Erreger der Halmbruchkrankheit des Getreides. 11. Aggressivität des Erregers // Phytopathologische Zeitschrift, 1966, 56, p. 155-190.

Large E.C. Growth stages in cereals: Illustration of the Feekes scale // Plant Pathology, 1954, 3, p. 128-129.

#### DEVELOPMENT AND HARMFULNESS OF EYESPOT OF WINTER WHEAT IN RELATION TO SOWING TERMS IN UKRAINIAN POLESIA

N.V.Gritsyuk, T.N.Tymoshchuk

The study presents research results on the effect of sowing terms on the distribution, development and harmfulness of *Pseudocercospora herpotrichoides*. It was established that the optimum wheat sowing term in the Ukrainian Polesia is the second third of September. A coefficient of the disease harmfulness increased at postponed sowing from 19.3% to 24% at the first level of lesion, and from 51.6% to 58% at the third level of lesion.

*Keywords:* winter wheat, sowing term, *Pseudocercospora herpotrichoides*, disease distribution, disease development, harmfulness.

Н.В.Грицюк, аспирант, ngritsyuk@mail.ru  
Т.Н.Тимошук, к.с.-х.н., tat-niktim@rambler.ru

УДК 633.174:633.1:632.482.31

## ПОРАЖЕННОСТЬ СОРГО КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН В БОРЬБЕ С НИМИ

В.Г. Каплин, Е.В. Матвиенко

Самарская государственная сельскохозяйственная академия, п. Усть-Кинельский

Основные возбудители корневых гнилей сорго в регионе - грибы рода *Fusarium* и *Cochliobolus sativus*. Чем меньше осадков и теплее май, июнь и больше осадков и прохладнее в июле, тем выше пораженность сорго корневыми гнилями. Наибольшая биологическая эффективность предпосевной обработки семян сорго препаратами против корневых гнилей наблюдается при их посеве во влажную почву и осадках в мае-июне в пределах среднесезонной нормы или выше. Биологическая эффективность химических системных препаратов грандсил и престиж составила 22-62%, биопрепарата фитоспорин-М 11-32%, регулятора роста альбит 6-20%. Сорт зернового сорго Рось проявил наибольшую устойчивость, а Кинельское 4, напротив, - восприимчивость к корневым гнилям. С увеличением поражения зернового сорго Премьера красным бактериозом проявляется тенденция нарастания поражения корневыми гнилями, что важно учитывать в системе защиты семеноводческих посевов.

Ключевые слова: сахарное сорго, зерновое сорго, корневые гнили, престиж, грандсил, фитоспорин-М, альбит.

Среди продовольственных и зернофуражных культур зерновое сорго (*Sorghum bicolor*) занимает третье место в мире после, соответственно, пшеницы и риса, кукурузы и ячменя. Сорго сахарное (*Sorghum saccharatum*) - ценная кормовая культура, используемая для получения силоса, сена, перспективно для производства сахара и этанола. В России в настоящее время посевные площади зернового сорго составляют всего 35-45 тыс. га при средней урожайности 0.8-1.7 т/га (Алабушев и др., 2013). К основным факторам снижения урожайности сорго относятся вредные организмы, в особенности болезни. В лесостепи Среднего Поволжья среди них наиболее вредоносны полосатая пятнистость (*Pseudomonas andropogoni* (E.Smit) Stapp), (*Alternaria tenuis-sima*), а также корневые гнили.

К самым распространенным возбудителям корневых гнилей сорго относится факультативный паразит *Fusarium verticillioides* (Sacc)

Nirenberg (син. *F. moniliforme* J.Sheld.). Поражает сорго на всех стадиях развития, может вызывать гибель всходов, корневую и стеблевую гнили, фузариоз семян (Zummo, 1983). В США к возбудителям корневых гнилей сорго относится анаморфная стадия сумчатого гриба *Periconia circinata*, сапрофаг, факультативный паразит (Odvodi, Duncle, 1983). Типичный возбудитель корневых гнилей пшеницы - *Cochliobolus sativus* (S.Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur (= *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker - поражает также корни и нижние части стеблей сорго на всех фазах развития. Инфекционное начало сохраняется в растительных остатках, почве, семенах.

Целью наших исследований было оценить влияние метеоусловий года, сорта, фаз развития сорго, условий посева (без полива и с поливом), предпосевной обработки семян фунгицидами, биопрепаратами и регуляторами роста на распространенность и развитие корневых гнилей.

### Методика исследований

Оценку влияния предпосевной обработки семян сорго на распространенность и интенсивность развития корневых гнилей проводили на опытно-производственных полях Поволжского НИИ селекции и семеноводства (ПНИИСС) им. П.Н. Константинова в лесостепной зоне в условиях недостаточного увлажнения со среднесезонной годовой суммой осадков 410 мм и гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0.8-0.9, лабораторные - в лаборатории крупяных и сорговых культур ПНИИСС и на кафедре химии и защиты растений Самарской ГСХА в 2011-2013 гг. Период вегетации 2011 г. был сравнительно влажным

с засушливым июлем, влажным маем, очень влажными июнем и сентябрем; 2012 г. - теплым, близким к среднесезонным с засушливым маем и умеренно влажным июнем. 2013 г. характеризовался повышенным температурным режимом, засушливыми второй и третьей декадами мая, июнем, дождливыми третьей декадой июля, августом и сентябрем.

Изучали сорта зернового сорго Премьера, Рось и сахарного сорго Кинельское 4.

Предпосевная обработка семян проводилась в лабораторных условиях водными растворами следующих препа-

ратов: системными инсектофунгицидами престиж (1 мл/кг) и грандсил (0.5 мл/кг), биопрепаратом фитоспорин-М (0.5 мг/кг) и регулятором роста растений с фунгицидным действием альбит (0.04 мл/кг), расход рабочей жидкости 10 мл/кг.

В 2012 и 2013 гг. посев сорго проводили в двух вариантах: без полива и с поливом в рядки во время посева с нормой расхода воды 3.0 л/пог. м.

Варианты опытов размещались систематическим способом в 3-кратной повторности по методике Б.А.Доспехова (1985). Делянки двухрядковые площадью по 4.5 м<sup>2</sup>: длина 9 м, ширина междурядий 50 см. Глубина посева - 4-5 см. После прорывки всходов оставляли 10-12 растений на 1 пог. м. (100-120 тыс/га).

В течение вегетации проводилась 2-3-кратная про-

### Результаты исследований

По данным лабораторной предпосевной фитозащиты, пораженность семян зернового сорго урожая 2010 г. возбудителями корневых гнилей (виды р. *Fusarium*) составила около 2.0%, 2011 г. - 8-10%, 2012 г. - 2-7%. Отмечена также встречаемость *C. sativus*.

Во влажном и умеренно теплом 2011 г. посев сорго был произведен 30 мая во влажную почву без полива. В контроле без предпосевной обработки семян распространенность корневых гнилей у сорта Кинельское 4, зернового сорго сортов Премьера, Рось в фазу выхода в трубку составила, соответственно, около 13.0, 9.1 и 15.3% при низкой интенсивности развития болезни (на уровне 1 балла).

В опытах с предпосевной обработкой семян биологическая эффективность (Б.Э.) престижа против корневых гнилей в фазу кущения составила у сорта Кинельское 4 - 36.5%, Премьера - 57.6, Рось - 60.8%; грандсила, соответственно, 28.3, 46.5 и 61.7%. Однако в фазу выхода в трубку достоверного подавление корневых гнилей этими препаратами уже не выявлено. Защитное действие фитоспорина и альбита отсутствовало; напротив, они способствовали увеличению распространенности корневых гнилей, особенно регулятор роста альбит.

В 2012 г. количество осадков было близко к среднегодовому, однако май был сухим, в связи с этим опыт закладывался в двух вариантах: без полива и с поливом при посеве 15-30 мая.

Наибольшую восприимчивость к корневым гнилям имел сорт Кинельское 4, где распространенность гнилей в фазе полной спелости в опыте с поливом была на 12, без полива на 15% выше, чем у зернового сорго сорта Премьера и, соответственно, на 26 и 25%, чем у сорта Рось (наиболее устойчивого).

В фазе кущения пораженность сахарного

полка сорняков с рыхлением междурядий.

Пораженность растений корневыми гнилями учитывали в фазы кущения, выхода в трубку, молочной и полной спелости зерна в соответствии с рекомендациями по учету... (Шуровенков, 1984).

При учете корневых гнилей с каждой делянки отбирали по 15-20 растений и составляли сборный сноп из 50 растений каждого варианта, растения отмывали от почвы и разбирали, просматривая корни и стебли. В лабораторных условиях проводили оценку интенсивности развития болезни, или степени поражения растений, по 4-балльной шкале (Косов, Поляков, 1958).

В 2011-2013 гг. проводилась также лабораторная предпосевная фитозащита семян урожая 2010-2012 гг. методом рулонов (Чулкина и др., 2009).

сорго Кинельское 4 в опыте с поливом увеличивалась, зернового сорго Рось уменьшалась, а у зернового сорго Премьера оставалась практически на том же уровне, что и в опыте без полива. В фазе молочной спелости пораженность исследованных сортов сорго в опыте без полива и с поливом была практически одинаковой. От кущения до полной спелости у сорта Кинельское 4 распространенность корневых гнилей возросла на 37% в опыте без полива и 24% с поливом, сорта Премьера, соответственно на 15 и 16%. У более устойчивого к гнилям сорта Рось в опыте без полива этот показатель составил 1.2%, с поливом около 10%.

В 2012 г. с засушливым маем, но влажным июнем предпосевная обработка семян привела к снижению распространенности и развития корневых гнилей в опытах без полива и с поливом, но полив обеспечивал преимущественно большую эффективность, особенно при применении престижа и грандсила.

На поливе в фазе молочной спелости биологическая эффективность престижа была выше у сорта Кинельское 4 на 9%, Премьера - на 29, Рось - на 37%, а эффективность грандсила, соответственно на 43, 45 и 18% (в сравнении с вариантом без полива). К полной спелости зерна в опыте без полива в сравнении с поливом эффективность престижа возрастала у сахарного сорго на 20%, зернового сорго сорта Премьера - на 41, Рось - на 47%, а эффективность грандсила, соответственно на 19, 44 и 40%.

Предпосевная обработка семян биопрепаратом фитоспорин-М и регулятором роста альбит была эффективной против корневых гнилей в опытах с поливом и без полива лишь в фазу кущения, когда эффективность фитоспорина в опыте без полива составила у сахарного сорго

сорта Кинельское 4 62%, зернового сорго сорта Премьера около 14%, Рось - 3%, а в опыте с поливом, соответственно, 10, 28 и 34%.

В фазу молочной и полной спелости фитоспорин-М и альбит проявили эффективность лишь в опытах с поливом, где она в фазу молочной спелости составила у фитоспорина 22-26, альбита - 14-20%, а в фазу полной спелости, соответственно, 11-32 и 6-14%.

