

На правах рукописи

Шорохов
Михаил Николаевич

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ И ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СОВРЕМЕННЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ ДЛЯ
ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ОТ ВРЕДНОЙ
ЧЕРЕПАШКИ (EURYGASTER INTEGRICEPS PUT.)
В УСЛОВИЯХ САЛЬСКИХ СТЕПЕЙ
ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Шифр и наименование специальности:
06.01.07 – защита растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург
2014

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: **Долженко Виктор Иванович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик РАН

Официальные оппоненты: **Лысенко Николай Николаевич,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой Защиты растений и
экотоксикологии ФГБОУ ВПО Орловский
государственный аграрный университет

Алехин Владимир Тихонович
кандидат биологических наук, директор ФГБУ
Всероссийский НИИ защиты растений
Минсельхоза России

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО Кубанский государственный
аграрный университет

Защита диссертации состоится "16" октября 2014 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета, шифр Д 006.015.01 на базе Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений по адресу: 196608, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, д.3
Факс: (812)470-51-10; e-mail: vizrspb@mail333.com

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений и на сайте: www.vizr.spb.ru

Автореферат разослан " " августа 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Наседкина Галина Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Важнейшей задачей сельского хозяйства России является рост производства высококачественного зерна, которое по праву считается национальным достоянием государства, одним из основных факторов устойчивости экономики и гарантией продовольственной безопасности страны [Алехин, 2002; Алехин, Володичев, 2004].

В последние годы наблюдается ухудшение фитосанитарной обстановки на полях пшеницы, связанное с биологическими, токсикологическими и технологическим факторами. Все эти изменения предопределяют наблюдаемую в настоящее время дестабилизацию агроэкосистем, что провоцирует вспышки массового размножения вредителей.

Одним из вредителей, имеющих особое экономическое значение на пшенице в Ростовской области, является вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), повреждения, которого снижают товарные, технологические и посевные свойства зерна [Экман, Вилкова, 1972; Емельянов, 1990; Вилкова и др., 2003; Павлюшин и др., 2008; Капусткина, 2009, 2010; Шорохов, Долженко, 2013д, 2014].

Существенные изменения за последнее десятилетие претерпел ассортимент применяемых в защите растений химических средств. Возросло разнообразие препаратов. Широкое распространение получили менее опасные в санитарном и экологическом отношении препараты [Долженко, Силаев, 2010; Pickett, Wadhams, Wodcock, 1991]. Но до сих пор недостаточно исследовано влияние инсектицидов из классов неоникотиноидов, фенилпиразолов и комбинированных препаратов, как на вредные, так и на полезные компоненты агробиоценозов.

Включение в каталог современных препаратов из разных химических классов, используемых в защите растений с более низкими показателями токсической нагрузки, позволит расширить ассортимент инсектицидов, применяемых против фитофагов.

Цель исследований - совершенствование ассортимента инсектицидов для защиты пшеницы озимой от вредной черепашки за счет его пополнения современными препаратами из разных химических классов.

Задачи исследований:

- оценить биологическую эффективность и разработать регламенты применения инсектицидов из разных химических классов и их комбинации в борьбе с вредной черепашкой;
- изучить динамику деградации действующих веществ инсектицидов в растениях и зерне пшеницы озимой;
- определить действие исследуемых препаратов на полезных членистоногих пшеничного агроценоза;
- установить оптимальные сроки применения инсектицидов против вредной черепашки в современных системах защиты пшеницы озимой.

Научная новизна исследований. Впервые на пшенице озимой в условиях Сальских степей Предкавказья изучено действие на вредную черепашку современных инсектицидов из классов фосфорорганических соединений, пиретроидов, неоникотиноидов, фенилпиразолов, комбинированных

препаратов. Установлена высокая эффективность этих инсектицидов в отношении вредителя. Разработаны регламенты применения инсектицидов для защиты пшеницы озимой. Определена динамика деградации действующих веществ препаратов в растениях и зерне. Изучено их влияние на полезных членистоногих пшеничного агроценоза.

Практическая значимость результатов исследований. Разработаны регламенты эффективного использования современных инсектицидов для защиты пшеницы от вредной черепашки. Доказана экологическая малоопасность исследованных препаратов при соблюдении разработанных регламентов. На основании проведенных исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, включено 3 новых препарата.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Эффективные и нормативно безопасные средства борьбы с вредной черепашкой в условиях Сальских степей Предкавказья.
- Регламенты применения современных инсектицидов, для борьбы с вредной черепашкой.

Апробация результатов исследований. Материалы по теме диссертационной работы были представлены на Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава (СПб, 2012), на научной конференции аспирантов и молодых ученых «Актуальность наследия Н.И. Вавилова для развития биологических и сельскохозяйственных наук» (СПб, 2012), на XIV съезде русского энтомологического общества (СПб, 2012), на конференции профессорского преподавательского состава СПбГАУ «Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования» (СПб, 2013), на 6-ой Международной научно-практической конференции «Агротехнический метод защиты растений» (Краснодар, 2013), на Международной научно-практической конференции «Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур» (Новосибирск, 2013), 3 Всероссийском съезде по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем» (СПб, 2013), Международной конференции «Защита растений и экологическая устойчивость агроценозов» (Алмата, 2014).

Публикации результатов исследований. По материалам диссертационной работы опубликовано 10 работ, в том числе 3 в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ.

Реализация результатов исследований. Производственная проверка результатов исследований проведена в ООО «Успех Агро», Сальского района Ростовской области, на площади 120 га.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 185 страницах машинописного текста, иллюстрирована 51 таблицей и 19 рисунками. Состоит из введения, обзора литературы, 5 разделов, выводов, практических рекомендаций, заключения, списка литературы, включающего 225 источников, в т.ч. 21 на иностранных языках, списка работ, опубликованных по теме диссертации и двух приложений.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение

Во введении обоснована актуальность расширения ассортимента средств защиты пшеницы озимой от вредной черепашки за счет применения инсектицидов из различных химических классов, а также комбинированных препаратов с учетом не только их высокой активности в отношении вредного объекта, но и безопасности в отношении человека, теплокровных животных и полезных членистоногих пшеничного агробиоценоза. Сформулирована цель и определены задачи исследований, показана научная новизна, практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

1. Вредная черепашка: современные методы и средства борьбы с ней (обзор литературы)

Проанализированы данные по биологии, экологии, распространению и вредоносности вредной черепашки, одного из доминантных вредителей пшеницы в Северо-Кавказском регионе России. Приведены основные методы борьбы с ней (агротехнический, биологический, химический). Рассмотрены различные аспекты использования химических средств борьбы с вредной черепашкой, дан анализ ассортимента инсектицидов для использования на зерновых культурах для борьбы с вредной черепашкой в период 2006-2013 гг.

Анализ данных литературы позволил определить актуальное направление исследований, связанное с изучением экотоксикологических аспектов применения современных инсектицидов для защиты пшеницы озимой в Северо-Кавказском регионе Российской Федерации.

2. Условия, материалы и методы исследований

Работу по биологической и экотоксикологической оценке инсектицидов для защиты пшеницы озимой от вредной черепашки проводили в вегетационные сезоны 2011-2013 гг. на базе филиала ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии «Ростовская НИЛ ВИЗР» и в ООО «Успех Агро» (Ростовская область, Сальский район).

Агрометеорологические условия в годы исследований приведены в диссертации по данным агрометеостанции поселка Гигант Сальского района Ростовской области.

