

УДК 632.951:632.654

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА СРЕДСТВ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КЛОПА ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКИ (*Eurygaster integriceps* Put.)

© 2019 г. М. Н. Шорохов^{1,2,*}, В. И. Долженко¹, А. И. Силаев³

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
196608 Санкт-Петербург—Пушкин, ш. Подбельского, 3, Россия

²ООО “Инновационный центр защиты растений”
196607 Санкт-Петербург—Пушкин, Пушкинская ул., 20, лит. А, пом. 7-Н, Россия

³Саратовская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР
413123 Энгельс-23, Саратовская обл., ул. Совхозная, 4, Россия

*E-mail: deim1989@yandex.ru

Поступила в редакцию 28.03.2019 г.

После доработки 10.04.2019 г.

Принята к публикации 08.08.2019 г.

Приведен анализ ассортимента инсектицидов, показаны основные направления развития химического метода защиты растений. Представлены результаты многолетних исследований биологической эффективности ряда инсектицидов в борьбе с опасным вредителем озимой пшеницы — клопом вредной черепашкой в условиях Ростовской и Саратовской обл. Показана высокая биологическая эффективность всех изученных препаратов как в Ростовской, так и Саратовской обл. Изучена динамика деградации действующих веществ инсектицидов в растениях и зерне озимой пшеницы. На основании полученных данных сделан вывод о целесообразности включения исследованных инсектицидов в систему защиты пшеницы.

Ключевые слова: клоп вредная черепашка, озимая пшеница, инсектициды, ассортимент, комбинированные инсектициды, фосфорорганические соединения, пиретроиды, неоникотиноиды, фенилпиразолы.

DOI: 10.1134/S0002188119110115

ВВЕДЕНИЕ

По данным ФАО, ежегодно от вредных организмов сельское хозяйство недополучает порядка 21–36% урожая. Одной из наиболее вредоносных групп являются вредители зерновых культур.

Клоп вредная черепашка, который является ярким представителем данной группы, способен повреждать растения на протяжении всего вегетационного периода [1]. Перезимовавшие клопы наносят уколы в основание стебля развивающихся побегов, поражая точку роста, зачаток колоса. Поврежденные побеги прекращают рост и постепенно отмирают. Личинки младших возрастов, высасывая сок из различных частей колоса, вызывают полную или частичную белоколосость, иногда деформацию колоса [2]. Наибольший ущерб причиняют личинки старших возрастов и молодые взрослые клопы, наносящие уколы в зерновки в период от молочной до полной спелости. При питании клоп со слюной вводит в зер-

новку сильные протеолитические ферменты, разрушающие клейковину. В результате сильно снижаются хлебопекарные качества зерна [3].

Защитные мероприятия остаются неотъемлемой составляющей технологий возделывания зерновых культур, гарантирующие получение высоких и стабильных урожаев [4–8]. Немаловажную роль играет химический метод защиты растений. Первые исследования по использованию инсектицидов в борьбе с вредителями зерновых культур относятся к началу XX века. Применение веществ различной природы (хлорной извести, хлорпикрина, бензола, дихлорэтана, различных кислот и щелочей, нафталина, зеленого мыла, водного раствора аммиачной селитры) не давало положительных результатов. Реально химический метод в борьбе с вредителями на зерновых культурах становится значимым в 50-х годах прошлого века, когда началось широкое использование инсектицидов органического синтеза, в первую очередь фосфор- и хлорорганических [9,

Таблица 1. Формирование ассортимента инсектицидов для защиты зерновых культур (2006–2018 гг.)

Химический класс	Количество препаратов по годам												
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ФОС	13	14	13	17	19	16	19	24	24	26	26	27	30
Пиретроиды	42	41	37	44	44	46	46	46	50	49	57	60	59
Неоникотиноиды	5	4	6	6	5	6	6	10	18	18	16	18	20
Фенилпиразолы	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Комбинированные	1	1	1	1	3	3	3	4	5	6	13	20	25
Всего	62	61	58	69	72	72	75	85	98	100	113	127	135

10]. В дальнейшем совершенствовали стратегию и тактику химической борьбы, изучали и уточняли экономические пороги вредоносности, при которых оправданы затраты на защиту посевов. На смену стойким в окружающей среде инсектицидам приходили менее стойкие, с более низкими нормами применения. Одновременно шло совершенствование препаративных форм инсектицидов. Метод опыливания был заменен опрыскиванием. Все эти меры позволили повысить экономическую эффективность борьбы с вредной черепашкой [11–13].

Таким образом, процесс совершенствования ассортимента инсектицидов непрерывен и объединен общей целью – улучшением качественных показателей препаратов. В связи с этим большое значение имеет формирование ассортимента средств борьбы, позволяющего обеспечить, помимо высокой эффективности, экологическую безопасность их применения [14].

Следует отметить, что против вредителей зерновых культур в настоящее время разрешено использовать препараты, относящиеся к разным классам химических соединений. Главным достоинством пиретроидов является высокая стартовая эффективность (95–100%) и относительно низкая цена, но у них короткий период защитного действия. При этом они полностью разлагаются через 15–20 сут после применения.