В 2013 г. с повышенным температурным режимом, засушливыми второй и третьей декадами

мая, июнем, дождливыми третьей декадой июля, августом и сентябрем наиболее восприимчивым к корневым гнилям, как и в 2012 г., был сорт Кинельское 4, распространенность гнилей у которого (на поливе) в фазе полной спелости на 16% выше, чем у зернового сорго сорта Премьера и на 23% выше, чем у сорта Рось, а без полива, соответственно, на 18 и 36%. В 2013 г. наибольшую устойчивость к корневым гнилям проявил сорт зернового сорго Рось (табл.).

Таблица. Распространенность (%) корневых гнилей сорго в полевом опыте (2013 г.)

Сорта	Фаза кушение 22.06		Фаза молочная спелость 29.07		Фаза полная спелость 7.10	
	без полива	полив	без полива	полив	без полива	полив
Сахарное сорго Кинельское 4	57.5	53.8	57.5	84.5	77.6	83.3
Зерновое сорго Премьера	51.8	58.8	53.1	66.3	59.3	67.4
Рось	36.6	60.0	41.1	60.0	41.1	59.9
Зерновое сорго (в среднем)	44.2	59.4	47.1	63.2	50.2	63.7
НСР <sub>05</sub>	15.4	4.6	12.3	18.6	24.8	20.5

В условиях ранней засухи 2013 г. предпосевная обработка семян оказала влияние на подавление распространенности и развития корневых гнилей лишь в опыте с поливом, причем наиболее эффективно в вариантах с престижем и грандсилом. Важно отметить, что в фазах кушения и молочной спелости максимальная эффективность престижа и грандсила имела место у сорта Рось (45-58% в опыте с престижем, 56-61% -грандсилом), а в фазе полной спелости - у сорта Кинельское 4 (48% у престижа и грандсила).

Б.Э. регулятора роста альбит была существенной в опыте с поливом лишь у сорта Кинельское 4, составившая в фазе кушения около 22, молочной спелости 25 и в фазу полной спелости 12%. У сорта Премьера она была отмечена лишь в фазе кушения (7-22%), а у сорта Рось составляла во все фазы развития сорго до 4-5%. Эффективность фитоспорина на сорте Кинельское 4 в фазах молочной и полной спелости составила 28-29%. У зернового сорго эффективность фитоспорина достоверно проявилась лишь в фазе кушения, когда она составила у сорта Премьера в среднем 9, Рось -26%.

Можно отметить, что развитие корневых гнилей сорго в лесостепи Самарской области в значительной мере зависит от условий увлажнения; чем более засушливы май и июнь и больше количество осадков в июле, тем выше пораженность сорго корневыми гнилями. При этом условия увлажнения мая оказывают наибольшее влия-

ние на распространенность, а июня - интенсивность развития гнилей. Анализ теплообеспеченности показал: чем теплее май и июнь и прохладнее июль, тем выше пораженность сорго корневыми гнилями.

В годы исследований наиболее благоприятные условия для развития корневых гнилей на сорго сложились в 2012 г. с острозасушливым маем, наименее благоприятные - в 2011 г. с влажным маем и очень влажным июнем. При небольшом количестве осадков (или их отсутствии) и повышенных температурах почвы в мае семена сорго при посеве часто оказываются в сухом слое почвы, что осложняет прорастание семян и приводит к появлению ослабленных всходов, менее устойчивых к поражению фитопатогенами, а также к снижению эффективности препаратов при предпосевной обработке семян.

Хотя в группу высокоустойчивых к корневым гнилям, вызываемым *F. verticilloides* и *Cochliobolus sativus*, изученные сорта не входят, однако сорт зернового сорго Рось проявил заметную устойчивость, а Кинельское 4, напротив - восприимчивость. Необходимо отметить, что использование семян сорго с пораженных полосатой пятнистостью (*Pseudomonas holci* Kendrick) посевов приводит к увеличению на поливе распространения корневых гнилей: так, уровням распространенности бактериоза листьев 9%, 45, 65 и 79% соответствуют уровни поражения корневыми гнилями 43.2, 49.6, 59.6 и 58.6%

соответственно. Сходная зависимость проявилась в варианте без полива: 39.8%, 46.6, 56.6 и 57.5%.

В 2011 г. со сравнительно теплыми влажным маем и очень влажным июнем сложились благоприятные условия для прорастания и получения дружных всходов сорго, более устойчивых к корневым гнилям при сравнительно высокой эффективности системных химических препаратов престиж и грандсил лишь в фазу кушения: 61-62% у зернового сорта Рось с мелкими голыми семенами и 28-36% у сахарного сорго с пленчатыми семенами. В 2012 г. с засушливым маем посев сорго был произведен в сухую почву, но осадки июня способствовали увлажнению верхнего слоя почвы, получению дружных всходов и подавлению химическими препаратами развития корневых гнилей в опытах с поливом при посеве семян и без полива. В фазе молочной спелости от опыта без полива к варианту с поливом Б.Э. престижа возрастала у сахарного сорго на 9%, зернового сорго сорта Премьера - на 29, Рось - на 37%, а эффективность грандсила, соответственно, на 43, 45 и 18%; в полную спелость у престижа - на 20, 41 и 47%, грандсила - на 19, 44 и 40%. Эффективность предпосевной обработки семян химическими препаратами в среднем была выше у пленчатого сахарного сорго, чем у голозерного сорта зернового сорго Рось.

В 2013 г. с сухими маем и июнем, посевом сорго в сухую почву и дефицитом влаги при прорастании семян их предпосевная обработка химическими препаратами оказала влияние на подавление распространенности и развития корневых гнилей лишь в опыте с поливом. В фазах кушения и молочной спелости максимальная эффективность престижа и грандсила наблюдалась у сорта зернового сорго Рось (45-58% в опыте с престижем, 56-61% - грандсилом), а в фазе полной спелости у сорта сахарного сорго Кинельское 4 (48% у престижа и грандсила).

В 2011 г. обработка семян сорго фитоспорином и альбитом была неэффективной. В 2012 г. - эффективной против корневых гнилей в опытах с поливом и без полива лишь в фазу кушения (Б.Э. фитоспорина в среднем 24-26%, альбита -

15-17%). В фазу молочной и полной спелости их Б.Э. проявилась лишь в опытах с поливом, где она в фазу молочной спелости составила у фитоспорина 22-26, альбита -14-20%, а в фазу полной спелости, соответственно, 11-32 и 6-14%. В 2013 г. биологическая эффективность фитоспорина на сорте Кинельское 4 в фазах молочной и полной спелости составила 28-29%. У зернового сорго эффективность фитоспорина достоверно проявилась лишь в фазе кушения (9-26%). Эффективность регулятора роста альбит была существенной в опыте с поливом лишь у сорта Кинельское 4 (12-22%), у сорта Премьера она была отмечена лишь в фазе кушения (7-22%), а у сорта Рось составляла во все фазы развития не более 4-5%.

Снижение массы у пораженных корневыми гнилями, но продукционно способных растений, было в целом невысоким, достигая 14% (в зависимости от года и фазы развития).

Корреляционный анализ показателей корневых гнилей и продуктивности сорго показал отрицательную связь: в 2011 г. фитопатоген снижал сухую массу растений, в 2012 и 2013 гг. - урожайность зерна, в большей мере на варианте с поливом.

Полученные результаты позволяет сделать вывод о возрастании распространенности корневых гнилей сорго с увеличением продуктивности посева, что установлено ранее в отношении стеблевой фузариозной гнили кукурузы. Отмечено, что ранняя засуха способствует усиленной колонизации корней возбудителем и увеличению предрасположенности к болезни (Ивашенко, 1992,1995).

Наибольшая биологическая эффективность предпосевной обработки семян сорго препаратами против корневых гнилей наблюдается при их посеве во влажную почву и осадках в мае-июне в пределах среднесуточной нормы или выше. Биологическая эффективность химических системных препаратов грандсил и престиж составляет 22-62, биопрепарата фитоспорин-М - 11-32, регулятора роста альбит - 6-20%. Для предпосевной обработки семян сорго против корневых гнилей могут быть рекомендованы престиж и грандсил. Посев обработанных семян рекомендуется проводить во влажную почву.

#### Литература

Алабушев А.В., Горпиниченко С.И., Ковтунов В.В. Состояние и проблемы селекции сорго зернового // Зерновое хозяйство России, 2013, 5(29), с. 5-13.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1985, 351 с.

Ивашенко В.Г. Устойчивость к стеблевым гнилям кукурузы в аспекте продуктивности и прогрессирующего старения растений // Вестник сельскохозяйственной науки. М., 1992, 1, с. 119-125.

Ивашенко В.Г. Урожайность как функция устойчиво-

сти кукурузы к засухе и болезням // Кукуруза и сорго, 1995, 4, с. 9-10.

Косов В.В., Поляков И.Я. Прогноз и выявление вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. М., Колос, 1958, 632 с.

Шуровенков Г.П. Рекомендации по учету выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. Воронеж, 1984, 274 с.

Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии. М., Колос, 2009, 669 с.

Odvody G.N., Dunkle L.D. Periconia root rot // Sorghum Root and Stalk Rots. A Critical Review. Bellagio, Italy, 1983, p. 43-48.

Zummo N. Fusarium root and stalk disease complex // Sorghum Root and Stalk Rots. A Critical Review. Bellagio, Italy, 1983, p. 25-30.

## LESION OF SORGHUM BY ROOT ROTS IN FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION AND EFFICIENCY OF SEED DRESSING

V.G.Kaplin, E.V.Matvienko

The main pathogens of sorghum root rots are fungi *Fusarium* and *Cochliobolus sativus*. Optimum conditions for the root rot development are low precipitation and high temperatures in May and June, damp and cool July. Precipitation and soil humidity influenced on root rot spread in May and on its development in June. The efficiency of seed dressing against sorghum root rots depended on soil humidity and precipitation in May-June. The biological efficiency of systemic fungicides Grandsil and Prestige against sorghum root rots was 22-62%, that of biopreparation Phytosporin -11-32%, that of plant growth regulator Albit - 6-20%.

**Keywords:** *sweet sorghum, grain sorghum, root rot, prestige, grandsil, phytosporin, Albit.*

В.Г.Каплин, д.б.н., ctenolepisma@mail.ru

Е.В.Матвиенко, аспирант

УДК 632.937.3:575.21

## ФЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЕВРОПЕЙСКИХ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ *HARMONIA AXYRIDIS* PALLAS (COCCINELLIDAE, COLEOPTERA)

Ф.Я. Яркулов\*, А.А. Ходжаш\*\*

\*Федеральный дальневосточный университет, Владивосток

\*\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Проведена сравнительная оценка фенетической структуры европейских и дальневосточных популяций *Harmonia axyridis* Pall. по двум признакам: окраске надкрылий и наличию элитрального гребня. В Европе за пределами исходного ареала *H.axyridis* стабильно воспроизводит фенетическую структуру, характерную для дальневосточных популяций: строгое доминирование светлоокрашенной морфы *laxinea* с элитральным гребнем.