Опыты закладывали на двух районированных сортах: Донская юбилейная, Ростовчанка 3. Предшественник - пшеница озимая. Уход за посевами проводили в соответствии с зональной технологией.

Объектом исследования являлась вредная черепашка. При изучении сопряженности её развития и пшеницы озимой использовали общепринятые фазы развития культуры. [Куперман, 1968]. Фенологические наблюдения за развитием вредителя в посевах проводили по Б.В. Добровольскому (1969).

Динамику численности вредной черепашки изучали с помощью общепринятых методов энтомологических исследований [Осмоловский, 1964, Фасулати, 1971].

Материалом для исследования послужили инсектициды: Сирокко, КЭ (400 г/л диметоата), Гедеон, КЭ (50 г/л лямбда-цигалотрина), Децис Эксперт, КЭ (100 г/л дельтаметрина), Тиара, КС (350 г/л тиаметоксама), Монарх, ВДГ (800 г/кг фипронила), Кунгфу Супер, КС (141 г/л тиаметоксама + 106 г/л лямбда-цигалотрина), Шаман, КЭ (500 г/л хлорпирифоса + 50 г/л циперметрина),

Суперкилл, КЭ (500 г/л хлорпирифоса + 50 г/л циперметрина), Борей Нео, СК (50 г/л клотианидина + 100 г/л имидаклоприда + 125 г/л альфа-циперметрина). Характеристика действующих веществ изучаемых препаратов приведена в диссертации.

Оценку биологической эффективности инсектицидов проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве» (2009).

Отбор образцов и выделение навесок зерна, анализ зерна на качество клейковины проводили в соответствии с ГОСТ 13586.3-83 и ГОСТ 13586.1-68. Упругие свойства клейковины определяли на приборе ИДК-2 в испытательном центре Россельхознадзора.

Сбор зерна для определения поврежденности вредной черепашкой, а также отбор исходной и средней пробы проводили в соответствии с ГОСТ 12036-85.

Отбор образцов (зеленой массы, зерна и соломы) для исследования по определению микроколичеств препаратов осуществляли в соответствии с «Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания, объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» (1983). Изучение динамики остаточных количеств действующих веществ пестицидов проводили в аналитической лаборатории Центра биологической регламентации использования пестицидов и в Центре коллективного пользования ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии.

Определение микроколичеств диметоата, хлорпирифоса, лямбда-цигалотрина, дельтаметрина, циперметрина, тиаметоксама и фипронила в зеленой массе и урожае пшеницы озимой проводили согласно соответствующим методическим указаниям, утвержденным Роспотребнадзором [1992, 2004, 2006, 2011].

Для диагностики поврежденности зерновок пшеницы озимой использовали компьютерную диагностику, основанную на использовании сканера. Патент 2278502 от 27.06.2006. [Вилкова, Нефедова, Худяков, 2006].

В процессе исследований использовали общепринятые методы учета вредных и полезных насекомых пшеничного поля - визуальные осмотры на растениях [Воронин, Шапиро, Пукинская, 1988], пробные площадки [Мегалов, 1968], почвенные ловушки [Поляков, 1958]. Изменение численности доминантных групп энтомофагов на обработанных инсектицидами участках и в контроле проводили согласно методическим указаниям В.А. Шапиро, (1976). Оценку изменения численности доминантных групп полезных членистоногих под влиянием препаратов в полевых условиях проводили по методике, предложенной В. Н. Бузовым, С. Л. Тютеревым, Г. И. Сухорученко, Т. М. Петровой (1995).

Расчет токсической нагрузки пестицидов проводили с помощью формулы, предложенной Ю.Н. Фадеевым (1988).

Статистическая обработка полученных результатов проведена методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных статистических программ STATGRAPHICS.

3. Сопряженность развития вредной черепашки с фазами онтогенеза пшеницы озимой, динамика численности

3.1. Сопряженность развития вредной черепашки и пшеницы озимой

При определении сроков проведения защитных мероприятий важно учитывать время наступления фенологических фаз вредителя и культуры.

Анализ сопряженности развития вредителя и пшеницы озимой показал, что в зависимости от погодных условий изменялись сроки наступления фаз вредителя, однако при этом сохранялась четкая онтогенетическая сопряженность развития с кормовым растением (таблица 1).

Таблица 1 – Сопряженность развития вредной черепашки и пшеницы озимой в 2011-2013 гг. (Ростовская область, Донская юбилейная (2011 г.), Ростовчанка 3 (2012, 2013 гг.))

Месяцы	Апрель			Май			Июнь			Июль	
Декады	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
2011 г.	(+)	(+)	+	о	о	о					
							- (1)	- (1)			
							- (2)	- (2)			
								- (3)	- (3)		
									- (4)	- (4)	
										- (5)	- (5)
										+	+
2012 г.	(+)	+	+	+	+	+					
				о	о	о					
							- (1)	- (1)			
							- (2)	- (2)			
							- (3)	- (3)			
								- (4)	- (4)		
									- (5)		
2013 г.									+	+	+
	+	+	+	+							(+)
				о	о	о					
							- (1)	- (1)			
							- (2)	- (2)			
								- (3)	- (3)		
									- (4)	- (4)	
								- (5)	- (5)		
									+	+	+
Этапы органогенеза пшеницы	III	IV	V-VII	VII	IX	X	XI	XII	XII	XII	XII

Условные обозначения: (+) - имаго в местах зимовки; + имаго; о – яйцо; - личинки (1-5-й возраст)
 Этапы органогенеза озимой пшеницы: II-III – кущение; IV - VII – выход в трубку - стеблевание ;
 VIII- колосшение; IX-цветение; X- формирование зерновки; XI- молочная спелость; XII - восковая и полная спелость [по Ф.М. Куперман, 1968]

Заселение пшеницы озимой вредной черепашкой в 2011 г. отмечено с 3 декады апреля. Откладка яиц отмечена в начале 1 декады мая. Погодные условия сдерживали темпы эмбрионального развития яиц, поэтому массовое отрождение личинок отмечалось в 3 декаде мая. Окрыление клопа происходило в начале 3 декады июня. Перемещение клопов в места зимовки началось со 2 декады июля.

В 2012 г. миграция клопов на посевы озимых началась со 2 декады апреля. Откладка яиц отмечена в начале 1 декады мая. Во второй половине мая было зарегистрировано отрождение личинок вредителя. Окрыление клопа началось с 3 декады июня, а отлёт на зимовку – в конце 1 декады июля.

В период вегетации 2013 г. миграция клопов на посевы озимых началась с 1 декады апреля. В последующие периоды она увеличивалась. Откладка яиц отмечена в начале 3 декады апреля. Во второй половине мая было зарегистрировано отрождение личинок вредителя.

Выявлен четкий характер пищевого поведения вредной черепашки в зависимости от морфофизиологического состояния растений в онтогенезе пшеницы. Показано, что массовое появление на растениях личинок 2 - 3 возраста отмечено на X и в начале XI этапов органогенеза пшеницы в период роста и формирования зерновок и начале их молочной спелости; личинок 4 и 5 возрастов и клопов нового поколения в конце XI и на XII этапах органогенеза, что соответствует восковой и полной спелости зерновок.

3.2. Динамика численности вредной черепашки

Согласно результатам исследований филиала ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии «Ростовская НИЛ ВИЗР» за период с 2000 по 2010 гг., а также собственным исследованиям 2011-2013 гг. установлено, что численность вредителя всегда была на уровне ЭПВ или выше. В 2000, 2002, 2003, 2006-2010 годах численность превышала ЭПВ в 7 раз. В 2001, 2004, 2005, 2011, 2012 и 2013 годах численность была выше в 4 раза.