У фосфорорганических препаратов (ФОС) защитное действие проявляется в течение 20–30 сут. Кроме этого, препараты на основе действующего вещества диметоат обладают не только контактно-кишечным, но и системным действием. Эта группа препаратов обладает высокой инсектицидной активностью даже в условиях неблагоприятной погоды, длительным периодом защитного действия. Основными недостатками этих инсектицидов являются относительно высокие нормы применения и высокая токсичность для пчел, энтомофагов, животных, человека. Тем не

менее, ФОС по объему применения многие годы занимают одно из ведущих мест.

Ассортимент препаратов для защиты зерновых культур постоянно совершенствуется как в направлении увеличения общего количества препаратов, так и в увеличении количества химических классов. Широкое распространение получили менее опасные в санитарном и экологическом отношении препараты [15].

Анализ перечня разрешенных препаратов позволил выявить тенденции, происходившие в данной области за последние 12 лет (табл. 1). В последние годы число инсектицидов увеличилось за счет появления большого количества аналогичных препаратов. Если в 2000 г. преобладали инсектициды иностранных фирм, то в последнее время количество инсектицидов увеличилось за счет появления большого количества аналогичных препаратов отечественного производства.

Особенно расширился ассортимент пиретроидов на основе циперметрина, а также альфа-циперметрина, зета-циперметрина, лямбда-цигалотрина. Из ФОС зарегистрированы аналоги на основе диметоата, фенитротриона, из химического класса неоникотиноидов – на основе действующих веществ имидаклоприда и тиаметоксама. Эти препараты обеспечивают высокую биологическую эффективность в борьбе с вредителями [16].

Препараты из химических классов неоникотиноидов (например, актара, ВДГ (350 г/л), моспилан, РП (200 г/кг)), фенилпиразолов (регент, ВДГ (800 г/кг)) обладают принципиально различными механизмами действия. Отличительной особенностью этих препаратов являются низкие нормы применения, что является одним из важных критериев оценки уровня экологической безопасности, а также направлением в совершенствовании ассортимента химических средств, способствующим снижению токсической нагрузки на биоценоз.

Какие главные аспекты надо помнить при планировании использования инсектицидов? Нель-

зя не учитывать, что пиретроиды, будучи эффективными в отношении вредной черепашки, являются высокотоксичными и персистентными токсикантами широкого спектра действия и представляют опасность для сообщества членистоногих пшеничного поля на продолжительный срок, резко снижая численность естественных врагов вредителя даже при однократной обработке [17–19]. При интенсивном применении пиретроидов происходит значительное обеднение видового разнообразия пшеничного агробиоценоза, что благоприятствует росту численности и вредоносности отдельных видов фитофагов. Напротив, неоникотиноиды и фенилпиразолы, будучи среднетоксичными и менее персистентными соединениями в сравнении с пиретроидами в меньшей степени влияют на энтомофагов в пшеничном агробиоценозе и тем самым не в такой степени обедняют его биоразнообразие. Более того, инсектициды этих химических классов, особенно неоникотиноиды по сравнению с ФОС-препаратами и пиретроидами, обладают малой опасностью для теплокровных животных и человека при применении из-за низких показателей токсической нагрузки на единицу защищаемой площади и характеризуются быстрой деградацией в растениях пшеницы, в результате чего при однократной обработке в продукции урожая отсутствуют их токсические остатки. Это свидетельствует о перспективности использования неоникотиноидов и фенилпиразолов в системах интегрированной защиты пшеницы.

Многолетнее и широкомасштабное применение инсектицидов привело к появлению резистентных популяций вредной черепашки, вследствие чего химические обработки в рекомендованных нормах не дают ожидаемого эффекта. Эта серьезная проблема требует разработки стратегии химической борьбы, которая позволит затормозить процесс дальнейшего развития резистентности.

В борьбе с популяциями вредной черепашки, которые характеризуются низкими и средними уровнями резистентности к пиретроидам, эффективны ФОС, а также инсектициды из других химических классов (регент, ВДГ (800 г/кг), актара, ВДГ (350 г/л)). При высоких уровнях резистентности пиретроиды необходимо исключать из систем защиты растений, чередуя обработки инсектицидами разного механизма действия (регент, ВДГ (800 г/кг) и моспилан, РП (200 г/кг) между собой или с ФОС.

Возможность снижения уровня резистентности и повышения эффективности химических обработок появляется при использовании смесей

пиретроидов с другими препаратами при сниженных нормах применения [20].

Среди направлений, которые составляют основу совершенствования ассортимента инсектицидов, в последнее время приоритетом пользуется комбинирование в одном препарате 2-х и более действующих веществ [21–24]. Например, в перечне пестицидов, разрешенных к применению на территории РФ в 2018 г., на различные комбинации действующих веществ в группе инсектицидов в борьбе с вредной черепашкой приходится 19% от общего количества препаратов. Комбинирование действующих веществ в одном препарате позволяет повысить начальную токсичность, улучшить и стабилизировать продолжительность действия за счет компоновки действующих веществ из химического класса пиретроидов и ФОС, неоникотиноидов. С помощью данного приема удастся достичь повышения начальной токсичности и более стабильного, продолжительного действия за счет комбинации различных действующих веществ из разных химических классов.