**Ключевые слова:** *Harmonia axyridis*, морфы, рисунок надкрылий, полиморфизм, акклиматизация, миграционная активность.

Божья коровка *Harmonia axyridis* Pallas успешно используется для биологической защиты растений от тлей уже около полувека (Ворогин, 1968; Павлюшин и др., 2001; Яркулов, Белякова, 2007; Белякова, 2010; Козлова, Красавина, 2013). Исходный ареал *H. axyridis* включает южную Сибирь и Дальний Восток России, а также Северо-Восточный Казахстан, Монголию, Китай, Корею и Японию (Кузнецов, 1993). Дальневосточная популяция *H. axyridis* была интродуцирована в Северную Америку и Европу, где акклиматизировалась. К настоящему времени популяции *H. axyridis* найдены в Европе, Южной Африке, Северной и Южной Америке (Lombaert et al., 2010; Brown

et al., 2011).

Европейская популяция *H. axyridis* продолжает расширять свой ареал на восток. Выявлены очаги размножения и зимовочные скопления имаго на Черноморском побережье Кавказа, в Белгородской области, Краснодарском и Ставропольском краях (Belyakova, Reznik, 2013; Коротяев, 2013).

Расширение ареала *H. axyridis* имеет глобальный характер, поэтому внутривидовая изменчивость этого энтомофага требует тщательного изучения. В литературе выдвинута гипотеза о том, что инвазионные европейские популяции *H.axyridis*, пройдя «бутылочное горло» инбред-

ной депрессии, претерпели генетическую трансформацию и усилили свои адаптационные способности (Lombaert et al., 2010). Изменения генофонда *H.axyridis* в Европе могли отразиться на фенетическом составе популяций этого полиморфного вида.

*H. axyridis* свойственен полиморфизм по рисунку надкрылий. Различия между морфами определяются множественными аллелями одно-

го аутосомного локуса (Tan, 1946). В XX веке о фенетическом составе популяций *H.axyridis* на Дальнем Востоке были накоплены обширные многолетние данные (Dobzhansky, 1924; Холин, 1988).

Целью нашей работы является изучение современного состояния фенетического состава европейских и дальневосточных популяций *H.axyridis* для оценки генетических изменений, произошедших в них при расширении ареала.

#### Методика исследований

Сбор имаго, куколок и личинок *H. axyridis* проводили в Приморском крае (Владивосток, Уссурийск, Камень-Рыболов) в 2002-2013 гг., а также на территории Сочинского района Краснодарского края (Сочи, Лоо, Лазаревское) в 2012-2013 гг. В лаборатории из собранных личинок и куколок выводили имаго.

Сравнительную оценку популяций *H.axyridis* проводили по двум признакам: рисунку надкрылий и наличию элитрального гребня. По рисунку надкрылий выделяли морфы (рис. 1). Имаго сортировали по наличию или отсутствию поперечного элитрального гребня, расположенного на апикальной части надкрылий. Наличие элитрального гребня является доминантным аутосомным признаком, который наследуется моногенно и независимо от генов, определяющих рисунок надкрылий (Komai, 1956).

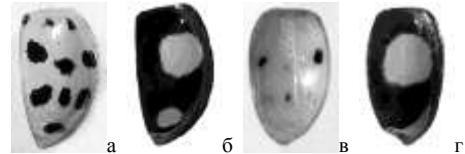


Рис. 1. Полиморфизм *Harmonia axyridis* по рисунку надкрылий: морфы а-б - *succinea*, в - *spectabilis*, г - *conspicua*

Рассчитывали частоту встречаемости каждой морфы. Для оценки внутривидового разнообразия и сравнения фенотипов в популяциях разного географического происхождения рассчитывали среднее число морф по формуле:  $\mu = \left( \sqrt{p_1} + \dots + \sqrt{p_m} \right)^2$ , где  $p_1, \dots, p_m$  - частоты различных морф (Животовский, 1991).

#### Результаты исследований

*Многолетняя динамика частот морф в дальневосточных популяциях H. axyridis*

Сборы имаго проводили в агроценозах сои и кукурузы, а также на сорной растительности. Несмотря на различные виды жертв, растений и мест сбора достоверных отклонений по среднему числу морф не выявлено. Частоты морф SUC, SPC и CON, выявленные в Приморском крае более 10 лет назад, соответствуют данным 2012-2013 гг. (табл.).

Доля доминирующей морфы SUC колебалась незначительно и находилась на уровне 85-90%. Доли морф SPC и CON в среднем составляли 6.5% и 4.5% соответственно. Помимо

доминирования морфы SUC, характерной особенностью дальневосточных популяций является высокая частота носителей элитрального гребня, доля которых составляет 98-99%.

При анализе фенетической структуры популяций *H.axyridis* мы в основном использовали летние сборы, проведенные в скоплениях питающихся и размножающихся имаго, на местах выплода или в очагах тлей. Летние сборы связаны с определенным биотопом и поэтому отражают размах микростадиальной изменчивости в популяциях *H.axyridis*.

Таблица. Фенотипический состав микропопуляций хармонии в агроценозах сои и кукурузы на территории Приморского края

Места сбора, кормовое растение	Дата	К-во экз.	Число морф	Частоты морф, %		
				SUC	SPC	CON
Владивосток, поле ВИР, соя	2012, VIII	268	2.03±0.086	88.1	6.5	5.4
окр. Владивостока, сорные растения	2002, VII	345	1.99±0.076	89.1	5.5	5.4
окр. Владивостока, сорные растения	2012, VIII	154	1.90±0.117	91.0	4.9	4.1
окр. Владивостока, сорные растения	2013, VIII	127	1.99±0.126	89.0	6.8	4.2
Уссурийск, поле ПримНИИСХ, соя	2010, VII	308	2.13±0.078	85.7	8.4	5.9
Уссурийск, ПримНИИСХ, кукуруза	2010, VII	313	2.15±0.076	85.0	8.9	6.1
окр. Уссурийска, ива, сорные растения	2002, VII	267	1.94±0.088	90.1	4.9	5.0
Камень-Рыболов, поле ДВНИИЗР, соя	2012, VIII	297	2.10±0.080	86.4	5.7	7.9

Можно предположить, что выявленная нами сходная фенетическая структура микропопуляций *H. axyridis* в разных биотопах поддерживается за счет повышенной приспособленности особей, гетерозиготных по аллелям SPC и CON, по сравнению с гомозиготами. Адаптивная стратегия, основанная на повышенной приспособленности гетерозигот, описана в популяциях двучечной коровки *Adalia bipunctata* (Сергиевский, 1988).

#### Фенетический состав популяции

#### *H. axyridis* на Черноморском побережье Кавказа

подавляющее большинство (99.8%) особей, собранных в 2012-2013 гг. в Сочинском районе относятся к светлоокрашенной морфе SUC с элитральным гребнем. Доля морфы SUC в черноморской популяции также близка к 100% (рис. 2).

Ближе всего черноморская популяция к северо-итальянской, которая обитает на широтах Сочи (43-44° с.ш.). Доля морфы SUC в Северной Италии составляет 97.5%, SPC - 2.5% (Burgio et al., 2008). В Сочинском районе доля SUC - 99.8%.

В Европе и Америке, как и на Дальнем Востоке, доминирует SUC, а доля темноокрашенных морф составляет 5-10% (Brown et al., 2011). По фенетическому составу черноморская популяция отличается от дальневосточных, американских и западноевропейских популяций низким уровнем фенотипического разнообразия за счет почти полного отсутствия темноокрашенных морф.

В Европе за пределами исходного ареала *H. axyridis* стабильно воспроизводит фенетическую структуру, характерную для дальневосточных популяций. Традиционный популяционный анализ по рисунку надкрылий не позволяет выявить каких-либо существенных изменений генотипа популяций *H. axyridis* на европейской части РФ. Если в европейских популяциях произошла генетическая трансформация, то для ее изучения, по-видимому, необходимо применять иные методы анализа.

Мономорфность, выявленная в черноморской популяции, характерна для стартовых локальных популяций, которые формируются на первом этапе инвазии от единичных особей-основателей, расселившихся самостоятельно или случайно завезенных. Например, на территории Хорватии в 10 локалитетах отмечены микропопуляции, состоящие исключительно из морфы

SUC. В 7 локалитетах собраны темноокрашенные особи CON и SPC, причем их доля выше, чем в других европейских популяциях (Stankovic et al., 2011).

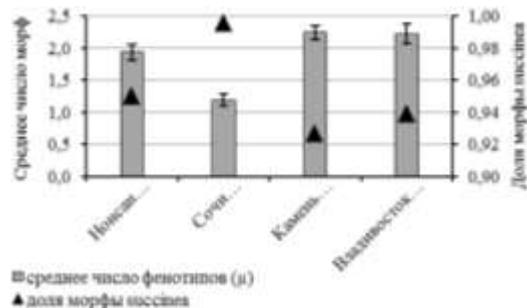


Рис. 2. Частоты доминирующей морфы *succinea* и фенотипическое разнообразие ( $\mu$ ) в популяциях *Harmonia axyridis* разного географического происхождения

Примечание: Данные по г. Нонсан (Южная Корея) приведены по материалам Н.А.Беляковой и Е.Н.Балуевой (2008).

Мы считаем, что выявленное в 2012-2013 гг. почти полное доминирование морфы SUC в черноморской популяции является временным явлением и обусловлено в основном генетическим дрейфом, сдвигающим частоты стартовых популяций.

Сильное проявление эффекта основателя у *H. axyridis* определяется, с нашей точки зрения, высокой миграционной активностью этого вида. У имаго миграционное состояние наступает после выхода из куколки, перед зимовкой и при реактивации весной. В пределах исходного ареала миграции жуков способствуют обмену наследственной информацией между локальными популяциями, повышая их генетическую гетерогенность, снижая уровень инбридинга. На местах интродукции миграционное поведение препятствует формированию стартовой популяции. Активное расселение приводит к ее разрежению. Жукам после миграции трудно было найти половых партнеров. Неоплодотворенные самки не осяют потомства. Это одна из разновидностей эффекта Олли - снижение прироста популяции в расчете на особь на фоне низкой плотности.

Возможно, из-за высокой расселительной способности *H. axyridis* многократные локальные выпуски этого вида, которые проводили в Аджарии и различных районах Краснодарского края, не привели к формированию инвазионной популяции. Лабораторные культуры *H. axyridis*, которые поддерживают в Краснодаре

(ВНИИБЗР) и Сочи (Лазаревская ОСЗР), в течение десятков лет не выживали в природных условиях несмотря на то, что *H. axyridis* периодически выпускали в агроценозы для подавления тлей.

Формирование черноморской популяции, которое мы наблюдаем в 2012-2013 гг. в Сочинском районе, началось именно в то время, когда с запада приблизилась граница европейского ареала. Причем плотность *H. axyridis* в Европе сопоставима с данным показателем в дальневосточных популяциях. Можно предположить, что для освоения неоптимальной для *H. axyridis* зо-

ны субтропиков необходим постоянный приток особей из зоны оптимума, которой в данном случае является территория Южной Европы, в т.ч. Украины.