4. Эффективность инсектицидов разных химических классов в борьбе с вредной черепашкой

4.1. Биологическая эффективность инсектицидов

Химический метод защиты остается неотъемлемой составляющей технологий возделывания зерновых культур, гарантирующих получение высоких и стабильных урожаев. Поэтому необходимо постоянно усовершенствовать ассортимент средств борьбы с вредной черепашкой за счет его пополнения инсектицидами из химических классов фосфорорганических соединений, пиретроидов, неоникотиноидов, фенилпиразолов и комбинированных препаратов.

4.1.1. Фосфорорганические соединения

Инсектицид Сирокко, КЭ на основе действующего вещества диметоат является инсектоакарицидом с широким спектром действия на вредителей сельскохозяйственных культур, препарат сочетает системную активность и контактное действие. Учитывая сложную фитосанитарную обстановку с вредной черепашкой, обоснована необходимость всестороннего изучения данного препарата.

На основании данных полученных в 2011 и 2012 гг. можно сделать вывод, что препарат показал эффективность на уровне 95,5-100 % (таблица 2).

В целом, оценка биологической эффективности инсектицида Сирокко, КЭ, проведенная на пшенице озимой в Ростовской области в 2011-2012 гг. в деляночных опытах показала, что препарат в норме применения 1,2 л/га проявил высокую инсектицидную активность в борьбе с вредной черепашкой в течение двух лет. В связи с этим, в 2013 г. было проведено изучение препарата в производственном опыте (таблица 3).

Таблица 2 - Биологическая эффективность инсектицида Сирокко, КЭ в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Донская юбилейная (2011 г.), сорт Ростовчанка 3 (2012 г.), Ростовская область, 2011 и 2012 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Сирокко, КЭ (400 г/л)	1,2	2011	6,5	100	100	100
	1,2	2012	4,5	100	96,7	95,5
Би-58 новый, КЭ (400 г/л) /эталон/	1,2	2011	5,8	92,3	100	100
		2012	4,0	100	97,1	97,2
НСР _{0,5}		2011		14,3	5,5	17,2
		2012		-	12,1	12,9

Таблица 3 - Биологическая эффективность инсектицида Сирокко, КЭ в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Ростовчанка 3, Ростовская область, 2013 г.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %				
			3	7	14	21	28
Сирокко, КЭ (400 г/л)	1,2	8,8	100	100	97,9	75,7	69,2
Би-58 новый, КЭ (400 г/л) /эталон/	1,2	9,3	100	95,7	95,1	68,5	64,7
НСР _{0,5}			-	6,4	8,7	21,5	46,1

В течение первых семи суток после проведения обработки вредитель обнаружен не был. На 14 сутки наблюдалось снижение эффективности до 97,9 %. К 21 и 28 суткам после обработки наблюдалось снижение эффективности до 75,7-69,2 % соответственно, что можно объяснить метаболизмом и деградацией действующего вещества исследуемого препарата, в связи с этим дальнейшие учеты были прекращены (таблица 3).

4.1.2. Пиретроиды

Учитывая сложную фитосанитарную обстановку в агробиоценозе пшеницы не вызывает сомнений необходимость всестороннего изучения инсектицидов из класса пиретроидов Гедеон, КЭ и Децис Эксперт, КЭ, являющихся инсектицидами контактного и кишечного действия с широким спектром действия.

В течение 2 лет во все сроки учёта после обработки в вариантах с применением препарата Гедеон, КЭ в норме расхода 0,15 л/га личинки вредителя не были обнаружены, биологическая эффективность инсектицида составила 100 %, что аналогично показателям эталона. Различий между эффективностью препарата и эталона обнаружено не было (таблица 4).

Биологическая эффективность препарата Децис Эксперт, КЭ была на уровне 93,6-100 % (0,075 л/га), 95,2-100 % (0,125 л/га) в течение двух лет и соответствовала эффективности эталона (таблица 5).

Таблица 4 - Биологическая эффективность инсектицида Гедеон, КЭ в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Донская юбилейная (2011 г.), Ростовчанка 3 (2012 г.), Ростовская область 2011 и 2012 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Гедеон, КЭ (50 г/л)	0,15	2011	9,5	100	100	100
		2012	4,3	100	100	100
Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) /эталон/	0,15	2011	3,5	100	93,9	100
		2012	4,5	100	100	100
НСР _{0,5}		2011		-	-	-
		2012		-	-	-

Таблица 5 - Биологическая эффективность инсектицида Децис Эксперт, КЭ в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Донская юбилейная (2011 г.), Ростовчанка 3 (2012 г.), Ростовская область 2011 и 2012 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Децис Эксперт, КЭ (100 г/л)	0,075	2011	5,5	93,6	100	100
	0,125	2011	6,5	95,2	100	100
	0,075	2012	6,0	100	100	93,7
	0,125	2012	9,5	100	100	100
Децис Профи, ВДГ (250 г/кг) /эталон/	0,04 кг/га	2011	8,0	100	100	93,1
		2012	7,5	100	100	95,8
НСР _{0,5}		2011		7,9	-	6,7
		2012		-	-	7,9

4.1.3. Неоникотиноиды

Изучение инсектицида Тиара, КС показало, что биологическая эффективность инсектицида в норме применения 0,04 л/га составила 83,6-100 %, а в норме применения 0,06 л/га 96,1-100 % в течение двух лет. Существенных различий между вариантами опыта выявлено не было, исследуемый препарат показал эффективность сопоставимую с эффективностью эталона (таблица 6).

Таблица 6 - Биологическая эффективность инсектицида Тиара, КС в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Донская юбилейная (2011 г.), Ростовчанка 3 (2012 г.), Ростовская область 2011 и 2012 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Тиара, КС (350 г/л)	0,04	2011	8,5	83,6	100	100
	0,06	2011	6,5	100	100	100
	0,04	2012	4,5	100	95,3	91,1
	0,06	2012	3,0	100	96,1	96,2
Актара, ВДГ (250 г/кг) /эталон/	0,08 кг/га	2011	6,5	100	100	100
		2012	4,5	100	95,3	95,5
НСР _{0,5}		2011		15,8	-	-
		2012		-	12,8	13,6

Известно, что обработки против личинок вредной черепашки в зависимости от сроков их проведения вызывают различное снижение вреда и численности вредителя. Одни исследователи ориентируются на фазы развития растений [Арешников, 1984], другие — на стадии развития вредителя [Возов, 1979], третьи рекомендуют комплексный подход, включающий учёт как фазы развития растений, так возрастной состав структуры популяции фитофага [Емельянов, 1986; Кибалко, 1997].

В связи с этим в 2013 г. в Ростовской области проводились обработки в период массового преобладания личинок 1 и единичных особей 2 возраста (ранние сроки), массового преобладания 2 и не более 30 % 3 возраста (средние сроки), массового преобладания 3 и 4 возрастов (поздние сроки) (таблица 7).