Параллельно указанному направлению обозначилось еще одно направление. Оно строится на основе бинарного комплектования 2-х зарегистрированных на конкретной культуре и против нескольких вредных организмов препаратов. Примерами могут служить специальные предложения по использованию комплектов сирокко Трио (состоит из инсектицидов сирокко, КЭ (400 г/л диметоатма) и борей, СК (150 г/л имидаклоприда + 50 г/л лямбда-цигалотрина).

Одновременно с совершенствованием ассортимента препаратов ведут работы по модернизации препаративных форм [25]. В результате появились такие формуляции, например, концентрат суспензии (КС), суспензионный концентрат (СК), водно-диспергируемые гранулы (ВДГ).

В итоге можно заключить, что совершенствование ассортимента — процесс непрерывный и довольно активный, что выражается в развитии ряда направлений химического метода защиты, касающихся как изменения перечня препаратов, так и содержания самих препаратов (увеличение количества препаратов из химических классов неоникотиноидов и комбинированных препаратов). Также важную роль играет и чередование препаратов в процессе использования для предотвращения развития резистентности. Таким образом, необходимо постоянно изучать препараты, устанавливать их биологическую эффективность и безопасность. Цель работы — совершенствование ассортимента средств химической защиты

озимой пшеницы от клопа вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ ассортимента препаратов, предназначенных для борьбы с вредной черепашкой, проводили на основе списка пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2006–2017 гг.) [26].

Биологическую оценку инсектицидов для защиты пшеницы от вредной черепашки проводили в вегетационные сезоны 2007–2017 гг. на базе филиала ВИЗР “Ростовская НИЛ ВИЗР” и в ООО “Успех Агро” (Ростовская обл., Сальский р-н), а также в опытно-производственном хозяйстве Волжского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (Саратовская обл., Энгельсский р-н). Опыты закладывали на районированных сортах. Материалом для исследования служили инсектициды из разных химических классов.

Оценку биологической эффективности инсектицидов проводили в соответствии с общепринятыми методиками по испытаниям инсектицидов в сельском хозяйстве [27].

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

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

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 представлены данные биологической эффективности комбинированных препаратов, полученные в Саратовской и Ростовской обл. в 2007–2017 гг. Анализ полученных данных позволил сделать вывод, что несмотря на некоторые различия исследованные препараты показали вы-

сокую биологическую эффективность в 2-х различных почвенно-климатических зонах.

Эффективность комбинированного препарата борей, СК (150 + 50 г/л) составила 72.5–91.0% (0.08 л/га), 77.9–95.6% (0.1 л/га) в Саратовской обл. (II почвенно-климатическая зона) и 94.3–100% (0.08 л/га), 92.9–100% (0.1 л/га) в Ростовской обл. (III почвенно-климатическая зона).

Препарат дишанс, КЭ (400 г/л) из химического класса ФОС показал эффективность на уровне 78.2–95.8% (1.0 л/га), 78.9–98.6% (1.5 л/га) в Саратовской обл. и 89.4–100% (1.0 л/га), 100% (1.5 л/га) в Ростовской обл.

Исследование препарата тиара, КС (350 г/л) из класса неоникотиноидов показало, что препарат высоко эффективен в борьбе с вредителем: снижение численности вредной черепашки составило 78.4–95.6% (0.04 л/га), 83.9–98.2% (0.06 л/га) в Саратовской обл. и 83.6–100% (0.04 л/га), 95.8–100% (0.06 л/га) в Ростовской обл. [28].

Изучение биологической эффективности препарата децис Эксперт, КЭ (100 г/л) химического класса пиретроидов показало, что препарат в норме применения 0.075 л/га снизил численность вредителя на 76.0–92.4% (Саратовская обл.) и на 87.8–100% (Ростовская обл.), а в норме применения 0.125 л/га – на 78.8–98.9% и 93.5–100% соответственно.

Биологическая эффективность комбинированного инсектицида кунгфу Супер, КС (141 + 106 г/л) составила 79.2–93.3% (норма 0.1 л/га), 86.1–97.7 (норма 0.2 л/га) в Саратовской обл. и 87.9–100% (0.1 л/га), 96.2–100% (0.2 л/га) в Ростовской обл.

Препарат монарх, ВДГ (800 г/кг) химического класса фенилпиразолов показал эффективность на уровне 96.2–100% в Саратовской обл. и 93.1–100% в Ростовской обл. в норме применения 0.03 кг/га.

Комбинированный инсектицид суперкилл, КЭ (500+50 г/л) снизил численность вредной черепашки на 89.0–100% (Саратовская обл.) и на 97.4–100% (Ростовская обл.) в норме применения 0.6 л/га [29].

Первый 3-компонентный комбинированный инсектицид борей Нео, СК (50 + 100 + 125 г/л) снизил численность вредной черепашки на 86.7–100% (0.1 л/га), 100% (0.2 л/га) в Саратовской обл. и на 82.8–100% (0.1 л/га), 100% (0.2 л/га) в Ростовской обл.