Таким образом, акклиматизация *H. axyridis* в Сочи -это еще одно проявление «эффекта платцдарма», который, по мнению ряда авторов, был главной причиной инвазии *H. axyridis* в Америке и Западной Европе (Lombaert et al., 2010; Brown et al., 2011). Южная Европа в данном случае служила тем платцдармом, закрепившись на котором *H. axyridis* смогла пойти дальше на восток по территории Краснодарского края.

#### Литература

Белякова Н.А. Итоги интродукции и применение кокцинеллиды *Harmonia axyridis* в защите растений // Защита и карантин растений, 2010, 1, с. 45-47.

Белякова Н.А., Балуева Е.Н. // Ставр. отд. РЭО, 4, Ставр. ГУ, АГРУС, 2008, с. 66-70.

Воронин К.Е. Акклиматизация дальневосточного хищника тлей хармонии (*Harmonia axyridis* Pall.) в Предкарпатье. // Тр. ВНИИЗР, 1968, 31, с. 234-243.

Животовский Л.А. Популяционная биометрия, М., Наука, 1991, 271 с.

Козлова Е.Г., Красавина Л.П. Совместное использование *Harmonia axyridis* Pall. и *Aphidius colemani* Vier. в защите огурца от бахчевой тли // Защита и карантин растений, 2013, 1, с. 43-47..

Кузнецов В.Н. Жуки-кокцинеллиды (Coleoptera, Coccinellidae) Дальнего Востока России. Владивосток, 1993, 334 с.

Павлюшин В.А., Воронин К.Е., Красавина Л.П., Асякин Б.П., Раздобурдин В.А. Использование энтомофагов в биологической защите растений в теплицах России // Тр. РЭО, 2001, 72, с. 16..

Сергиевский С.О. Генетический полиморфизм и адаптивные стратегии популяций // Фенетика природных популяций. М., Наука. 1988, с. 190-200.

Яркулов Ф.Я., Белякова Н.А. Экологические основы биологической защиты тепличных культур // Защита и карантин растений, 2007, 1, с. 19-22. .

Brown P.M.J., Thomas C.E., Lombaert E., Jeffries D.L., Estoup A., Handley L.-J.L. The global spread of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae): distribution, dispersal and routes of invasion // BioControl, 2011, 56, 4, p. 623-641.

Burgio G., Santi F., Lanzoni A., Masetti A., De Luigi V., Melandri M., Reggiani A., Ricci C., Loomans A. J. M., Maini S. *Harmonia axyridis* recordings in northern Italy // Bulletin of Insectology, 2008, 61, 2, p. 361-364.

Dobzhansky Th. Die geographische und individuelle Variabilität von *Harmonia axyridis* Pallas in ihren Wechselbeziehungen // Biol. Zentr., 1924, 44, 7, s. 401-421.

Komai T. Genetics of ladybeetles // Advances in Genetics, 1956, 8, p. 155-188.

Lombaert E., Guillemaud T., Cornuet J.M., Malausa T., Facon B., Estoup A. Bridgehead effect in the worldwide invasion of the biocontrol harlequin ladybird. PLoS ONE. 2010, 5, 3, e9743 (doi:10.1371/journal.pone.0009743).

Tan C.C. Mosaic dominance in the inheritance of color patterns in the lady-bird beetle, *Harmonia axyridis* Pallas // Genetics, 1946, 31, 1, p. 195-210.

#### PHENETIC STRUCTURE OF EUROPEAN AND FAR-EASTERN POPULATIONS OF *HARMONIA AXYRIDIS* (COCCINELLIDAE, COLEOPTERA)

F.A.Yarkulov, A.A.Khodzhash

Both the European and Far Eastern populations of the lady beetle *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) have the same polymorph structure with the strong domination of light-colored morph *succinea* (80-90%). At the Black Sea coast, the morph *succinea* population occupies 99%. Most of individuals are provided with a ridge on the elytra. Local increase of the morph *succinea* frequency in Sochi area is associated with the process of a genetic drift, which shifts the morph frequency in the starting micropopulations.

**Keywords:** *Harmonia axyridis*, morph, elytral pattern, ridge, polymorphism, acclimatization, migratory activity.

Ф.Я.Яркулов, д.б.н., fe.smc\_rf@mail.ru  
А.А.Ходжаш, аспирант, vizrsph@mail.ru

УДК 632.937.3(470.21)

## МЯГКАЯ ЛОЖНОЩИТОВКА *COCCUS HESPERIDUM* L. В ОРАНЖЕРЕЕ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Н.С. Рак, С.В. Литвинова

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А.Аврорина, Кировск

Представлены результаты исследований биологии и дана характеристика стадий развития *Coccus hesperidum*. Разработан способ размножения и содержания вредителя в биокамерах инсектария для колонизации специализированных паразитов.

Ключевые слова: мягкая ложнощитовка *Coccus hesperidum* L., оранжерея.

Первые шаги по изучению насекомых, повреждающих интродуцированные растения в Полярно-альпийском ботаническом саду, были предприняты в 1957 г. Л.А.Новицкой (1962). Ограниченный набор пестицидов и бессистемное их применение привело к появлению высокорезистентных рас и массовому размножению кок-

цид в оранжерее (Вершинина, 1991). В связи с этим стала необходимой разработка методов борьбы с ними. Цель работы - изучение биологических особенностей одного из наиболее распространенных вредителей тропических и субтропических растений - мягкой ложнощитовки *Coccus hesperidum* L.

### Методика исследований

В коллекционной оранжерее распространение *C. hesperidum* выявляли при обследовании (2-3 раза в месяц) и детальном учете. Фиксировали численность и заселенность растений. Характер повреждений и вредоносность изучали как визуально, путем глазомерной оценки и описания, так и с помощью специальных измерений. На предпочитаемых *C. hesperidum* растениях подсчитывали число особей, определяли среднюю численность вредителя в сезонной динамике на отдельных листьях (не менее 10), выбранных случайно из разных ярусов (Кузнецов и др., 1981).

В лабораторных условиях в биокамерах, оборудованных для выращивания и содержания вредителей (при температуре 20-25°C, относительной влажности воздуха 60-80%, с искусственным досвечиванием 7-9 часов в зимнее время) разрабатывали методы размножения и способы содержания *C. hesperidum*. Подбор кормовых растений проводили по приживаемости личинок, которые, достигнув

взрослой стадии, способны к размножению. Сезонную численность отдельных стадий в популяции *C. hesperidum*, количество поколений, ход яйцекладки, отрождение личинок, естественную смертность определяли в процессе ежедневных наблюдений за изолированными самками. Отбирали по десять листьев с пяти заселенных растений одного вида. Число особей в учете - не менее 100 самок. Плодовитость самок определяли путем подсчета яиц. Продолжительность эмбрионального развития - по датам появления первых яиц и первых отродившихся личинок. Для этого у взрослых самок наблюдали за ходом развития ооцитов и началом яйцекладки. Продолжительность развития отдельных стадий *C. hesperidum* устанавливали на модельных растениях с помеченными самками. Определение каждого показателя проводили в 3-5 повторностях (Осмоловский, 1964). Статистическую обработку данных проводили по стандартной программе Excel.

### Результаты исследований

*C. hesperidum* поселяется на листьях с обеих сторон (вдоль жилок), на тонких ветвях и побегах, развивается круглый год в 5-6 поколениях. Цвет и форма тела варьируют в зависимости от вида растения и особенностей поверхности листьев или ветвей. В популяции встречаются особи желтые, бледно-зеленые, коричневые с различной пигментацией в виде точек и полос (рис. 1).

Для разведения *C. hesperidum* и изучения биологических особенностей проведен подбор растений. Наиболее предпочитаемыми кормовыми растениями для *C. hesperidum* оказались *Citrus limon* (L.) Osbeck и *Kalanchoe daigremontiana*

Raym.-Hamet & H.Perrier. Эти растения легко размножаются черенками и семенами, растут круглый год, устойчивы к сильной заселенности *C. hesperidum*, листья удобны для исследования биологии и учета численности вредителя при проведении экспериментов. В качестве растений-резерватов и накопителей *C. hesperidum*, используются *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng., *Crinum grandiflorum* auct., *Anthurium andraeanum* Lin den ex André, *Rhodocactus grandifolius* (Haw.) F.M.Knuth, которые не погибают даже при высокой численности вредителя.



Рис. 1. *C. hesperidum* на растениях: *Crinum grandiflorum* hort. (а), *Fatshedera lizei* (Cochet) Guillaum (б), *Kalanchoe blossfeldiana* van Poelln (в)

Процесс разведения *C. hesperidum* в инсектарии состоит из этапов:

- выращивание кормовых растений способом посева (а, *Citrus limon*) или черенкования (б, *Kalanchoe daigremontiana*) в течение двух месяцев;

- заселение (от 2 до 7 суток) растений *C. hesperidum* способом раскладывания листьев с половозрелыми самками;

- накопление *C. hesperidum* на растениях в течение 25-60 суток.

Так в инсектарии постоянно сохраняется *C. hesperidum* на всех стадиях развития.

На листьях растений самки и личинки *C. hesperidum* выглядят небольшими бляшками. Тело взрослой самки плоское или слабовыпуклое, яйцевидное, асимметричное. На спинной поверхности имеются две ячеистые продольные полосы. Задний конец тела раздвоен. В период откладывания яиц спинная поверхность самок уплотняется, образуя своеобразный ложнощиток. Установлено, что размеры самки *C. hesperidum* и ее плодовитость зависят от кормовых растений. Наибольшие показатели плодовитости на *Ficus carica*, наименьшие на *Hedera helix* (табл. 1).

Таблица 1. Размеры и плодовитость самок *C. hesperidum* на разных кормовых растениях

Кормовое растение	Размеры, мм	К-во яиц min - max
<i>Ficus carica</i> L.	5.4 × 3.4±0.06	52-149
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	5.2 × 2.8±0.08	29-127
<i>Ficus benjamina</i> L.	6.1 × 3.6±0.05	26-94
<i>Syngonium auritum</i> (L.) Schott	3.9 × 2.2±0.08	36-62
<i>Begonia angularis</i> Raddi	3.7 × 2.2±0.06	34-59
<i>Radermachera sinica</i> (Hance) Hemsl.	4.3 × 2.7±0.07	28-60
<i>Hedera helix</i> L.	3.2 × 2.1±0.06	25-55

*C. hesperidum* яйцезиворождающий вид. Размножается партеногенетически. Самцы нами не обнаружены.

В таблице 2 представлены характеристики

стадий развития *C. hesperidum*, полученные нами, и данные других исследователей. В качестве модельного растения использовали *Citrus limon*, исследования проводили в лабораторных условиях при температуре воздуха 22-24°C и относительной влажности 60-75%.