Таблица 7 - Биологическая эффективность инсектицида Тиара, КС в борьбе с личинками разных возрастов вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Ростовчанка 3, Ростовская область, 2013 г.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Возраст личинок	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %				
				3	7	14	21	перед уборкой
Тиара, КС (350 г/л)	0,04	1-2	8,8	100	97,8	95,1	79,4	39,3*
Актара, ВДГ (250 г/кг) /эталон/	0,08 кг/га	1-2	9,8	100	97,6	98,4	77,9	62,0*
НСР _{0,5}				-	7,9	8,1	12,3	37,4
Тиара, КС (350 г/л)	0,04	2-3	7,8	100	100	97,0	75,0	51,5**
Актара, ВДГ (250 г/кг) /эталон/	0,08 кг/га	2-3	8,8	100	100	95,1	75,0	58,6**
НСР _{0,5}				-	-	10,3	18,9	36,4
Тиара, КС (350 г/л)	0,04	3-4	9,0	91,6	87,2	80,9	77,4	73,3***
Актара, ВДГ (250 г/кг) /эталон/	0,08 кг/га	3-4	9,3	90,8	88,2	83,0	73,0	73,5***
НСР _{0,5}				11,4	11,4	19,6	24,9	14,4

Примечание * - учет на 36 сутки после обработки, ** - учет на 28 сутки после обработки, *** - учет на 24 сутки после обработки

Анализ полученных материалов показал, что наибольшую биологическую эффективность обеспечивают обработки, проводимые в ранние и средние сроки. Смертность вредителя в опытах достигала в среднем 95,1-100 % и 97,0-100 % соответственно. Снижение численности вредителя при поздних сроках обработки составляла в среднем 80,9-91,6 %.

Стоит отметить, что включение данного инсектицида класса неоникотиноидов на основе такого действующего вещества, как тиаметоксам, учитывая его умеренную опасность для полезной энтомофауны, позволит расширить химический класс неоникотиноидов перспективными препаратами для экологизации систем защиты пшеницы озимой.

4.1.4. Фенилпиразолы

Препарат Монарх, ВДГ из класса фенилпиразолов обладает эффективным, отличным от других инсектицидов, таких как пиретроиды, фосфорорганические инсектициды и неоникотиноиды, механизм действия. Инсектицид проявляет высокую эффективность в широком температурном диапазоне, не теряя эффективности в южных регионах. В связи с вышесказанным представляет интерес изучение данного препарата и включение его в системы защиты пшеницы озимой.

Снижение численности вредной черепашки составило 93,1 - 100 % в течение двух лет подряд. Существенных различий в эффективности препарата и эталоне отмечено не было (таблица 8).

Таблица 8 - Биологическая эффективность инсектицида Монарх, ВДГ в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт, Ростовчанка 3 (2012 и 2013 гг.), Ростовская область, 2012 и 2013 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, кг/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Монарх, ВДГ (800 г/кг)	0,03	2012	6,5	93,1	95,3	97,9
		2013	7,8	100	100	97,2
Регент, ВДГ (800 г/кг) /эталон/	0,03	2012	6,0	91,9	98,0	98,1
		2013	8,8	100	100	95,9
НСР _{0,5}		2012		15,5	7,1	6,0
		2013		-	-	12,3

Необходимо отметить, что высокая эффективность инсектицида в отношении вредной черепашки связана с появлением и накоплением в зеленых частях растений метаболита фипронила фипронил-сульфона.

4.1.5. Комбинированные препараты

Исследуемые комбинированные препараты на основе действующих веществ из разных химических классов, представляют собой смесь нейротоксических соединений, в которой действие одного соединения, как правило, усиливается действием другого, что приводит к полному нарушению передачи нервных импульсов в центральной нервной системе членистоногих.

Биологическая эффективность препарата Кунгфу Супер, КС в течение 14 суток после обработки составляла 87,9-100 % (0,1 л/га), 96,2-100 % (0,2 л/га) в течение трех лет (таблица 9).

Таблица 9 - Биологическая эффективность инсектицида Кунгфу Супер, КС, в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Донская юбилейная (2011 г.), Ростовчанка 3 (2012 и 2013 гг.), Ростовская область, 2011, 2012 и 2013 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %			
				3	7	14	21
Кунгфу Супер, КС (141 г/л + 106 г/л)	0,1	2011	8,0	100	100	96,6	-
	0,2	2011	6,3	100	100	100	-
	0,1	2012	3,3	91,2	92,2	87,9	-
	0,2	2012	3,5	100	100	96,2	-
	0,1	2013	8,3	100	100	97,4	78,9

Эфория, КС (141 г/л + 106 г/л) /эталон/	0,2	2011	5,5	100	100	100	-
		2012	6,0	100	100	97,5	-
		2013	8,8	100	100	92,0	68,3
НСР 0,5		2011		-	-	5,7	-
		2012		14,7	13,1	14,7	-
		2013		-	-	13,0	27,7

К 21 суткам после обработки отмечено снижение эффективности препарата. Снижение эффективности препарата объясняется деградацией действующих веществ, входящих в состав исследуемого инсектицида. В целом отмечено, что существенных различий между вариантами опыта отмечено не было (таблица 9).

Биологическая эффективность инсектицида Шаман, КЭ составила 100–89,9 % (0,75 л/га), 100 % (1,0 л/га) (таблица 10).

Таблица 10 - Биологическая эффективность инсектицида Шаман, КЭ, в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Донская юбилейная (2011 г.), Ростовчанка 3 (2011, 2012 гг.), Ростовская область, 2011 и 2012 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Шаман, КЭ (500 г/л + 50 г/л)	0,75	2011	5,0	100	97,3	89,9
	1,0	2011	8,0	100	100	100
Данадим, КЭ (400 г/л) /эталон/	1,0	2011	4,0	100	100	100
НСР 0,5		2011		-	5,0	10,1
Шаман, КЭ (500 г/л + 50 г/л)	0,75	2012	4,0	100	100	100
Арриво, КЭ (250 г/л) /эталон/	0,2	2012	9,5	95,0	98,6	100
НСР 0,5		2012		7,1	3,4	-

В целом препарат в меньшей норме применения испытуемого инсектицида несколько уступал по эффективности большей норме, однако обеспечивал поддержание численности личинок вредителя ниже уровня экономического порога вредоносности. Однако необходимо отметить, что существенных различий между нормами применения исследуемого препарата и эталоном отмечено не было. В связи с этим в 2012 г. было решено исследовать норму применения 0,75 л/га с целью возможного снижения норм расхода препарата для снижения негативного воздействия препарата на объекты окружающей среды. Снижение численности вредителя составило 100 % в течение всего периода учетов.

В 2012-2013 гг. параллельно изучался инсектицид Суперкилл, КЭ. Интерес представляла возможность уменьшения нормы применения препарата по сравнению с инсектицидом Шаман, КЭ аналогичной комбинации действующих веществ до 0,6 л/га.

Биологическая эффективность исследуемого препарата в норме применения 0,6 л/га составила 97,4-100 % (таблица 11).

Таблица 11 - Биологическая эффективность инсектицида Суперкилл, КЭ, в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой (сорт Ростовчанка 3 (2012, 2013 гг.), Ростовская область, 2012 и 2013 гг.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Суперкилл, КЭ (500 г/л + 50 г/л)	0,6	2012	4,0	100	100	100
		2013	7,8	100	100	97,4
Арриво, КЭ (250 г/л) /эталон/	0,2	2012	9,5	95,0	98,6	100
		2013	8,8	100	100	96,2
НСР _{0,5}		2012		4,9	2,4	-
		2013		-	-	11,4

В 2013 году также исследовался первый трехкомпонентный комбинированный инсектицид Борей Нео, СК (таблица 12).