Препарат гранулам, ВДГ (240 г/кг), относящийся к химическому классу пиретроидов, также показал высокую биологическую эффективность. Она составила 83.3–97.3% в Саратовской обл. и

Таблица 2. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с вредной черепашкой в Саратовской и Ростовской областях (2007–2017 гг.)

Препарат	Действующее вещество	Норма применения, л/га, кг/га	Место опыта	Эффективность, %		
				время учетов, сут после обработки		
				3	7	14
2007 г.						
Борей, СК (150 + 50 г/л)	Имидаклоприд + лямбда-цигалотрин	0.08	Саратов	91.0	83.2	72.5
		0.1		94.8	91.6	78.7
		0.08	Ростов	100	100	96.2
		0.1		100	95.2	98.2
2008 г.						
Борей, СК (150 + 50 г/л)	Имидаклоприд + лямбда-цигалотрин	0.08	Ростов	100	96.2	94.3
		0.1		100	97.2	92.9
		0.08	Саратов	90.6	87.0	74.5
		0.1		95.6	92.5	77.9
2009 г.						
Дишанс, КЭ (400 г/л)	Диметоат	1.0	Ростов	94.7	100	98.5
		1.5		100	100	100
		1.0	Саратов	94.5	89.3	78.2
		1.5		97.3	95.2	78.9
2010 г.						
Тиара, КС (350 г/л)	Тиаметоксам	0.04	Ростов	100	100	92.7
		0.06		100	100	95.8
		0.04	Саратов	94.5	87.7	78.4
		0.06		97.2	92.1	83.9
Дишанс, КЭ (400 г/л)	Диметоат	1.0	Саратов	95.8	89.1	78.5
		1.5		98.6	92.2	83.9
		1.0	Ростов	89.4	91.6	100
		1.5		100	100	100
2011 г.						
Кунгфу Супер, КС (141 + 106 г/л)	Тиаметоксам + лямбда-цигалотрин	0.1	Ростов	100	100	96.6
		0.2		100	100	100
		0.1	Саратов	92.4	87.8	79.2
		0.2		97.1	94.1	86.1
Децис Эксперт, КЭ (100 г/л)	Дельтаметрин	0.075	Ростов	91.3	100	100
		0.125		93.5	100	100
		0.075	Саратов	92.4	86.3	76.0
		0.125		98.9	93.1	87.8
Тиара, КС (350 г/л)	Тиаметоксам	0.04	Ростов	83.6	100	100
		0.06		100	100	100
		0.04	Саратов	95.6	92.9	83.3
		0.06		98.2	95.0	87.4
2012 г.						
Суперкилл, КЭ (500 + 50 г/л)	Хлорпирифос + циперметрин	0.6	Ростов	100	100	100
		0.6	Саратов	98.4	95.4	89.0

Таблица 2. Окончание

Препарат	Действующее вещество	Норма применения, л/га, кг/га	Место опыта	Эффективность, %		
				время учетов, сут после обработки		
				3	7	14
Кунгфу Супер, КС (141 + 106 г/л)	Тиаметоксам + лямбда-цигалотрин	0.1	Саратов	93.3	89.4	81.3
		0.2		97.7	94.7	89.2
		0.1	Ростов	91.2	92.2	87.9
		0.2		100	100	96.2
Монарх, ВДГ (800 г/кг)	Фипронил	0.03	Саратов	100	100	97.8
		0.03	Ростов	93.1	95.3	97.9
Децис Эксперт, КЭ (100 г/л)	Дельтаметрин	0.075	Саратов	90.1	84.5	78.8
		0.125		98.3	94.8	89.2
		0.075	Ростов	100	100	93.7
		0.125		100	100	100
2013 г.						
Борей Нео, СК (50 + 100 + 125 г/л)	Клотианидин + имидаклоприд + альфа-циперметрин	0.1	Ростов	82.8	100	100
		0.2		100	100	100
		0.1	Саратов	100	90.1	90.1
		0.2		100	100	100
Суперкилл, КЭ (500 + 50 г/л)	Хлорпирифос + циперметрин	0.6	Ростов	100	100	97.4
		0.6	Саратов	100	97.0	89.0
Монарх, ВДГ (800 г/кг)	Фипронил	0.03	Ростов	100	100	97.2
		0.03	Саратов	100	100	96.2
2014 г.						
Борей Нео, СК (50 + 100 + 125 г/л)	Клотианидин + имидаклоприд + альфа-циперметрин	0.1	Саратов	97.6	91.9	86.7
		0.2		100	100	100
		0.1	Ростов	100	100	95.0
		0.2		100	100	100
2015 г.						
Гранулам, ВДГ (240 г/кг)	Лямбда-цигалотрин	0.03	Ростов	97.4	100	100
			Саратов	97.3	91.9	84.5
2016 г.						
Гранулам, ВДГ (240 г/кг)	Лямбда-цигалотрин	0.03	Ростов	90.3	96.0	97.7
			Саратов	96.4	89.6	83.3
2017 г.						
Ханзо, КС (140 + 100 г/л)	Тиаклоприд + лямбда-цигалотрин	0.1	Ростов	80.3	90.7	97.5
		0.15		89.2	93.7	100
		0.1	Саратов	100	96.9	92.9
		0.15		100	100	96.2

90.3–100% в Ростовской обл. в норме применения 0.03 кг/га.