Таблица 2. Характеристика стадий развития *C. hesperidum*

Стадии	Литвинова, Рак, 2011	Терезникова, Чумак, 1989	Козаржевская, 1992	Ахатов, Ижевский, 2004
<b>Яйцо</b>				
Размеры, мм	0.2±0.08 x 0.1±0.02	-	-	-
Окраска	зеленоватая	прозрачная	желтоваторозовая	бесцветная
Продолжительность (сутки)	9±2	-	-	-
<b>Личинка-бродяжка</b>				
Размеры (мм)	0.6-0.8 x 0.3-0.5	0.45-0.5 x 0.2-0.3	0.45-0.5 x 0.2-0.3	-
Окраска	желторозовая	светложелтая	желтоватая	-
Продолжительность (сутки)	24±2	17-21	20-25	20
Выживаемость личинок (%)	29.8±1.5	-	-	-
<b>Половозрелая самка</b>				
Размеры (мм)	2.8-5.2 x 2.7-3.0	3.0-4.0 7.0-10.0	3.0-4.0 1.9-18.4	2.5-4.0 70-250
Плодовитость (яиц)	29-127	6-7	6-7	6-7
Количество поколений в оранжерее	5-6	20-65	-	30-65
Продолжительность яйцекладки (сутки)	45-58	декабрь, май, сентябрь	-	-
Массовое размножение				

В условиях лаборатории самка в течение 45-60 суток откладывает 25-150 яиц. Яйца зеленоватые, овальные. Через 19-22 суток внутри тела матери отрождаются личинки. Самка приподнимает ложнощиток ножками, которые не атрофируются, как у других ложнощитовок, и выпускает личинок-бродяжек. У одной самки за сутки появляется от 2 до 10 личинок.

Бродяжки быстро расползаются по растениям и присасываются к молодым побегам и листьям. В течение 5-7 суток желто-розовые личинки I возраста линяют и переходят во II-й, становятся плоскими, прозрачно-розовыми или желтоватыми, а через 16-18 суток появляются самки, кото-

рые питаются еще 20-25 суток, становятся половозрелыми и начинают откладывать яйца.

Личинки II возраста малоподвижны, но в период линьки или в случае гибели растения-хозяина способны передвигаться и переползать на соседние растения (рис. 2а).

Самки при питании выделяют сладкую липкую медвяную росу (падь), иногда обильно покрывающую все растение. На пади поселяются сапрофитные сажистые грибы, растение утрачивает декоративный вид, наблюдается обесцвечивание и опадание листьев, деформация побегов и гибель молодых растений (рис. 2в).

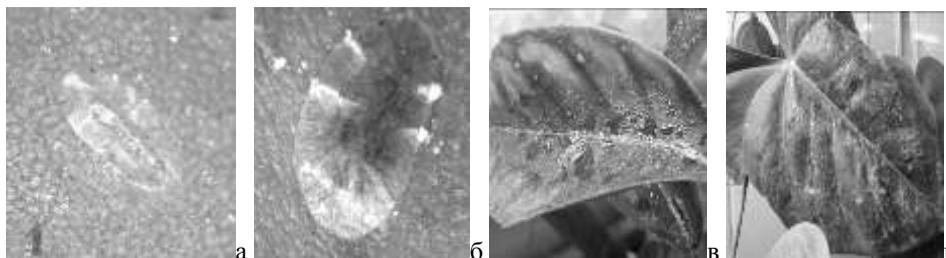


Рис. 2. Личинка II возраста (а), взрослая самка (б); медвяная роса (падь) на *Citrus limon* (в), сажистый гриб (чёрнь) на *Anthurium andreanum* (г)

В настоящее время *C. hesperidum* в оранжерее отсутствует. Итак, в условиях коллекционной оранжереи ПАБСИ сформировалась популяция *C. hesperidum*, которая по некоторым показателям отличается от таковых, описанных в литературе. Вредитель развивается круглый год в 5-6 поколениях. Варьируют цвет (желтые, бледно-зеленые, коричневые) и форма тела (от круглых до овальных щитков) в зависимости от вида растения и особенностей поверхности ли-

стьев или ветвей. Наибольшие показатели плодовитости и размеров самок *C. hesperidum* на *Ficus carica*, *Ficus benjamina*, наименьшие на *Hedera helix*. Половозрелые самки и личинки I возраста несколько крупнее, выживаемость личинок в стадии «бродяжек» выше. В оранжерее ботанического сада в 1957 г. *C. hesperidum* заселяла 16 видов коллекционных растений (Новицкая, 1957), а в феврале 2004 г. нами отмечалась на 53 видах (табл. 3).

Таблица 3. Годичная динамика заселения оранжерейных растений *C. hesperidum*

Годы	Число видов оранжерейных растений											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2004	52	53	47	46	43	40	35	39	40	46	43	43
2005	40	40	41	38	41	34	29	23	23	22	23	23
2006	22	23	25	29	27	21	19	20	20	21	23	22
2007	22	23	23	20	18	17	20	21	19	20	21	22
2008	21	20	24	23	25	21	23	15	12	13	15	22
2009	22	21	22	22	19	18	15	15	14	14	14	14
2010	14	14	14	14	10	9	6	4	4	4	2	1
2011	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012-2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: прочерк - отсутствие вредителя.

С этого момента в результате планомерной защиты растений численность вредителя постепенно снижалась. Установлено, что кормовая база *C. hesperidum* расширялась в декабре, мае и сентябре (периоды массового отрождения и расселения личинок-бродяжек) несмотря на то, что проводились защитные мероприятия (применение пестицидов, растительных препаратов и обмывание растений моющими средствами). Изучение биологических особенностей *C. hesperidum* позволило внедрить в 2006-2009 гг. новый метод применения пестицидов путем пролива растений под корень баковой

смесью (два химических препарата разного спектра действия совместно с минеральной подкормкой), один раз в год (в мае), когда период массового размножения вредителя совпадает с началом интенсивного роста растений. С марта месяца 2010 г. *C. hesperidum* в оранжерее не встречается.

Представлен способ размножения и сохранения *C. hesperidum* в биокамерах инсектария на кормовых растениях *Citrus limon* и *Kalanchoe daigremontiana* для содержания и формирования интродуцированного специализированного паразита - *Encyrtus lecaniorum* Мауг.

#### Литература

Ахатов А.К., Ижевский С.С. (ред.). Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба). М., 2004, 307 с.

Вершинина Н.П. Вредители декоративных растений Мурманской области // Развитие ботанических исследований на Кольском Севере. Апатиты, 1980, с. 138-147.

Козаржевская Э.Ф. Вредители декоративных растений. М., 1992, 358 с.

Кузнецов Н.Н., Ткачук В.К., Лазарев М.А. Методические рекомендации по определению и изучению кокцид и тлей хвойных пород Крыма и мерам борьбы с ними. Ялта, 1981, 46 с.

Литвинова С.В., Рак Н.С. Кокциды - вредители тропических и субтропических растений в оранжереях По-

лярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А.Аврорина // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. М., Товарищество научных изданий КМК, 2011, с. 416-419.

Новицкая Л.А. Вредители декоративных растений Мурманской области // Декоративные растения и озеленение Крайнего Севера. М.-Л., 1957, с. 12-18.

Осмоловский Г.Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними. М., Россельхозиздат, 1964, 203 с.

Терезникова Е.М., Чумак П.Я. Защита цветочно-декоративных растений от вредителей. Справочник. М., 1989, 126 с.

#### *COCCUS HESPERIDUM* L. IN GREENHOUSE OF THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE N.S.Rak, S.V.Litvinova

The biology of *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae) in biochambers of insectarium and greenhouse of Polar-Alpine Botanical Garden-Institute was studied. The characteristics of *C. hesperidum* developmental stages, biological features, and food plants are described. The *C. hesperidum* population formed in a greenhouse has some characteristics different from those known from literature.

**Keywords:** *Coccus hesperidum*, biology, plant pest, food plant.

Н.С.Рак, д.б.н., [rakntlj@rambler.ru](mailto:rakntlj@rambler.ru)  
С.В.Литвинова, к.б.н., [litvinvasvetlana203@rambler.ru](mailto:litvinvasvetlana203@rambler.ru)

УДК 632.937.58.006

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМЕТОДА В ОРАНЖЕРЕЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Е.А. Варфоломеева,\* Н.И. Наумова\*\*

\*БИН РАН им. В.Л.Комарова, Санкт-Петербург

\*\*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Проведенные испытания системы биометода (*Phytoseiulus persimilis*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Encarsia formosa*, *Macrolophus nubilus*, виды р. *Orius* и препарата немабакт (*Steinernema carpocapsae*)) показали хороший защитный результат против паутинного клеща, виноградного мучнистого червеца, оранжерейной белокрылки и цветочных трипсов.

**Ключевые слова:** оранжерея, *Phytoseiulus persimilis*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Encarsia formosa*, *Macrolophus nubilus*, *Orius*, *Steinernema carpocapsae*

Санкт-Петербургский ботанический сад имеет богатейшую коллекцию растений, многие из которых являются редкими и экзотическими видами. Вегетационный период у оранжерейных растений продолжается, в отличие от местных видов, круглый год, они должны быть гарантированно защищены от вредителей и болезней и иметь для посетителей эстетически красивый вид, поэтому защита растений должна быть организована все 12 месяцев.

Так как оранжереи сада открыты для посетителей почти ежедневно весь год, применение химического метода борьбы ограничено или полностью невозможно, поэтому использование энтомофагов является одним из основных способов защиты растений.

В 2013 г. в оранжерее "Тропический маршрут" (S=480 м<sup>2</sup>) нами были проведены исследо-

вания для формирования комплекса энтомофагов, пригодного для защиты растений от наиболее опасных вредителей в течение года. По результатам опытных обработок были рассчитаны затраты за год на приобретение энтомофагов и биологических препаратов, необходимых для защитных мероприятий в оранжерее (табл.).

В течение 2013 г. в опытной оранжерее наибольшую опасность представляли вино-градный мучнистый червец, паутинный клещ, оранжерейная белокрылка, западный цветочный трипс. Для борьбы с этими вредителями методом сезонной колонизации на заселенные растения выпускали энтомофагов: фитосейулюс, криптолемус, энкарзия, макролофус, ориусы. Выпуск энтомофагов в очаги проводился по мере появления и увеличения численности вредителей (табл.).

Таблица. Система применения энтомофагов для защиты растений в ботаническом саду и затраты на их приобретение, 2013 г.