Таблица 12 - Биологическая эффективность инсектицида Борей Нео, СК в борьбе с вредной черепашкой на пшенице озимой ((сорт Ростовчанка 3, 2013 гг.), Ростовская область, 2013 г.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Год	до обработки, экз./м ²	Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, %		
				3	7	14
Борей Нео, СК (50 г/л + 100 г/л + 125 г/л)	0,1	2013	7,3	82,8	100	100
	0,15	2013	8,0	100	100	100
	0,2	2013	8,5	100	100	100
Эфория, КС (106 г/л + 141 г/л)/эталон/	0,2	2013	8,8	98,0	100	100
НСР _{0,5}				17,0	-	-

В варианте с применением нормы расхода 0,1 л/га препарата Борей Нео, СК на фоне колебания численности в контроле, биологическая эффективность инсектицида составила: 82,8–100 %, что было ниже показателей эталона. В вариантах с испытуемым препаратом с нормами применения 0,15 л/га и 0,2 л/га во все сроки учёта после обработки личинок вредителя не обнаружено. Биологическая эффективность инсектицида составила 100 %.

Таким образом, в результате всестороннего изучения современных инсектицидов в борьбе с вредной черепашкой установлено, что в условиях Сальских степей Северного Кавказа высокую биологическую эффективность на озимой пшенице в борьбе с вредной черепашкой обеспечивают препараты: Сирокко, КЭ (400 г/л) снижение численности вредителя в оптимальных нормах применения на 14 сутки после обработки составило 95,5-100 % (1,2 л/га); Децис Эксперт, КЭ (100 г/л) снижение численности вредителя составило 93,6-100 % (0,075 л/га), 95,2-100 % (0,125 л/га); Гедеон, КЭ (50 г/л) снижение численности вредителя составило 100 % (0,15 л/га); Тиара, КС (350 г/л) снижение численности вредителя составило 83,6-100 % (0,04 л/га), 96,1-100 % (0,06 л/га); Монарх, ВДГ (800 г/кг) снижение численности вредителя составило 93,1-100 % (0,03 кг/га), Кунгфу Супер, КС (141 г/л + 106 г/л) снижение численности вредителя составило 87,9-100 % (0,1 л/га), 96,2-100 %

(0,2 л/га); Шаман, КЭ (500 г/л + 50 г/л) снижение численности вредителя составило 89,9-100 % (0,75 л/га) и 100 % (1,0 л/га); Суперкилл, КЭ (500 г/л + 50 г/л) снижение численности вредителя составило 97,4-100 % (0,6 л/га); Борей Нео, СК (50 г/л + 100 г/л +125 г/л) снижение численности вредителя составило 82,8-100 % (0,1 л/га) и 100 % (0,15 л/га и 0,2 л/га).

Оптимальным сроком проведения обработок против вредной черепашки следует считать наличие на полях личинок 2 - 3 возрастов (доля личинок 3 возраста не более 30 %).

4.2. Качественные показатели зерна пшеницы озимой при применении инсектицидов

Широкое использование инсектицидов в борьбе с вредителями пшеницы может влиять на продуктивность защищаемых растений и качество урожая. Поэтому мы проследили влияние инсектицидов из разных химических классов на технологические показатели качества зерна в частности клейковины в условиях региона (таблица 13).

В связи с этим, в 2012 и 2013 гг. нами было проведено определение поврежденности клопами зерновок. В результате наших исследований установлено, что степень поврежденности зерна значительно зависит от обработок инсектицидами и срока их проведения.

Таблица 13 - Поврежденность зерна вредной черепашкой и качество клейковины (сорт Ростовчанка 3, Ростовская область, 2012 и 2013 гг.)

Препарат, норма применения препарата	Год	Средняя поврежденность, %	Средневзвешенный балл, %	ИДК	Группа качества
Сирокко, КЭ (400 г/л) 1,2 л/га	2012	3,0	0,042	50	I
	2013	1,4	0,018	65	I
Контроль	2012	19,4	0,326	95	II
	2013	19,0	0,314	95	II
Тиара, КС (350 г/л) 0,04 л/га	2012	4,6	0,07	70	I
	2013*	2,8	0,044	75	I
	2013**	3,4	0,05	70	I
	2013***	6,4	0,096	75	I
Контроль	2012	21,4	0,364	95	II
	2013*	20,8	0,346	95	II
	2013**	23,2	0,338	95	II
	2013***	22,2	0,386	95	II
Монарх, ВДГ (800 г/кг) 0,03 кг/га	2012	4,0	0,064	70	I
	2013	4,4	0,074	65	I
Контроль	2012	22,8	0,392	95	II
	2013	20,2	0,386	95	II
Суперкилл, КЭ (500+50 г/л) 0,6 л/га	2012	4,0	0,058	45	I
	2013	4,0	0,058	75	I
Контроль	2012	22,2	0,37	95	II
	2013	21,8	0,354	95	II

Условные обозначения: * - обработки по 1-2 возрасту личинок, ** - обработки по 2-3 возрасту личинок, *** - обработки по 3-4 возрасту личинок

Как видно из таблицы 13, при обработке посевов пшеницы инсектицидами, наблюдается сохранение технологических показателей качества зерна. Так во

всех вариантах с исследуемыми инсектицидами средняя поврежденность зерна колебалась в пределах 1,4-4,6 % и оно относилось к I группе качества клейковины (показатели ИДК 45-75 ед.). В контроле поврежденное зерно относилось к высокоповрежденному (от 19 до 23,2 %). По качеству клейковина зерна в необработанных вариантах была отнесена ко II группе (показатели ИДК 80-100 ед.). Это объясняется тем, что исследуемые инсектициды способствовали снижению численности вредителя на обработанных делянках по сравнению с контролем и, следовательно, средневзвешенный бал повреждения в вариантах с инсектицидами был на порядок меньше, чем в контроле.

Как показали наблюдения, оптимальным сроком проведения обработок против вредной черепашки для получения зерна с наименьшей поврежденностью следует считать наличие на полях личинок 2 -3 возрастов (доля личинок 3 возраста не более 30 %). Обработка, проведенная в этот период обеспечивает максимальное снижение численности вредителя и, следовательно, получение зерна с низкой поврежденностью (таблица 13). Поврежденность зерна при обработках, проводимых в ранние (1-2 возраст личинок) и средние сроки (2-3 возраст личинок) обеспечивали получение зерна с низкой поврежденностью, при поздних сроках (3-4 возраст личинок) поврежденность зерна увеличивалась.

5. Оценка экологической безопасности применяемых инсектицидов

5.1. Динамика деградации действующих веществ инсектицидов в пшенице озимой

Результаты исследований деградации и трансформации диметоата и его метаболита ометоата позволяют говорить о том, что их высокое содержание в зеленой массе растений обеспечивает высокий защитный эффект в течение 14 суток после обработки. В тоже время снижение содержания действующего вещества к 20 суткам после обработки ниже максимально допустимого уровня МДУ (0,02 мг/кг) способствует снижению защитного действия препарата, но позволяет получать зерно, соответствующее установленным гигиеническим нормативам. В 2012 г. среднесуточные температуры воздуха превышали норму на 3-6 градусов. Растения пшеницы развивались более быстрыми темпами, но и деградация пестицидов проходила быстрее. Метаболит диметоата ометоат отмечен на 10 сутки после обработки, при этом важно отметить, что его содержание, как и содержание диметоата было несколько ниже в 2012 г., что возможно связано с его более быстрым метаболизмом.

