DOI 10.33952/2542-0720-2020-2-22-107-115
УДК 632.9:634.1/8:551.5

Подгорная М. Е., Васильченко А. В., Диденко Н. А., Чернов В. В.

ВЛИЯНИЕ ИНСЕКТИЦИДА «ИНСЕГАР», ВДГ НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОХИМИЧЕСКИЕ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЛИВЫ

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Реферат. *На юге России сливовая плодожорка Grapholita funebrana Tr. является доминирующим вредителем сливовых агроценозов. Изучение биоэкологических особенностей этого вредителя в условиях климатических изменений актуально в связи с разработкой регламентов применения инсектицидов для его контроля. Цель исследования – изучение влияния инсектицида класса ювеноидов «Инсегар», ВДГ (250 г/кг, феноксикарб) на агробиологические, биохимические и токсикологические показатели сливы. Работу проводили в 2017–2019 гг. в Прикубанской зоне центральной подзоны Краснодарского края на базе ФГБНУ СКФНЦСВВ, схема опыта включала следующие варианты: инсектицид «Инсегар, ВДГ» (250 г/кг, феноксикарб); контроль – без обработки, повторность – четырехкратная, расположение рендомизированное, норма расхода – 0,4 кг/га, двукратно – по началу яйцекладки первого (28–30 апреля) и второго (15–17 июня) поколения сливовой плодожорки. Остаточные содержания феноксикарба определяли методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе «Knauer». В годы исследования отмечен более ранний и многочисленный лет первой перезимовавшей генерации вредителя 28.04 (2017 г.), 12.04 (2018 г.) и 8.04 (2019 г.) по сравнению со среднемноголетними данными (30.04–1.05). Установлено, что при повышении средней температуры воздуха в период обработок на 2,0–5,3 °С применение «Инсегара», ВДГ полностью сдержало численность и вредоносность G. funebrana Tr., при 38,4–42,7 % повреждении плодов в падалице и 4,5–6,8 % – в съемном урожае контрольного варианта. Установлено, что обработки «Инсегаром», ВДГ приводят к увеличению длины однолетнего прироста сливы в сравнении с контролем на 8,9–39,2 % и площади листовой пластинки – на 12,9–31,6 %. Выявлено, что по окончанию «срока ожидания» наличия феноксикарба в почве и плодах сливы не обнаружено.*

Ключевые слова: *Grapholitha funebrana Tr., адаптация, «Инсегар», ВДГ, трансформация ксенобиотика, агробиологические и биохимические показатели.*

Введение

Изменения климата, фиксируемые в последние годы, носят глобальный характер, и оказывают воздействие на процессы, происходящие в природе. Отмечено формирование и приспособление доминирующих видов к новым абиотическим условиям [1].

Анализ данных многолетнего мониторинга садовых агроценозов юга России показывает, что на фоне ежегодно меняющихся абиотических факторов происходит появление новых видов фитофагов, расширение и увеличение видового состава вредителей, смена доминирующих и второстепенных видов, смещение сроков их развития, увеличение количества вспышек массового размножения доминирующих видов с различной периодичностью. Такая тенденция ведет к необходимости разработки научно обоснованных принципов технологии защиты сливы от вредителей [2, 3].

Наиболее хозяйственно значимым вредным объектом в многолетних насаждениях сливы является сливовая плодожорка *Grapholita funebrana* Tr., ее гусеницы питаются мякотью плодов, снижая качество товара, перегрызают сосудистую систему, вызывая преждевременное окрашивание и опадение плодов.

Многолетние наблюдения за развитием вредителя на юге России показали, что ранее онтогенез сливовой плодожорки проходил в двух генерациях, однако в течение

последних десяти лет отмечается устойчивое появление третьей генерации, а также другие изменения в фенологии развития данного объекта. Основное влияние на фенологические сдвиги оказывает глобальная трансформация климата. Наибольшее повышение температурного режима в Краснодарском крае отмечают в холодный период года. Средние температуры зимнего сезона выросли на 2,1–2,8 °С, средняя годовая температура воздуха – на 0,8 °С. На равнинной территории бассейна реки Кубань средняя температура в зимний период превысила 0 °С, это привело к исчезновению снежного покрова и преобладанию осадков в виде дождя [2]. Такие перемены условий обитания организма ведут к неизбежной его адаптации для выживания в экосистеме [3].

Насекомые, развитие которых зависит от температуры окружающей среды и которые развиваются в нескольких поколениях за вегетационный сезон, проявляют пластичность в своем развитии и могут увеличивать количество генераций в год в условиях потепления климата [4]. Повышенные температуры зимнего и ранневесеннего периодов провоцируют ежегодный, более ранний вылет первых бабочек сливовой плодожорки перезимовавшего поколения. Установлено, что потепление климата на 1,0–1,5 °С может ускорять появление первых бабочек на 2–10 дней [3, 5–9].