Энтомофаги	Против каких вредителей применяли	Метод и кратность обработки за год	К-во особей/м <sup>2</sup>	Цена, руб./1000 особей	Всего затрат, руб.
Фитосейулюс ( <i>Phytoseiulus persimilis</i> Ath.-Henr.)	Паутинный клещ <i>Tetranychus urticae</i> Koch.	сезонная колони-зация, 2-кратно, в очаги	50	400	440
Криптолемус ( <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Muls.)	Виноградный мучнистый червец <i>Planococcus ficus</i> Signoret	сезон. колонизация, 5-кратно, в очаги	5	2000	1000
Энкарзия ( <i>Encarsia formosa</i> Forst)	Оранжерейная белокрылка <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw.	сезон. колонизация, 1-кратно, в очаги	10	700	175
Макролофус ( <i>Macrolophus nubilus</i> H.-S.)	Оранжерейная белокрылка, паутинный клещ	сезон. колонизация, 3-кратно, в очаги	5	1500	450
Ориусы ( <i>Orius majusculus</i> Reuter, <i>O. aevigatus</i> Fieber., <i>O. strigicollis</i> Popp.)	Западный цветочный трипс <i>Frankliniella occidentalis</i> Perg.	сезон. колонизация, 2-кратно, в очаги	3	1500	1500
Немабакт ( <i>Steinernema carpocapsae</i> "agriotos")	Западный цветочный трипс	пролив грунта, разово, в очаги	50 тыс.	3 руб./млн	400
<b>Итого</b>					<b>3965</b>

Результаты предыдущих исследований показали, что биологический метод способен гарантированно защитить растения и сделать мероприятия по защите безопасными для посетителей Ботанического сада и окружающей среды (Варфоло-

меева, 2009).

Установлено, что колонизация энтомофагов не вызывала полной гибели вредителей, однако позволила сохранить у растений в оранжерее эстетически привлекательный вид.

Против западного цветочного трипса был проведен пролив грунта биопрепаратом не-мабакт, гибель вредителя при однократной обработке достигала 95%.

Систематический мониторинг выявлял на растениях новые очаги вредителей, а своевременный выпуск энтомофагов позволил значительно снизить денежные затраты на защиту. За 2013 год на приобретение энтомофагов и биологических препаратов для защиты растений в опытной оранжерее было израсходовано 3965 рублей (табл.).

Величина затрат на энтомофагов не является постоянной для экономических расчетов в последующие годы. Они будут изменяться с изменением набора опасных вредителей, их численности, состава растений, густоты их посадки, температурного режима в оранжерее и снаружи, влажности, высоты и площади оранжерей и других показателей.

Следует также отметить, что при появлении некоторых видов вредителей, например щитовок, использование инсектицидов все-таки необходимо.

Нами были проведены предварительные расчеты годовых затрат при использовании в борьбе с указанными выше вредителями необходимых инсектицидов, разрешенных к применению: актара ВДГ (250 г/кг), конфидор экстра ВДГ (700 г/кг), вертимек КЭ (18 г/л), адмирал КЭ (100 г/л), спинтор 240 СК (240 г/л). На их приобретение потребуется около 2 тыс. рублей на оранжерею в год при работе по очагам вредителей.

Таким образом, установлено, что на биологическую защиту растений требуется больше денежных средств, чем на пестициды, однако выпуск энтомофагов является самым перспективным методом в оранжереях Ботанического сада, где экологический фактор определяет выбор методов борьбы с вредителями растений.

#### Литература

Варфоломеева Е.А. Биоценологическое обоснование применения энтомофагов в оранжереях ботанических садов Се-

веро-Запада. Автореф. канд. дисс., С-Пб, Пушкин, 2009, 20 с.

### PROSPECTS OF BIOCONTROL APPLICATION IN GREENHOUSES OF BOTANICAL GARDEN

E.A.Varfolomeyeva, N.I.Naumova

The biocontrol system tests with use of *Phytoseiulus persimilis*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Encarsia formosa*, *Macrolophus nubilus*, *Orius* spp. and Nemabakt preparation (*Steinernema carpocapsae*) showed good protective result against the Spider mite, Grape mealy scale, Whitefly and Flower thrips.

**Keywords:** greenhouse, *Phytoseiulus persimilis*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Encarsia formosa*, *Macrolophus nubilus*, *Orius*, *Steinernema carpocapsae*.

Е.А.Варфоломеева, к.б.н.  
Н.И.Наумова, к.б.н., nino.vizr.ru

УДК 635.9:582.711.71

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТЫ РОЗ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ

**Н.Е. Агансонова**

*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Совместное использование баковых смесей препаратов спинтор 240 СК 0.01%+вертимек КЭ 0.025%+акарин КЭ 0.05% и спинтор 240 СК 0.01%+конфидор ВРК 0.05%+фуфанон КЭ 0.1% с биопрепаратом на основе энтомопатогенных нематод энтонемом-F BC против западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* P. (Thysanoptera: Thripidae) на розах позволило повысить биологическую эффективность и сократить количество обработок.

**Ключевые слова:** баковые смеси, энтомопатогенные нематоды, западный цветочный трипс, розы.

С 2005 г. по договору с ЛГУ им. А.С.Пушкина разрабатывались интегрированные экологически малоопасные системы защиты растений и внедрялись усовершенствованные регламенты защиты культур от западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) и других вредителей, с

учетом наличия резистентных популяций, позволяющие преодолевать уже сформировавшуюся резистентность, предупреждать ее развитие к новым пестицидам, а также продлить практическое использование химических инсектицидов, к которым ранее наблюдалась потеря чувствительности у фитофагов (Агансонова, 2013).

Защиту растений от трипса осложняет развитие в его популяциях множественной резистентности к инсектицидам из разных химических классов (Иванова, Сухорученко, 2013). Фитосанитарная деградация приобрела глубокий затяжной многолетний характер с большими экономическими потерями (Павлюшин, 2010).

#### Методика исследований

Исследования проводились на розах в теплице УЭБ ЛГУ в 2006 г. [Агансонова и др., 2012]. Оценивались химические препараты конфидор ВРК (200 г/л), фитоверм КЭ (10 г/л), вертимек КЭ (18 г/л), акарин КЭ (2 г/л) (=агравертин КЭ), актара ВДГ (250 г/кг), фуфанон КЭ (570 г/л), биопестицид спинтор 240 СК (240 г/л), а также энтоном-Ф ВС, биопрепарат на основе инвазионных личинок энтомопатогенных нематод *Steinemema feltiae* (*Rhabditida*, *Steinemematidae*), созданный в ВИЗР (получен из лаборатории микробиологической защиты растений).

Схема опыта включала двукратное опрыскивание листовой поверхности роз с интервалом 7 дней баковыми смесями конфидор ВРК (0.05%)+фитоверм КЭ (0.4%), акарин КЭ (0.05%)+актара ВДГ (0.03%), а также баковыми смесями спинтор 240 СК (0.01%)+вертимек КЭ (0.025%)+акарин КЭ (0.05%); спинтор 240 СК (0.01%)+конфидор ВРК (0.05%)+фуфанон КЭ (0.1%) с внесением энтонома-Ф (500 тыс. инвазионных личинок/м<sup>2</sup>) в почву, в сниженных концентрациях препаратов. Для

#### Результаты исследований

Совместное использование баковых смесей препаратов с биопрепаратом на основе энтомопатогенных нематод энтоном-Ф ВС позволяет более эффективно защищать розы от западного цветочного трипса.

Применение биопестицида спинтора 240 СК в баковых смесях с препаратами, обладающими контактно-кишечным действием (акарин КЭ) с наличием системной (конфидор ВРК), трансламинарной (вертимек КЭ) и фумигационной (фуфанон КЭ) активности и с энтомопатогенными нематодами обеспечило длительный гарантированный защитный эффект разовых обработок со сведением вредоносности трипса до минимального уровня при высокой скорости размножения вредителя и различной чувствительности стадий развития фитофага к препаратам.

Сравнительная оценка биологической эффективности свидетельствует, что двукратное опрыскивание листовой поверхности роз с интервалом 7 дней баковыми смесями конфидор ВРК (0.05%) +фитоверм КЭ (0.4%) и акарин КЭ (0.05%)+актара ВДГ (0.03%) в сниженных концентрациях обеспечивает биологическую эффективность на уровне 99% в течение 4 недели после обработок (табл. 1).

Сочетание обработки листовой поверхности роз одной из баковых смесей спинтор 240 СК (0.01%)+вертимек КЭ (0.025%) +акарин КЭ (0.05%) или спинтор 240 СК (0.01%)+конфидор ВРК (0.05%)+фуфанон КЭ (0.1%) с внесением энтонома-Ф (500 тыс. инвазионных личинок/м<sup>2</sup>) в почву обеспечивает биологическую эффективность на уровне 99% в течение 8 недель (табл. 2).

Целесообразно с учетом особенностей действия препаратов конфидор ВРК, фитоверм КЭ, вертимек КЭ, акарин КЭ, актара ВДГ, фуфанон КЭ, спинтор 240 СК, энтоном-Ф ВС оценить эффективность их совместного использования в единой системе борьбы с трипсом.

сравнения использовались препараты в сниженных и рекомендованных концентрациях. В контроле - растения без обработки препаратами.

Обработку растений проводили с использованием электрического передвижного опрыскивателя *Unigreen* (Italy). Расход рабочей жидкости - 20 л/200 м<sup>2</sup>. Площадь опытных делянок - 20 м<sup>2</sup>. Повторность опытов - 5-кратная. Учеты трипса проводили до обработки и еженедельно после обработки на 50 цветках.

Биологическую эффективность препаратов оценивали по изменению численности вредителя в сравнении с контролем согласно "Методическим указаниям по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве" (Новожилов и др., 1986).

Полученные материалы статистически обработаны по общепринятым методикам. Результаты дисперсионного анализа представлены в виде буквенных индексов, следующих за средними значениями. Значения с разными буквенными индексами достоверно различались при  $p \leq 0.05$ .

Таблица 1. Биологическая эффективность баковых смесей против западного цветочного трипса на розах (теплица УЭБ ЛГУ, 2006)

Варианты	Численность трипса, особей/бутон		
	до обработки	после обработки, через 4 нед.	эфф.к., %
Двукратная обработка баковой смесью конфидор ВРК 0.05%+фитоверм КЭ 0.4%	15.0±1.3	0.4±0.3(b)	99
Двукратная обработка баковой смесью акарин КЭ 0.05%+актара ВДГ 0.03%	25.0±3.6	0.7±0.4(b)	99
Баковая смесь конфидор ВРК 0.05%+фитоверм КЭ 0.4%	18.0±2.6	30.5±1.7(e)	39
Баковая смесь акарин КЭ 0.05%+актара ВДГ 0.03%	16.0±2.1	26.0±3.9(d)	42
Конфидор ВРК 0.05%	9.0±1.2	18.0±2.5(k)	28
Фитоверм КЭ 0.4%	12.0±1.4	29.0±4.5(g, e, d)	13
Актара ВДГ 0.03%	14.0±2.1	27.5±2.5(n, d, g)	29
Акарин КЭ 0.05%	21.0±2.2	42.0±4.5(c)	28
Фитоверм КЭ 0.8%	8.0±1.6	14.7±3.8(i, k)	34
Конфидор ВРК 0.1%	16.8±1.8	26.0±3.5(p, d, g, n)	44
Акарин КЭ 1%	11.8±2.4	19.0±1.7(j, k)	42
Актара ВДГ 0.08%	19.0±2.2	29.0±2.7(v, e, g, n)	45
	Контроль (без обработок)		
	28.0±3.3	78.0±5.8(a)	-

Примечание: средние значения с разными буквенными индексами внутри графы достоверно различались ( $p \leq 0.05$ ).