На 3–7–14-е сут после обработки комбинированным препаратом ханзо, КС (140 + 100 г/л) в 2017 г. биологическая эффективность составила 80.3–90.7–97.5% (0.1 л/га), 89.2–93.7–100%

(0.15 л/га) в условиях Ростовской обл. и 100–96.9–92.9% (0.1 л/га), 100–100–96.2% (0.15 л/га).

Вопросы безопасного обращения с инсектицидами чрезвычайно важны, т.к. они могут представлять реальную опасность для здоровья людей и окружающей природной среды. В связи с этим требуется проведение токсикологической оценки

пестицида и риска его возможного негативного влияния на здоровье населения и обоснования регламентов применения.

В связи с вышесказанным в рамках исследования проводили изучение динамики деградации остаточных количеств действующих веществ инсектицидов.

Экотоксикологическая оценка инсектицида децис Экспет, КЭ (100 г/л) потребовала изучения динамики разложения дельтаметрина для установления степени экологической опасности конечного продукта.

Показано (рис. 1а), что содержание действующего вещества уменьшалось и к 14-м сут после обработки не превышало МДУ, равный 0.01 мг/кг. Важно также отметить факт, что содержание данного действующего вещества в 2013 г. было меньше, чем в 2012 г., что, по-видимому, связано с метеорологическими условиями 2013 г., когда в июне на фоне повышенной температуры воздуха по сравнению со средними многолетними показателями, осадков выпало 55.3 мм, что было меньше среднемноголетней нормы. В таких условиях деградация токсиканта проходила быстрее. Необходимо отметить, что содержание дельтаметрина в колосьях и зерне не превышало МДУ, что свидетельствовало о соответствии конечного продукта санитарно-гигиеническим нормативам.

Таким образом, результаты исследования (в 2012, 2013 гг.) динамики разложения дельтаметрина позволили сделать вывод о том, что высокое содержание данного вещества в зеленой массе растений способствовало сохранению длительного защитного эффекта данного препарата. В то же время отсутствие остаточных количеств в урожае свидетельствовало об экологической безопасности конечного продукта.

Для более полного уточнения экотоксикологических характеристик инсектицида тиара, КС (350 г/л) в данном опыте в течение вегетационных сезонов 2011–2012 гг. также проводили изучение динамики разложения тиаметоксама в зеленой массе растений озимой пшеницы (рис. 1б).

Проведенное исследование показало, что содержание действующего вещества инсектицида тиара, КС в день обработки составило 2.11 мг/кг, уже на 10-е сут оно снизилось до 0.41 мг/кг. На 20-е сут после обработки действующее вещество деградировало до неопределяемых количеств. В 2012 г. из-за того, что среднесуточные температуры воздуха превышали норму на 3–6°, растения пшеницы развивались более быстрыми темпами, но и деградация пестицидов проходила быстрее: уже на 20-е сут после обработки содержание тиа-

метоксама не превышало МДУ (равный 0.05 мг/кг) и в дальнейшем продолжало снижаться. При этом стоит отметить, что в урожае не было обнаружено остаточных количеств тиаметоксама (в рамках предела обнаружения).

Опираясь на результаты исследования динамики разложения тиаметоксама в 2011–2012 гг., можно сделать вывод об экологической безопасности урожая в связи с отсутствием в нем остаточных количеств тиаметоксама (в рамках предела обнаружения).

В опытах 2012 и 2013 гг. наряду с биологической эффективностью препарата монарх, ВДГ (800 г/кг) изучали динамику деградации фипронила и его метаболита фипронил-сульфона (рис. 1в, г). Показано, что фипронил довольно быстро разрушался в растениях пшеницы, т.к. на 20-е сут его количество не превышало МДУ (равный 0.005 мг/кг). Необходимо отметить, что на 10-е сут после обработки в зеленой массе растений был обнаружен метаболит фипронила — фипронил-сульфон. Сопоставив данные токсикологических опытов с данными деградации фипронила в озимой пшенице, предположили, что эффективность инсектицида была связана с появлением и накоплением в растениях метаболита фипронила (рис. 1г).

В целом 2-летние исследования инсектицида монарх, ВДГ (800 г/кг) показали, что препарат был высокоэффективным в отношении вредной черепашки, проявил себя как умеренно токсичный инсектицид в отношении полезных членистоногих, не персистентный в объектах окружающей среды. Это свидетельствовало о перспективности использования исследованного препарата.

Помимо оценки биологической эффективности препарата изучили динамику разложения тиаметоксама и лямбда-цигалотрина, входящих в состав комбинированного инсектицида кунгфу Супер, КС (141 + 106 г/л) в зеленой массе растений озимой пшеницы и в урожае (рис. 1д).