Изучение деградации дельтаметрина действующего вещества препарата Децис Эксперт, КЭ показало, что уже к 14 суткам после обработки оно не превышало МДУ равное 0,01 мг/кг. Важно так же отметить тот факт, что содержание данного действующего вещества в 2013 г. меньше, чем в 2012 г., что, по-видимому, связано с метеорологическими условиями 2013 года. Необходимо отметить, что оба года содержание дельтаметрина в колосьях и зерне не превышало МДУ, что свидетельствует о соответствии конечного продукта санитарно-гигиеническим нормативам.

Проведенные исследования деградации препарата Тиара, КС показали, что содержание действующего вещества инсектицида Тиара, КС в день обработки составило 2,11 мг/кг, а уже на 10 сутки оно снизилось до 0,41 мг/кг. На 20

сутки после обработки действующее вещество деградировало до неопределяемых количеств. В 2012 г. из-за того, что среднесуточные температуры воздуха превышали норму на 3-6 градусов растения пшеницы развивались более быстрыми темпами, но и деградация пестицидов проходила быстрее, так уже на 20 сутки после обработки содержание тиаметоксама не превышало МДУ (равное 0,05 мг/кг) и в дальнейшем продолжало снижаться.

Исследования деградации действующего вещества препарата Монарх, ВДГ фипронила показали, что он довольно быстро разрушается в растениях пшеницы, так как на 20 сутки его количество не превышало МДУ (равное 0,005 мг/кг). Необходимо отметить тот факт, что на 10 сутки после обработки в зеленой массе растений обнаруживается метаболит фипронила фипронил-сульфон. Сопоставляя материалы токсикологических опытов с данными деградации фипронила в растениях пшеницы озимой, можно предположить, что эффективность инсектицида связана с появлением и накоплением в частях растений метаболита фипронила.

При изучении деградации действующих веществ комбинированного препарата Кунгфу Супер, КС в 2011 г. в норме применения 0,2 л/га установлено, что тиаметоксам, входящий в состав препарата Кунгфу Супер, КС деградировал до неопределяемых количеств уже на 14 сутки после обработки (остаточные количества тиаметоксама отмечены только в день проведения обработки. Количество составило 2,33 мг/кг). Действующее вещество лямбда-цигалотрин того же препарата деградировало до МДУ на 28 сутки после обработки. В 2012 г. среднесуточные температуры воздуха превышали норму на 3-6 градусов растения пшеницы развивались более быстрыми темпами, но и деградация пестицидов проходила быстрее, так уже на 14 сутки после обработки содержание тиаметоксама и лямбда-цигалотрина не превышало МДУ (0,05 мг/кг и 0,01 мг/кг, соответственно) и в дальнейшем продолжало снижаться.

Изучение динамики разложения хлорпирифоса и циперметрина комбинированного препарата Шаман, КЭ в зеленой массе растений пшеницы озимой показало, что содержание хлорпирифоса ниже уровня МДУ (равного 0,01 мг/кг) отмечено уже на 20 сутки после проведения обработки. Так же выявлена закономерность, что содержание данного действующего вещества в 2012 г. меньше, чем в 2011 г., что, по-видимому, связано с метеорологическими условиями данного года. Содержание циперметрина не превышало МДУ (равное 0,05 мг/кг), как в 2011 г., так и в 2012 г., что можно объяснить низким (по сравнению с другими препаратами на основе циперметрина) содержанием данного токсиканта в составе препарата.

Изучение динамики остаточных количеств действующих веществ комбинированного инсектицида Суперкилл, КЭ показало, что содержание циперметрина в 2012 г. не превышало МДУ уже на 10 сутки после обработки, а хлорпирифоса уже на 20 сутки после обработки.

Обобщая данные по деградации и трансформации инсектицидов Сирокко, КЭ (400 г/л); Децис Эксперт, КЭ (100 г/л); Тиара, КС (350 г/л); Монарх, ВДГ (800 г/кг); Кунгфу Супер, КС (141г/л + 106 г/л); Шаман, КЭ (500 г/л + 50 г/л); Суперкилл, КЭ (500 г/л + 50 г/л) можно сказать, что действующие вещества данных токсикантов не обнаруживаются в урожае озимой пшеницы, что

свидетельствует о том, что получаемая продукция полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10.

5.2. Влияние инсектицидов на полезных членистоногих

При применении препаратов широкого спектра действия, численность полезных видов резко сокращается. В связи с этим интерес для современных систем защиты представляют малоопасные для энтомофагов инсектициды и, следовательно, при исследовании современных инсектицидов и разработке регламентов их применения необходимо иметь данные по влиянию инсектицидов на полезных членистоногих.

На опытных делянках были обнаружены представители хищных жужелиц (сем. Carabidae), теленомины (сем. Scelionidae), пауки (отряд Araneidae), а в 2013 г. и кокцинеллиды (сем. Coccinellidae).

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что препараты Сирокко, КЭ, Гедеон, КЭ, Децис Эксперт, КЭ токсичны для полезных членистоногих пшеничного поля.

Результаты исследований инсектицида Тиара, КС в 2012 и 2013 гг. свидетельствуют о том, что препарат оказался слаботоксичен для хищных жужелиц, теленомин. Среднетоксичен для пауков. Токсичен для кокцинеллид. Поэтому численность полезных членистоногих после обработки препаратом снижалась на 50,0 % (хищные жужелицы), 46,7 % (теленомины), 62,5 % (пауки) на 3 сутки, после чего происходило быстрое нарастание их численности (таблица 14).

Инсектицид Монарх, ВДГ, оказался среднетоксичным для хищных жужелиц, пауков, теленомин и токсичен для кокцинеллид. При его использовании численность энтомофагов, по сравнению с контролем снижалась на 66,7 % (хищные жужелицы и теленомины), 71,4 % (пауки), 83,4 % (кокцинеллиды) (таблица 14).

Таблица 14 - Действие инсектицидов разных химических классов на численность полезных членистоногих сопутствующих вредной черепашке (Ростовская область, ООО «Успех Агро», 2013 г.)

Вид	Снижение численности относительно контроля, %															
	Хищные жужелицы (Carabidae)				Теленомины (Telenomis spp., Trissolcus spp.)				Пауки (Araneidae)				Кокцинеллиды (Coccinellidae)			
	сутки учёта				сутки учёта				сутки учёта				Сутки учёта			
	3	7	14	21	3	7	14	21	3	7	14	21	3	7	14	21
Сирокко, КЭ	87,5	75,0	50,0	37,5	100	100	100	60,0	100	100	75,0	25,0	100	100	75,0	50,0
Суперкилл, КЭ	85,7	57,1	42,9	28,6	100	100	100	100	100	100	66,7	50,0	100	100	80,0	60,0
Кунгфу Супер, КС	71,4	57,1	42,9	16,7	80,0	70,0	60,0	40,0	85,7	71,4	42,9	28,6	100	75,0	50,0	25,0
Тиара, КС	50,0	33,4	33,4	16,7	46,7	40,0	20,0	13,3	62,5	50,0	37,5	12,5	80,0	60,0	40,0	20,0
Монарх, ВДГ	66,7	50,0	33,4	16,7	66,7	33,4	20,0	13,3	71,4	57,1	28,6	14,3	83,4	66,7	50,0	33,4

Результаты исследований комбинированного препарата Кунгфу Супер, КС говорят о том, что препарат оказался среднетоксичным для хищных жужелиц, токсичным для теленомин, пауков и кокцинеллид.

Оценка действия исследуемого инсектицида Суперкилл, КЭ показала, что препарат токсичен для полезных членистоногих пшеничного поля. Подверженными влиянию исследуемого инсектицида оказались все группы: хищные жужелицы, теленомины, пауки, кокциnellиды.