Таблица 2. Эффективность совместного использования баковых смесей препаратов и энтонема-*F* против западного цветочного трипса на розах (теплица УЭБ ЛГУ, 2006)

Варианты	Численность трипса (особей/цветок)		
	до обработки	после обработки, через 8 нед.	эф-фект., %
Баковая смесь спинтор 240 СК 0.01%+акарин КЭ 0.05% и энтонем- <i>F</i> ВС (500 тыс. инвазионных личинок/м <sup>2</sup> )	13.0±1.2	0.5±0.5(b)	99
Баковая смесь спинтор 240 СК 0.01%+конфидор ВРК 0.05%+фуфанон КЭ 0.1% и энтонем- <i>F</i> ВС (500 тыс. инвазионных личинок/м <sup>2</sup> )	7.0±1.3	0.3±0.1(b)	99
Баковая смесь спинтор 240 СК 0.01%+вертимек КЭ 0.025%+акарин КЭ 0.05%	12.0±3.3	11.9±5.5(e)	75
Баковая смесь спинтор 240 СК 0.01%+конфидор ВРК 0.05%+фуфанон КЭ 0.1%	5.0±2.2	4.0±1.1(c)	79
Спинтор 240 СК 0.04%	10.0±1.5	24.0±4.2(p)	40
Вертимек КЭ 0.05%	8.0±1.8	19.5±3.2(d)	39
Акарин КЭ 1%	5.0±2.2	12.5±2.5(k, e)	37
Фуфанон КЭ 0.2%	11.0±2.4	26.0±4.1(l, p)	41
Энтонем- <i>F</i> ВС (1 млн. инвазионных личинок/м <sup>2</sup> )	7.0±1.2	9.0±3.5(t, e)	68
Энтонем- <i>F</i> ВС (500 тыс. инвазионных личинок/м <sup>2</sup> )	9.0±1.8	16.0±3.9(x,d,k)	55
Конфидор ВРК 0.1%	14.0±3.2	31.0±2.4(m)	45
Спинтор 240 СК 0.01%	10.0±1.3	29.0±5.2(i, p, l, m)	28
Вертимек КЭ 0.025%	12.0±3.1	38.4±5.3(w)	20
Акарин КЭ 0.05%	7.0±1.4	21.0±2.5(z, d)	25
Конфидор ВРК 0.05%	14.0±2.4	45.5±6.3(j)	19
Фуфанон КЭ 0.1%	15.0±3.5	50.0±6.5(n, j)	17
Контроль (без обработки)	17.0±2.3	68.0±2.6(a)	-

Примечание: см. таблицу 1.

Опрыскивание листовой поверхности роз баковыми смесями с внесением биопрепарата на основе энтмопатогенных нематод в почву в сниженных нормах расхода препаратов обеспечивает эф-фективность, превышающую показатели эффективности применения препаратов отдельно в рекомендованных нормах расхода.

Для получения высокой эффективности (до 99%) и продолжительного сдерживания нарастания численности популяции трипса на розах (до 8 недель) эффективность разовых обработок баковыми смесями листовой поверхности роз следует повышать внесением энтонема-*F* в почву против почвенных стадий развития вредителя.

#### Литература

Агансонова Н.Е. Усовершенствованная экологически малоопасная защита тепличных культур на Северо-Западе РФ // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. СПб, 2013, т.3, с. 4-6.

Агансонова Н.Е., Данилов Л.Г., Махоткин С.В. Совершенствование защиты тепличных культур на Северо-Западе РФ // Биологическая защита растений - основа стабилизации экосистем. Краснодар, 2012, с.130-133.

Иванова Г.П., Сухорученко Г.И. Положение с резистентностью западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera, Thripidae) к инсектицидам // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. СПб, 2013, т.3, с. 21-23.

Новожилов К.В. и др. Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве. М., 1986, 51 с.

Павлюшин В.А. Научное обеспечение защиты растений и продовольственная безопасность России // Защита и карантин растений, 2010, № 2, с. 11-15.

## IMPROVING ROSE PROTECTION IN THE RUSSIAN NORTHWEST

N.E.Aganonova

The data obtained have proved the possibility to increase the biological effectiveness and to reduce the number of treatments by using tank mixtures and subsequent use of entomopathogenic nematodes in the plant protection system against thrips *Frankliniella occidentalis* P. (Thysanoptera: Thripidae).

**Keywords:** tank mixture, entomopathogenic nematode, Western flower thrips, roses.

N.E.Aganonova, k.b.n., aghanonova@mail.ru



#### **К 80-ЛЕТИЮ МИХАИЛА СЕРГЕЕВИЧА СОКОЛОВА**

В мае 2014 года академику Российской академии наук Михаилу Сергеевичу Соколову исполнилось 80 лет.

После окончания в 1958 году Московской сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева и трех лет работы главным агрономом колхоза, М.С.Соколов поступил в аспирантуру МСХА, а в 1965 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию. В последующие годы он плодотворно трудился в Гос. НИИ гражданской авиации, во ВНИИ фитопатологии МСХ СССР, Институте биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР, а с 1971 г. в течение 12 лет успешно руководил лабораторией миграции и метаболизма гербицидов Института агрохимии и почвоведения АН СССР.

Несмотря на различия направленности работ названных учреждений научные интересы М.С.Соколова всегда были ориентированы на решение ведущих задач фитосанитарной науки. В этот период им были выполнены глубокие исследования по ключевым проблемам экологизации защиты растений. Уже в тот период М.С.Соколов основное внимание уделял всестороннему изучению вопросов, связанных с проблемой загрязнения почв остатками пестицидов, их миграции и деградации, выявлении путей предотвращения накопления токсичных ксенобиотиков в почвах, проведении экотоксикологического мониторинга в агроландшафтах, изучении возможного влияния пестицидов на полезные организмы. Получили широкую известность его исследования по применению гербицидов в рисоводстве и в целом в плавневой зоне, использованию гербицидов при мало- и ультрамалообъемном опрыскивании и др.

В 1982-1992 гг. М.С.Соколов работал заместителем директора и директором Северо-Кавказского НИИ фитопатологии. В этот период им выполнены работы по экспериментальной фитопатологии, мониторингу и прогнозу ржавчинных грибов. При его активном участии указанный институт в 1992 г. был преобразован во Всероссийский НИИ биологической защиты растений и стал одним из научных центров РФ по биологической защите растений: природной биорегуляции в агроэкосистемах,

изысканию и использованию эффективных энтомофагов, энтомопатогенов и др. В последнее десятилетие М.С.Соколов активно продолжает развивать исследования по актуальным проблемам экотоксикологии пестицидов, по экологической оценке и биобезопасности трансгенных растений. Ряд лет он участвовал в реализации Международной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

Его широкая научная эрудиция, значительный вклад в развитие ряда крупных научных проблем отечественной фитосанитарии были по достоинству оценены. В 1997 году он был избран действительным членом Россельхозакадемии.

М.С.Соколовым опубликовано более 400 научных работ, в т.ч. несколько крупных монографий, создана научная школа, которую представляют подготовленные им 7 кандидатов и 3 доктора наук. Он ведет обширную научно-общественную работу, являясь заместителем главного редактора научно-производственного журнала «Агро XXI», заместителем главного редактора журнала «Агрохимия» СО РАН, членом редсовета журнала «Вестник защиты растений».

Глубокие знания, опыт, профессиональная эрудиция, педагогический талант, многолетний добросовестный труд, ответственность и доброжелательность снискали ему заслуженный авторитет, любовь и глубокое уважение коллег и учеников.

Поздравляем Михаила Сергеевича с большой юбилейной датой, желаем ему сохранения стабильного здоровья, творческих сил и оптимизма.

*Дирекция ВИЗР*

## **НАУЧНАЯ ШКОЛА ВИЗР ПО ХИМИЧЕСКОМУ МЕТОДУ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

Научная школа ВИЗР «Химический метод защиты растений» состоялась в 1930 г. под руководством выдающихся энтомотоксикологов Г.Д.Угрюмова и П.В.Сазонова. В предвоенные годы были выполнены крупные научные работы по раскрытию механизма действия инсектицидов, оптимизации их препаративных форм, созданию технологий применения и др.

Начало было положено в 1922 г., когда при Наркомземе РСФСР была сформирована Центральная научно-исследовательская лаборатория отравляющих веществ видного научного деятеля в области химического метода защиты растений Г.Д.Угрюмова, которая была включена в состав ВИЗР в 1929 году.

В 1948 г. в ВИЗР была создана лаборатория гербицидов, которая под руководством Н.А.Шипинова внесла определяющий вклад в становление отечественной науки по изучению гербицидов.

В 1950-60 гг. были продолжены прерванные войной исследования по разностороннему изучению новых средств защиты растений в борьбе с важнейшими вредителями (саранчовые, вредная черепашка, колорадский жук, свекловичный долгоносик и др.) и сорными растениями. Это позволило разработать биолого-токсикологические принципы эффективного использования новых пестицидов разного фитосанитарного назначения, основанные на выявлении спектра их действия, требований безопасности по санитарно-гигиеническим показателям, пригодности для использования в системах защитных мероприятий. Ведущие специалисты школы активно включились в становление и методологическое обеспечение исследований географической сети токсикологических лабораторий ВИЗР для осуществления государственных регистрационных испытаний пестицидов в разных агроклиматических зонах страны.

В 1970-1990 гг. новое поколение ученых продолжило традиции научной школы (рук. акад. К.В. Новожилов) и внесло существенный вклад в развитие исследований по повышению не только эффективности, но и экологической безопасности применения пестицидов. Этому способствовало создание в ВИЗР лабораторий динамики и метаболизма пестицидов (1967 г.), математического моделирования и электронизации (1984 г.), экотоксикологии (1992 г.), Центра биологической регламентации использования пестицидов (1977). Выполненные коллективами этих подразделений циклы исследований позволили разработать концепцию формирования оптимизированного по экологическим и санитарно-гигиеническим показателям ассортимента средств защиты растений с учетом зонально-адаптивного подхода и значительно усовершенствовать его в сравнении с предыдущим периодом. Был внесен весомый вклад в изучение экологических последствий многолетнего применения пестицидов, включая изучение роли различных факторов биологической и небиологической природы в миграции и деградации препаратов в основных компонентах агробиоценозов.

В настоящее время учеными данной школы продолжается изучение новых средств защиты растений: разработка регламентов и технологий их применения для повышения результативности и безопасности возделывания основных сельскохозяйственных культур в разных почвенно-климатических зонах, решаются вопросы методического обеспечения этих исследований; оценивается влияние препаратов новых химических классов на основных представителей полезной энтомофауны агробиоценозов и разрабатываются оптимальные приемы их сохранения; изучается формирование резистентности вредных насекомых и клещей к применяемым препаратам, механизмы ее детерминации и предлагаются пути преодоления этого явления; совершенствуются методы разноаспектного агроэкотоксикологического мониторинга, включая разработку математических информационных моделей оценки экологической опасности новых пестицидов.