При изучении деградации действующих веществ комбинированного препарата кунгфу Супер, КС (141 + 106 г/л) в 2011 г. при норме применения 0.2 л/га установлено, что тиаметоксам, входящий в состав препарата кунгфу Супер, КС деградировал до неопределяемых количеств уже на 14-е сут после обработки (остаточные количества тиаметоксама отмечены только в день проведения обработки, их количество составило 2.33 мг/кг). Действующее вещество лямбда-цигалотрин того же препарата деградировало до МДУ на 28-е сут после обработки. В 2012 г. среднесуточные температуры воздуха превышали норму на 3–6°C. Рас-

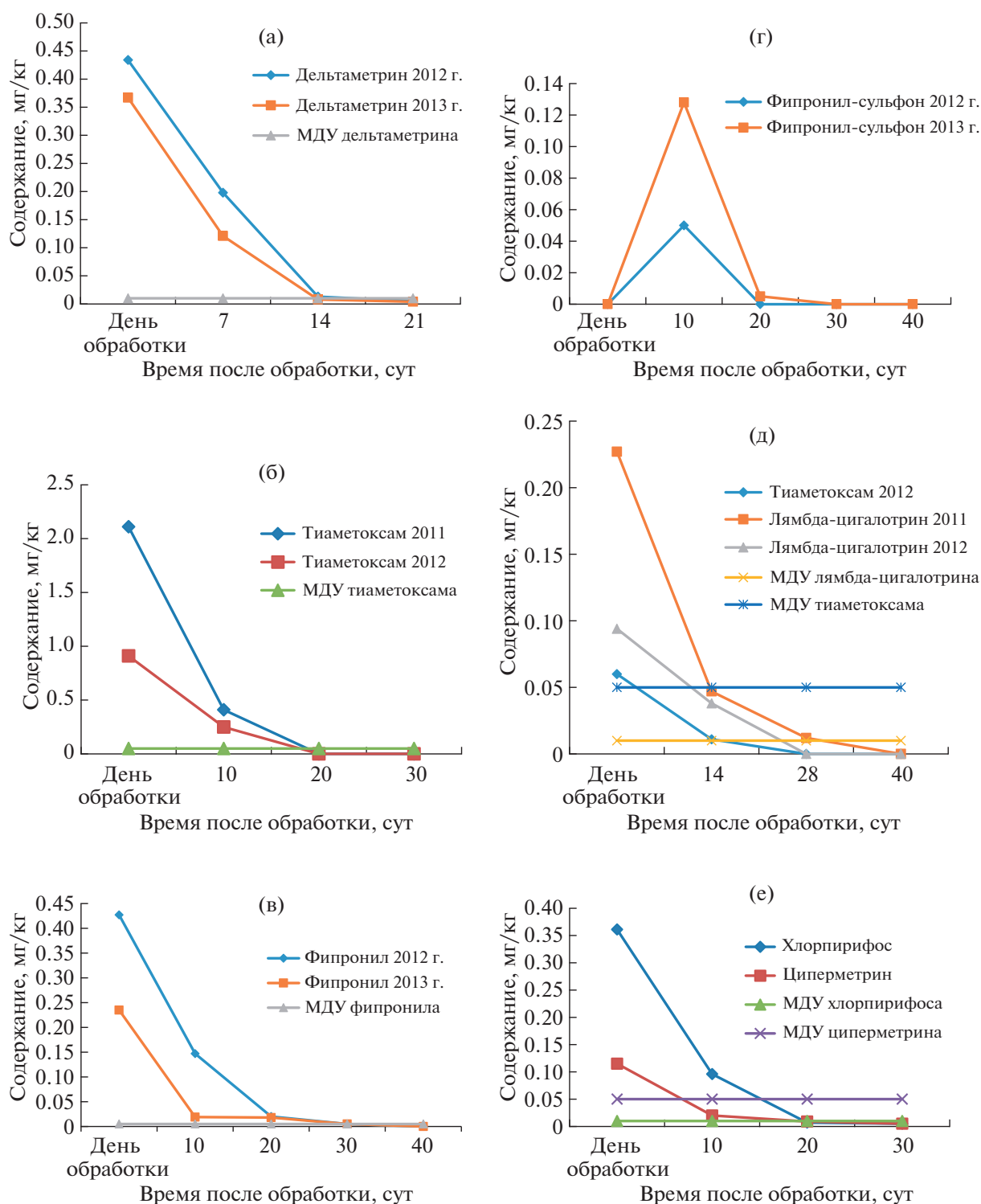


Рис. 1. Динамика разложения в зеленой массе озимой пшеницы: (а) – дельтаметрина при применении инсектицида децис Эксперт, КЭ (0.125 л/га), (ООО “Успех Агро”, 2012, 2013 гг.); (б) – тиаметоксама при применении инсектицида тиара, КС (0.06 л/га), ООО “Успех Агро”, 2011, 2012 гг.); (в) – фипронила при применении инсектицида монарх, ВДГ (0.03 кг/га) (ООО “Успех Агро”, 2012, 2013 гг.); (г) – метаболита фипронила (фипронил-сульфона) при применении инсектицида монарх, ВДГ (0.03 кг/га), (ООО “Успех Агро”, 2012, 2013 гг.); (д) – тиаметоксама и лямбда-цигалотрина при применении инсектицида кунгфу Супер, КС (0.2 л/га), (ООО “Успех Агро”, 2011 и 2012 гг., остаточные количества тиаметоксама отмечены только в день проведения обработки, их количество составило 2.33 мг/кг); (е) – хлорпирифоса и циперметрина при применении инсектицида суперкилл, КС (500+50 г/л), (0.6 л/га), (ООО “Успех Агро”, 2012 г.).