Отмечено, что восстановление численности в вариантах с препаратами из классов неоникотиноидов и фенилпиразолов идет быстрее, по сравнению с препаратами на основе фосфорорганических соединений и пиретроидов (таблица 14).

В целом, обобщая данные, представленные в данном разделе, можно сказать, что исследованные нами инсектициды отличаются по степени воздействия на доминантные группы полезных членистоногих пшеничного агроценоза. Так органофосфат Сирокко, КЭ (400 г/л); пиретроиды Гедеон, КЭ (50 г/л); Децис Эксперт (100 г/л), комбинированный Суперкилл, КЭ (500 г/л +50 г/л) резко снижают численность основных видов энтомофагов. Снижение численности на 3 сутки составило 87,5-100 % (Сирокко, КЭ), 93,3-100 % (Гедеон, КЭ и Децис Эксперт, КЭ), 85,7-100 % (Суперкилл, КЭ). Препараты Тиара, КС (350 г/л); Монарх, ВДГ (800 г/кг) являются менее опасными инсектицидами для энтомофагов пшеничного агроценоза. Численность полезных членистоногих к 21 суткам после обработки в вариантах с этими препаратами восстанавливалась более чем на 80 %.

5.3. Экотоксикологические показатели препаратов

Для характеристики изучаемых инсектицидов определяли их токсическую нагрузку, т.е. число полулетальных доз для крыс действующих веществ на 1 гектар посева. Полученные расчеты показали, что наибольшая токсическая нагрузка на гектар посева наблюдается у препаратов Сирокко, КЭ и Суперкилл, КЭ. Это связано с высокими, по сравнению с другими инсектицидами, нормами применения до 1,2 л/га. Таким образом, можно сделать вывод, что препараты различаются по величине токсической нагрузки на единицу площади.

У изученных пиретроидов токсическая нагрузка была в пределах 56,8-110,3 ЛД₅₀/га. В тоже время токсическая нагрузка при использовании препарата Тиара, КС составляла 9-13,4 ЛД₅₀/га, что значительно ниже, чем у фосфорорганических соединений и комбинированных препаратов на основе действующих веществ из химических классов пиретроидов и фосфорорганических соединений. Норма применения действующего вещества фипронила препарата Монарх, ВДГ больше, чем у исследуемых пиретроидов в результате токсическая нагрузка препарата Монарх, ВДГ на гектар оказывается больше, чем у пиретроидов, но ниже чем у фосфорорганических соединений.

По показателю токсической нагрузки они располагаются в следующий нисходящий ряд: фосфорорганические соединения – фенилпиразолы - пиретроиды – неоникотиноиды. Комбинированный препарат Кунгфу Супер, КС по этому показателю ближе к пиретроидам и неоникотиноидам, т.к. в него входят действующие вещества тиаметоксам и лямбда-цигалотрин, а препараты Шаман, КЭ и Суперкилл, КЭ ближе к фосфорорганическим соединениям (ФОС).

Сравнение токсической нагрузки инсектицидов разных химических классов показывает, что наименьшей опасностью обладают неоникотиноиды. В связи с этим их использование наиболее перспективно в современных системах защиты растений.

Обобщая результаты исследований представленных в данной главе можно сделать вывод, что действующие вещества данных токсикантов не обнаруживаются в урожае пшеницы озимой или не превышают максимально допустимый уровень (МДУ), что свидетельствует о том, что получаемое с помощью предложенных нами препаратов зерно полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам. В тоже время инсектициды из разных химических классов различаются по степени воздействия на полезных членистоногих. Представители фосфорорганических соединений, пиретроидов и комбинированных препаратов на основе действующих веществ данных классов резко снижают численность доминантных групп полезных членистоногих в отличие от инсектицидов из химических классов неоникотиноидов и фенилпиразолов, которые по этому критерию являются менее опасными. При сравнении по показателю токсическая нагрузка приоритет следует отдавать представителям химического класса неоникотиноидов.

Заключение

В результате выполнения настоящей работы выявлен четкий характер пищевого поведения вредной черепашки в зависимости от морфофизиологического состояния растений в онтогенезе пшеницы. Показано что массовое появление на растениях личинок 2 - 3 возраста отмечено на X и в начале XI этапов органогенеза пшеницы в период формирования зерновок и начале их молочной спелости; личинок 4 и 5 возрастов и клопов нового поколения в конце XI и на XII этапах органогенеза, что соответствует восковой и полной спелости зерновок.

В связи с этим проведена оценка биологической эффективности современных инсектицидов в борьбе с вредной черепашкой, установлена высокая биологическая эффективность препаратов, разработаны регламенты их применения.

Изучена деградация действующих веществ инсектицидов в растениях пшеницы озимой, определены остаточные количества в зерне, дана экологическая оценка безопасности инсектицидов. Определены экотоксикологические параметры препаратов в растениях пшеницы озимой, проведено исследование их влияния на доминантные виды энтомофагов. Установлены оптимальные сроки борьбы с вредителем.

В результате проведенных исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ включены 3 препарата (Сирокко, КЭ (400 г/л), Тиара, КС (350 г/л) и Шаман, КЭ (500 г/л + 50 г/л)).

Выводы

1. Выявлен четкий характер пищевого поведения вредной черепашки в зависимости от морфофизиологического состояния растений в онтогенезе пшеницы. Показано, что массовое появление на растениях личинок 2 - 3

возраста отмечено на X и в начале XI этапов органогенеза пшеницы в период роста и формирования зерновок и начале их молочной спелости; личинок 4 и 5 возрастов и клопов нового поколения в конце XI и на XII этапах органогенеза, что соответствует восковой и полной спелости зерновок.

2. Анализ динамики численности вредной черепашки за последние 13 лет в Сальских степях показал, что годы с очень высокой численностью составляли пять лет, сменялись годами с высокой численностью, во все эти годы она превышала ЭПВ. Таким образом, снижение численности было относительно небольшим, со стабильным сохранением высоких значений на посевах пшеницы озимой.

3. Установлено, что в условиях Сальских степей Предкавказья высокую биологическую эффективность на пшенице озимой в борьбе с вредной черепашкой обеспечивают препараты: Сирокко, КЭ (400 г/л) - снижение численности вредителя в оптимальных нормах применения в течение учетов составило 95,5-100 %; Гедеон, КЭ (50 г/л) – 100 %; Децис Эксперт, КЭ (100 г/л) - 93,6-100 %; Тиара, КС (350 г/л) - 83,6-100 %; Монарх, ВДГ (800 г/кг) - 93,1-100 %; Кунгфу Супер, КС (141 г/л + 106 г/л) - 87,9-100 %; Шаман, КЭ (500 г/л + 50 г/л) - 89,9-100 %; Суперкилл, КЭ (500 г/л + 50 г/л) - 97,4-100 %; Борей Нео, СК (50+100+125 г/л) - 82,8-100 %.

4. Разработаны регламенты эффективного и нормативно безопасного применения против вредной черепашки на пшенице озимой следующих инсектицидов: Сирокко, КЭ (400 г/л) – 1,2 л/га; Гедеон, КЭ (50 г/л) – 0,15 л/га; Децис Эксперт, КЭ (100 г/л) - 0,075 – 0,125 л/га; Тиара, КС (350 г/л) – 0,04 – 0,06 л/га; Монарх, ВДГ (800 г/кг) – 0,03 кг/га; Кунгфу Супер, КС (141 г/л + 106 г/л) – 0,1 – 0,2 л/га; Шаман, КЭ (500 г/л + 50 г/л) – 0,75 л/га; Суперкилл, КЭ (500 г/л + 50 г/л) – 0,6 л/га; Борей Нео, СК (50+100+125 г/л) – 0,1 – 0,2 л/га.