За последние 10 лет под руководством ведущих специалистов школы подготовлено и защищено 4 докторских и 18 кандидатских диссертаций. В настоящее время коллектив научной

школы (рук. акад. В.И.Долженко, проф. Г.И.Сухорученко) насчитывает 38 специалистов ВИЗР, в т.ч. 4 доктора и 25 кандидатов наук. Среди специалистов школы 17 сотрудников в возрасте до 39 лет.

В их числе сотрудники лаборатории агроэкотоксикологии: Семенова Н.Н., д.б.н., к.б.н. Волгарев С.А., Васильева Т.И., Жаров В.Р., Мосейко А.Г., Сергеев Г.Е., Тулаева А.И., Иванова Г.П., к.с.-х.н., научный сотрудник Баринов М.К., аспирант Бибикова Л.Ю., вед. инженер Зацюрский А.С.

Центр биологической регламентации использования пестицидов включает: Лаптиева А.Б., д.б.н., кандидатов биологических наук Бабич Н.В., Буркову Л.А., Бурлакова Ю.В., Голубева А.С., Гришечкину Л.Д., Долженко О.В., Копытову Ф.И., Кунгурцеву О.В., Ладан С.С., Ревкову М.А., Хилевского В.А., Чернуха В.Г., Яковлева А.А.; кандидатов сельскохозяйственных наук Иванов С.Г., Кириленко Е.И., Маханькову Т.А., Степанова А.А., кандидатов химических наук Комарову А.С., Остроухову О.К., аспирантов - Вон Т.В., Веремеенкову М.В.

В последние годы опубликованы в соавторстве с другими учеными книги «Хроматография в агроэкологии» (2002), «Хлебные жужелицы и борьба с ними» (2002), «Защита растений в устойчивых системах земледелия» (2003), «Вредные саранчовые: биология, средства и технология борьбы» (2003), «Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия» (2008), «Технологии управления численностью вредных организмов тепличных агроценозов на основе интеграции методов и средств защиты растений» (2011), «Средства защиты растений» (2011), сборники методик «Методические указания по регистрационному испытанию инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве» (2004, 2013), «Мониторинг резистентности в популяциях вредных членистоногих» (2004, 2013) и др.

Разработаны и изданы методические указания «Средства борьбы с вредными саранчовыми» (2004) и «Экологически малоопасная технология применения пестицидов для защиты озимой и яровой пшеницы от вредителей и болезней в Нижнем Поволжье» (2008), утвержденные НТС МСХ Саратовской области и НТС МСХ РФ, а также технологии преодоления резистентности в популяциях колорадского жука (2006) и вредителей культур закрытого грунта (2008) и др. В объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» зарегистрированы версии 01 и 02 созданной имитационной модели поведения пестицидов в агробиоценозах пшеницы в Нижнем Поволжье и картофеля в Северо-Западном регионе PESTLOAD (№16038 от 30 июля 2010 г. и № 17579 от 11 ноября 2011 г.).

Специалисты школы активно участвовали в организации и проведении международной практической конференции «Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности» (СПб-Пушкин, 2004), Второго и Третьего Всероссийских съездов по защите растений (СПб-Пушкин, 2005, 2013), рабочей группы ЕОКЗР по резистентности (СПб-Пушкин, 2007), десятом и одиннадцатом совещаниях (симпозиумах) «Резистентность вредных организмов к пестицидам (СПб-Пушкин, 2005, 2013), по материалам которых опубликованы соответствующие сборники.

*В.И.Долженко, академик,  
Г.И.Сухорученко профессор*

ЭНТОМОФАГИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ: НОВЫЕ КРИТЕРИИ ОТБОРА ВИДОВ И ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ <i>Н.А.Белякова, Ю.Б.Поликарпова</i>	3
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЗАСОРЕННОСТИ ЕДИНИЧНОГО УГОДЬЯ <i>В.П.Самсонова, М.И.Кондрашкина, А.В.Зоткина</i>	11
РАСШИРЕНИЕ АРЕАЛА ЛИЛЕЙНОЙ ТРЕЩАЛКИ <i>LILIOCERIS LILII</i> (SCOPOLI, 1763) (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE, CRIOCERINAE) НА СЕВЕР И ИЗМЕНЕНИЕ СРОКОВ АКТИВНОСТИ ИМАГО В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА В ЕВРОПЕ <i>М.Я.Орлова-Беньковская</i>	18
ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL <i>Н.Г.Власенко, А.А.Слободчиков, Н.А.Коротких, О.В.Кулагин</i>	21
РАЗРАБОТКА МЕР БОРЬБЫ С ПРОВОЛОЧНИКАМИ НА КАРТОФЕЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ. <i>С.А.Доброхотов, А.И.Анисимов, Л.Г.Данилов, Г.Р.Леднев</i>	25
ПОЛЕВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИКОНВЕРСИОННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА КАРТОФЕЛЕ В БОРЬБЕ С ФИТОФТОРОЗОМ. <i>А.И.Богданов, Ю.А.Титова</i>	34
ДЕЙСТВИЕ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ. <i>А.Б.Егоров, А.Н.Партолина</i>	39
ОСОБЕННОСТИ БИОКОНВЕРСИИ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ ШТАММАМИ-ПРОДУЦЕНТАМИ БИОПРЕПАРАТОВ <i>Ю.А.Титова, В.В.Долгих, А.И.Богданов</i>	46
ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ПРОЖОРЛИВОСТЬ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА. <i>Н.С.Чуликова, А.А.Малюга</i>	50
РАЗВИТИЕ И ВРЕДНОСТЬ ЦЕРКОСПОРЕЛЛЕЗНОЙ ПРИКОРНЕВОЙ ГНИЛИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ СЕВА В ПОЛЕСЬЕ УКРАИНЫ. <i>Н.В.Грицюк, Т.Н.Тимошук</i>	54
<b><u>Краткие сообщения</u></b>	
ПОРАЖЕННОСТЬ СОРГО КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН В БОРЬБЕ С НИМИ. <i>В.Г.Каплин, Е.В.Матвиенко</i>	59
ФЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЕВРОПЕЙСКИХ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ <i>HARMONIA AXURIDIS</i> PALLAS (COCCINELLIDAE, COLEOPTERA) <i>Ф.Я.Яркулов, А.А.Ходжаи</i>	63
МЯГКАЯ ЛОЖНОЦИТОВКА <i>COCCUS HESPERIDUM</i> L. В ОРАНЖЕРЕЕ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА <i>Н.С.Рак, С.В.Литвинова</i>	67
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМЕТОДА В ОРАНЖЕРЕЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА. <i>Е.А.Варфоломеева, Н.И.Наумова</i>	71
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТЫ РОЗ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РФ <i>Н.Е.Агансонова</i>	72
<b><u>Хроника</u></b>	
К 80-ЛЕТИЮ МИХАИЛА СЕРГЕЕВИЧА СОКОЛОВА	75
НАУЧНАЯ ШКОЛА ВИЗР ПО ХИМИЧЕСКОМУ МЕТОДУ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ <i>В.И.Долженко, Г.И.Сухорученко</i>	77

## Contents

ENTOMOPHAGES IN GREENHOUSES: NEW SCREENING CRITERIA OF SPECIES AND FEATURES OF MODERN AGRICULTURAL TECHNOLOGIES <i>N.A.Belyakova, Yu.B.Polikarpova</i>	3
SPATIAL STRUCTURE OF CONTAMINATION OF SINGLE LAND AREA <i>V.P.Samsonova, M.I.Kondrashkina, A.V.Zotkina</i>	11
EXPANSION OF <i>LILIOCERIS LILII</i> (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) RANGE TO THE NORTH AND CHANGE OF ADULT ACTIVITY PERIOD BECAUSE OF CLIMATE WARMING IN EUROPE. <i>M.Ja.Orlova-Bienkowskaja</i>	18
PESTS AND DISEASES IN SPRING WHEAT CROPS CULTIVATED BY NO-TILL TECHNOLOGY. <i>N.G.Vlasenko, A.A.Slobodchikov, N.A.Korotkikh, O.V.Kulagin</i>	21
DEVELOPMENT OF WIREWORM CONTROL ON POTATO FIELDS USING MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS AND WHITE MUSTARD <i>S.A.Dobrokhoto, A.I.Anisimov, L.G.Danilov, G.R.Lednev</i>	25
MULTI-RECYCLING BIOFORMULATION FIELD EFFICACY IN POTATO LATE BLIGHT CONTROL. <i>A.I.Bogdanov, J.A.Titova</i>	34
THE EFFECT OF TANK MIXTURES OF HERBICIDES ON UNDESIRABLE DECIDUOUS TREE SPECIES AT DIFFERENT WAYS OF TREATMENT IN FORESTRY <i>A.B.Egorov, A.N.Partolina</i>	39
BIO-RECYCLING OF PLANT SUBSTRATE COMPONENTS BY STRAIN-PRODUCERS OF BIOFORMULATIONS. <i>J.A.Titova, V.V.Dolgikh, A.I.Bogdanov</i>	46
THE INFLUENCE OF POTATO GRADE FEATURES ON THE COLORADO BEETLE VORACITY. <i>N.S.Chulikova, A.A.Malyuga</i>	50
DEVELOPMENT AND HARMFULNESS OF EYESPOT OF WINTER WHEAT IN RELATION TO SOWING TERMS IN UKRAINIAN POLESIA <i>N.V.Gritsyuk, T.N.Tymoshchuk</i>	54
<b><u>Brief Reports</u></b>	
LESION OF SORGHUM BY ROOT ROTTS IN FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION AND EFFICIENCY OF SEED DRESSING. <i>V.G.Kaplin, E.V.Matvienko</i>	59
PHENETIC STRUCTURE OF EUROPEAN AND FAR-EASTERN POPULATIONS OF <i>HARMONIA AXYRIDIS</i> (COCCINELLIDAE, COLEOPTERA). <i>F.A.Yarkulov, A.A.Khodzhash</i>	63
<i>COCCUS HESPERIDUM</i> L. IN GREENHOUSE OF THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE. <i>N.S.Rak, S.V.Litvinova</i>	67
PROSPECTS OF BIOCONTROL APPLICATION IN GREENHOUSES OF BOTANICAL GARDEN. <i>E.A.Varfolomeyeva, N.I.Naumova</i>	71
IMPROVING ROSE PROTECTION IN THE RUSSIAN NORTHWEST <i>N.E.Agansonova</i>	72
<b><u>Chronicle</u></b>	
TO THE 80 <sup>TH</sup> BIRTHDAY ANNIVERSARY OF MIKHAIL SERGEEVICH SOKOLOV	75
THE CHEMICAL PLANT PROTECTION RESEARCH SCHOOL OF THE ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT PROTECTION. <i>V.I.Dolzhenko, G.I.Sukhoruchenko</i>	77