тения пшеницы развивались более быстрыми темпами, но и деградация пестицидов проходила быстрее, уже через 2 нед после обработки содержание тиаметоксама и лямбда-цигалотрина не превышало МДУ (равных 0.05 и 0.01 мг/кг соответственно) и в дальнейшем продолжало снижаться. При этом в урожае как 2011 г., так и 2012 г., не было обнаружено остаточных количеств тиаметоксама и лямбда-цигалотрина (в пределах обнаружения). На основе результатов изучения динамики разложения тиаметоксама и лямбда-цигалотрина, можно сделать вывод об экологической безопасности урожая в связи с отсутствием в нем остаточных количеств тиаметоксама и лямбда-цигалотрина.

Изучение динамики остаточных количеств действующих веществ комбинированного инсектицида суперкилл, КЭ (500 + 50 г/л) показало, что содержание циперметрина в 2012 г. не превышало МДУ на 10-е сут после обработки, хлорпирифоса — на 20-е сут после обработки (рис. 1е). Отмечено, что остаточных количеств данных действующих веществ в урожае обнаружено не было.

Обобщая данные по деградации и трансформации инсектицидов децис Эксперт, КЭ (100 г/л), тиара, КС (350 г/л), монарх, ВДГ (800 г/кг), кунг-фу Супер, КС (141 г/л + 106 г/л), Суперкилл, КЭ (500 г/л + 50 г/л) можно сделать вывод, что действующие вещества данных токсикантов не обнаружены в урожае озимой пшеницы, что свидетельствовало о том, что полученная продукция полностью соответствовала санитарно-гигиеническим нормативам и, следовательно, препараты можно использовать для защиты озимой пшеницы от клопа вредная черепашка.

Приведенные результаты соответствовали данным других авторов, которые показали, что на динамику разложения и трансформации действующих веществ влияли многие факторы, в том числе и температура [30–32].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что все изученные препараты инсектицидов показали достаточно высокую биологическую эффективность в борьбе с клопом вредная черепашка в разных зонах страны (как в Саратовской, так и Ростовской обл.). Действующие вещества данных токсикантов не обнаружены в урожае озимой пшеницы, что свидетельствовало о том, что полученная продукция полностью соответствовала санитарно-гигиеническим нормативам, и препараты можно рекомендовать для защиты озимой пшеницы от клопа вредная черепашка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.Т. Вредная черепашка // Прилож. к журн. "Защита и карантин растений". 2002. № 4. С. 65–90.
2. Stamenkovic C. Forms of damage by wheat bugs // Zastita Bilja. 1976. № 27. P. 335–348.
3. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И., Капусткина А.В. Вредная черепашка и другие хлебные клопы. СПб., 2015. 170 с.
4. Пайкин Д.М. Вредная черепашка. Л.: Колос, 1969. 120 с.
5. Пайкин Д.М., Заринг П.В. Борьба с вредной черепашкой. М.: МСХ РСФСР, 1958. 16 с.
6. Erhan Kocak, Numan Babaroglu. Evaluating insecticides for the control of overwinter adults of *Eurygaster integriceps* under field conditions in Turkey // Phytoparasitica. 2006. № 34 (5) P. 510–515.
7. Pansa M.G., Blandino M., Ingegno B.L., Ferrari E., Reynery A., Tavella L. Toxicity and persistence of three pyrethroids for the control of cereal bugs on common wheat // J. Pest. Sci. 2015. № 88. P. 201–208.
8. Gul A., Akbay C., Direk M. Sunn pest control policies and effect of sunn pest damage on wheat quality and price in Turkey // Qual. Quant. 2006. № 40. P. 469–480.
9. Сазонов П.В. ДДТ как средство защиты посевов от вредной черепашки // Тр. ВИЗР. 1958. Вып. 9. С. 145–196.
10. Пайкин Д.М., Новожилов К.В. О факторах эффективности ДДТ в борьбе с вредной черепашкой // Там же. С. 101–144.
11. Старостин С.П., Галкина Р.Г. Влияние сроков борьбы с личинками вредной черепашки на динамику ее численности и поврежденность зерновок пшеницы // Тр. ВИЗР. 1976. Вып. 45. С. 30–33.
12. Смирнова Г.В. Сравнительная оценка препаратов для ультрамалообъемного опрыскивания в борьбе с вредной черепашкой // Там же. С. 34–39.
13. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И. Вредная черепашка: распространение, вредоносность, методы контроля // Защита и карантин раст. 2010. № 1. С. 53–84.
14. Шорохов М.Н., Долженко В.И. Биологическая и экотоксикологическая оценка современных инсектицидов, применяемых против клопа вредная черепашка // Вестн. защиты раст. 2014. № 1. С. 13–16.
15. Pickett J.A., Wadhams L.J., Woodcock C.M. New approaches to the development of semiochemicals for insect control // Proc. Conf. Insect Chem. Ecol. Tabor, 1991. P. 333–345.
16. Yamamoto I. Neonicotinoids. Mode of action and selectivity // Agrochemica Japan. 1996. № 68. P. 14–15.
17. Plapp F.W., Vinson S.B. Comparative toxicities of some insecticides to the tobacco budworm and its ichneumonid parasite, *Campoletis sonorensis* // Environ. Entomol. 1977. V. 6. № 3. P. 381–384.
18. Wilkinson I.D., Biever K.D., Ignoffo C.M. Synthetic pyrethroid and organophosphates insecticides against the parasitoid *Apanteles marginiventis* and the predators *Geocoris punctipes*, *Hyppodamia convergens*, and *Podisus mauliiventris* // J. Econ. Entomol. 1979. V. 72. № 4. P. 473–475.