5. При изучении деградации и трансформации инсектицидов Сирокко, КЭ (400 г/л); Децис Эксперт, КЭ (100 г/л), Тиара, КС (350 г/л), Кунгфу Супер, КС (141г/л + 106 г/л), Суперкилл, КЭ (500 г/л + 50 г/л) установлено, что действующие вещества данных токсикантов не обнаруживаются в урожае пшеницы озимой или не превышают максимально допустимый уровень (МДУ), что свидетельствует о том, что получаемое с помощью предложенных нами препаратов зерно полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам ГН 1.2.2701-10.

6. Инсектициды из разных химических классов отличаются по степени воздействия на полезных членистоногих пшеничного агроценоза. Так препараты Сирокко, КЭ (400 г/л); Гедеон, КЭ (50 г/л); Децис Эксперт (100 г/л), Суперкилл, КЭ (500 г/л +50 г/л) резко снижают численность основных видов энтомофагов. Снижение численности на 3 сутки составило 87,5-100 % (Сирокко, КЭ), 93,3-100 % (Гедеон, КЭ и Децис Эксперт, КЭ), 85,7-100 % (Суперкилл, КЭ). Препараты Тиара, КС (350 г/л); Монарх, ВДГ (800 г/кг) являются менее опасными инсектицидами для энтомофагов пшеничного агроценоза. Численность полезных членистоногих к 21 суткам после обработки в вариантах с этими препаратами восстанавливалась более чем на 80 %.

7. Изученные препараты различаются по величине токсической нагрузки на единицу площади и могут быть расположены в следующий нисходящий

ряд: фосфорорганические соединения – фенилпиразолы – пиретроиды — неоникотиноиды. Комбинированный препарат Кунгфу Супер, КС в который входят действующие вещества тиаметоксам и лямбда-цигалотрин по этому показателю ближе к пиретроидам и неоникотиноидам. Препараты на основе комбинации хлорпирифоса и циперметрина ближе к фосфорорганическим соединениям (ФОС).

8. При разных сроках проведения защитных мероприятий установлено следующее: наблюдалась низкая 2,8 – 3,4 % поврежденность зерна при обработках, проводимых против личинок младших (1-2) и средних (2-3) возрастов, при более поздних сроках (обработки против личинок 3-4 возраста) поврежденность зерна увеличивалась. Оптимальным сроком проведения обработок против вредной черепашки следует считать наличие на полях личинок 2 -3 возрастов. Обработки, проведенные в период преобладания на поле личинок 2-3 возрастов, обеспечивают не только получение зерна с низкой поврежденностью, но и максимальное снижение численности вредителя. Вследствие этого средневзвешенный бал повреждения в вариантах с инсектицидами был на порядок меньше, чем в контроле.

9. Анализ технологических показателей качества зерна, показал, что во всех вариантах с исследуемыми инсектицидами повышалось качество клейковины в зерновках пшеницы в сравнении с контролем: в вариантах с инсектицидами зерно относилось к I группе качества клейковины (показатели ИДК 45-75 ед.), в то время, как в контроле зерно относилось ко II группе (показатели ИДК 80-100 ед.)

Практические рекомендации

Для обеспечения эффективной и нормативно безопасной защиты пшеницы озимой от вредной черепашки в регионе Сальских степей Предкавказья рекомендуются следующие инсектициды и регламенты их применения:

- способом опрыскивания растений пшеницы озимой в период вегетации - Сирокко, КЭ (400 г/л) в норме применения 1,2 л/га; Геден, КЭ (50 г/л) в норме применения 0,15 л/га; Децис Эксперт, КЭ (100 г/л) в нормах применения 0,075 – 0,125 л/га, Тиара, КС (350 г/л) в нормах применения 0,04-0,06 л/га; Монарх, ВДГ (800 г/кг) в норме применения 0,03 кг/га; Шаман, КЭ (500 + 50 г/л) в норме применения 0,75 л/га; Суперкилл, КЭ (500 + 50 г/л) в норме применения 0,6 л/га с расходом рабочей жидкости 200 - 400 л/га.

- обработку следует проводить в период массового появления на полях личинок 2 и 3 возрастов, при этом доля личинок 3 возраста должна быть не более 30 %.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых изданиях рекомендованных ВАК РФ

1 Шорохов, М.Н. Перспективные инсектициды против клопа вредная черепашка в Ростовской области / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Агро XXI. - 2013. - № 7-9. - С. 18-20.

2. Шорохов, М.Н. Экотоксикологическая оценка фосфорорганических соединений, пиретроидных и комбинированных инсектицидов, используемых

против клопа вредной черепашки. / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Изв. СПбГАУ. – 2013. - № 33. – С. 49-53.

3. Шорохов, М.Н. Биологическая и экотоксикологическая оценка современных инсектицидов, применяемых против клопа вредная черепашка / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Вестник защиты растений. - 2014. - № 1. - С. 13-16.

Статьи, опубликованные в других периодических изданиях и сборниках

4. Шорохов, М.Н. Новые инсектициды на озимой пшенице для борьбы с вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put.) в условиях Сальских степей / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Актуальность наследия Н.И. Вавилова для развития биол. и с.-х. наук: конф. молодых ученых и аспирантов. (20 - 21 марта 2012 г.). - СПб., 2012. - С. 51-56.

5. Хилевский, В.А. Чувствительность хлебной жужелицы *Zabrus tenebrioides* Gz. (Coleoptera, Carabidae) и вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) к новым инсектицидам. / В.А. Хилевский, **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // 14-й съезд Рус. энтомот. о-ва: материалы съезда (27 августа - 1 сентября 2012 г.). - СПб., 2012. - С. 451.

6. Шорохов, М.Н. Эффективность современных инсектицидов против клопа вредная черепашка в условиях Сальских степей Северного Кавказа. / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Агротех. метод защиты растений: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф. (17-21 июня 2013 г.). – Краснодар, 2013. – С. 193-196.

7. Шорохов, М.Н. Действие инсектицидных обработок на полезную энтомофауну посевов озимой пшеницы в условиях Сальских степей Северного Кавказа. / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Агротех. метод защиты растений: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф. (17-21 июня 2013 г.). – Краснодар, 2013. – С. 190–193.

8. Шорохов, М.Н. Биологическая эффективность и динамика остаточных количеств инсектицидов различных химических классов, применяемых против клопа вредная черепашка / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Защита растений в соврем. технол. воздел. с.-х. культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (24 - 25 июля 2013 г.). - Краснообск, 2013 - С. 370-373.

9. Шорохов, М.Н. Современные инсектициды, применяемые против клопа вредная черепашка / **М.Н. Шорохов** // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: материалы 3-го Всерос. съезда по защ. раст: в 3-х т. (16-20 декабря 2013 г.). - СПб., 2013. - Т. 2. – С. 267-269.

10. Шорохов, М.Н. Эффективность и остаточные количества инсектицидов различных химических классов, применяемых против клопа вредная черепашка / **М.Н. Шорохов**, В.И. Долженко // Защита растений и экологическая устойчивость агробиоценозов: матер. Междунар. конф. – Алмата, 2014. – С. 256-257.