19. Niemczyk E., Miszczak M., Olszak R. Tokyczność pyretroidów dla owadów drapieżnych i pasożytniczych // Roczn. Nauk Roln. 1981. V. 9. № 2. P. 105–115.
20. Долженко В.И., Сухорученко Г.И. Борьба с вредной черепашкой в южной зоне Ростовской области // Защита и карантин раст. 2001. № 6. С. 27.
21. Лантнев А.Б. Направления и элементы трансформации ассортимента пестицидов // Инновационные экологически безопасные технологии защиты растений: Мат-лы Междунаро. научн. конф. Алматы, 24–25 сентября 2015 г. С. 540–546.
22. Лантнев А.Б. Совершенствование средств и приемов химической защиты растений // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: Мат-лы 3-го Всерос. съезда по защите растений. В 3-х т. (16–20 декабря 2013 г.) СПб., 2013. Т. 2. С. 206–210.
23. Шорохов М.Н. Совершенствование средств химической защиты пшеницы озимой от вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) // Вестн. Орловского ГАУ. 2015. № 6 (57). С. 48–54.
24. Шорохов М.Н., Долженко В.И. Совершенствование ассортимента инсектицидов для защиты зерновых культур // Вестн. Рос. сел.-хоз. науки. 2017. № 2. С. 32–34.
25. Каракотов С.Д. Новые препаративные формы расширяют ассортимент отечественных пестицидов // Агро XXI. 2006. № 1–3. С. 35–37.
26. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации и дополнения к нему. М., 2006–2018.
27. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве / Под ред. Долженко В.И. СПб.: ВИЗР, 2009. 321 с.
28. Шорохов М.Н. Биологическое и экотоксикологическое обоснование использования современных инсектицидов для защиты пшеницы озимой от вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) в условиях Сальских степей Предкавказья: Автореф. ... канд. биол. наук. СПб., 2014. 23 с.
29. Шорохов М.Н., Долженко В.И. Экотоксикологическая оценка фосфорорганических соединений, пиретроидных и комбинированных инсектицидов, используемых против клопа вредной черепашки // Изв. СПбГАУ. 2013. № 33. С. 49–53.
30. Степанов А.А. Эколого-токсикологическое обоснование применения инсектицидов против комплекса вредителей пшеницы в Поволжье: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2003. 19 с.
31. Привезенцев В.В., Юзихин О.С. Динамика разложения имидаклоприда и ацетамиприда в растениях картофеля и почве при защите культуры от колорадского жука // Химический метод защиты растений. Теор. обоснование целенаправленного поиска и разработка ассортимента химических средств защиты растений на основе БАВ, пиретроидов нового поколения экологически безопасных средств и технологий их применения. Мат-лы Междунаро. научн.-практ. конф. СПб., 2004. С. 262–264.
32. Долженко О.В. Экотоксикологическое обоснование использования новых средств защиты картофеля от вредителей на Северо-Западе Российской Федерации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2011. 21 с.

Improving Means of Chemical Protection of Winter Wheat from Sunn Pest (*Eurygaster integriceps* Put.)

M. N. Shorokhov^{a,b,#}, V. I. Dolzhenko^a, and A. I. Silaev^c

^a All-Russian Research Institute of Plant Protection
sh. Podbelskogo 3, St. Petersburg–Pushkin 196608, Russia

^b LLC Innovative Center for Plant Protection
Pushkinskaya ul. 20, lit. And, pom. 7-H, St. Petersburg–Pushkin 196607, Russia

^c Saratov Research Laboratory of VIZR
ul. Sovkhozная 4, Saratov district, Engels-23 413123, Russia

[#]E-mail: deim1989@yandex.ru

The article presents an analysis of the range of insecticides, highlights the main directions of development of the chemical method. It also presents the results of many years of research into the biological efficacy of a number of insecticides in the fight against the dangerous winter wheat pest, a harmful turtle in the conditions of the Rostov and Saratov regions. High biological efficacy of all the studied drugs in both Rostov and Saratov regions was shown. The dynamics of the degradation of the active substances of insecticides in plants and winter wheat grain has been studied. Based on the data obtained, it was concluded that it is advisable to include the insecticides under study into the wheat protection system.

Key words: sunn pest, winter wheat, insecticides, range of insecticides, combined insecticides, organophosphates, pyrethroids, neonicotinoids, phenylpyrazoles.