На юге России высокая эффективность для контроля с чешуекрылыми вредителями сливы отмечена у инсектицида «Инсегар», ВДГ, который относится к регуляторам роста и развития насекомых. Феноксикарб – аналог ювенильного гормона (JH), который действует на эндокринную систему насекомых. Имитируя JH, он нарушает трансформацию от яйца к личинке, от личинки к куколке, до взрослой репродуктивной особи. По сравнению с обычными инсектицидами, феноксикарб не приводит к быстрой гибели насекомых, однако длительное воздействие останавливает рост популяции. Применение JH по старшим возрастам личинок приводит к тому, что взрослые насекомые теряют возможность размножаться [10, 11]. «Инсегар, ВДГ» относится к третьему классу опасности, ПДК в почве – 0,03 мг/кг, МДУ для сливы – 0,01 мг/кг, «срок ожидания» – 30 суток [12, 13].

Цель исследований – изучение влияния инсектицида класса ювеноидов «Инсегар», ВДГ (250 г/кг, феноксикарб) на агробиологические, биохимические и токсикологические показатели сливы для совершенствования технологии защиты от *Grapholita funebrana* Tr.

Материалы и методы исследований

Исследования выполняли на базе ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ФГБНУ СКФНЦСВВ), расположенной в Прикубанской зоне центральной подзоны Краснодарского края, путем проведения длительных стационарных опытов в 2017–2019 гг. с использованием общепринятых и оригинальных методик. Биологические особенности сливовой плодожорки *Grapholita funebrana* Tr. определяли с помощью феромонных ловушек и подсчета суммы эффективных температур.

В период проведения исследований зафиксировано превышение средней многолетней температуры воздуха на 1,5–3,0 °С, наибольшее количество осадков отмечено в 2017 г.: в марте – во второй декаде 114 %, в третьей декаде – 181 %; в мае – во второй декаде – 197 %, в третьей декаде – 222 %; в июне – во второй декаде – 109 %, в третьей декаде –159 %; в июле – во второй декаде – 233 %, в третьей декаде –141 % нормы.

Эксперименты выполняли на сорте сливы Кабардинская ранняя 2001 г. посадки, схема посадки – 3 × 2 м. Высота деревьев – 2,5–3,0 м. Схема опыта включала следующие варианты: инсектицид «Инсегар», ВДГ (250 г/кг, феноксикарб); контроль – без обработки. Повторность – четырехкратная, в одной повторности – четыре дерева, расположение рендомизированное. Норма расхода инсектицида – 0,4 кг/га, расход рабочей жидкости – 1000 л/га. Обработки выполняли двукратно – по началу яйцекладки первого (28–30 апреля) и второго (15–17 июня) поколения сливовой плодожорки.

В период уборки урожая определяли биологическую эффективность применения препарата «Инсегар», ВДГ, измеряли площадь листовой пластинки и прирост побегов, а также отбирали образцы плодов для выяснения биохимического состава. Основные аналитические работы по биохимическому анализу плодов сливы выполняли в центре коллективного пользования (ЦКП) СКФНЦСВВ на системе капиллярного электрофореза серии «Капель» по общепринятым методам (титрование, рефрактометрия и другим) [14].

Для установления динамики разложения феноксикарба образцы почвы под насаждениями и плоды сливы отбирали в день обработки (через 5 ч после нее), на 10, 20 и 30-е сутки после последней обработки. Остаточное содержание феноксикарба определяли по МУК 4.1.2272-07 [15]. Для работы использовали жидкостной хроматограф с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны (фирма «Knauer», Германия), с использованием хроматографической стальной колонки длиной 15 см, внутренним диаметром 4 мм, содержащей Диасфер 110-С18 (5 мкм) (фирма «БиоХимМак» Россия), подвижная фаза: ацетонитрил – 0,005 М H_3PO_4 (65:35 по объёму), рабочая длина волны 230 нм, скорость потока элюента: 0,8 $см^3$/мин, время удерживания феноксикарба для сливы и почвы – 4,88 мин. Так как стабильность феноксикарба наблюдается в течение 24 месяцев при температуре −20 °С, плоды сливы хранили в морозильной камере при температуре −20 °С, чтобы избежать какой-либо деградации [16, 17]. Контроль феноксикарба в образцах сливы и почве осуществляли по содержанию вещества после экстракции его метанолом, очистки экстракта перераспределением в системе несмешивающихся растворителей, а также на колонке с силикагелем и концентрирующем патроне Диапак С8 [17]. Количество феноксикарба определяли методом абсолютной калибровки. Хроматографирование проводили в двукратной повторности. Содержание феноксикарба рассчитывали с помощью программы ClarityChrom (рисунок 1).

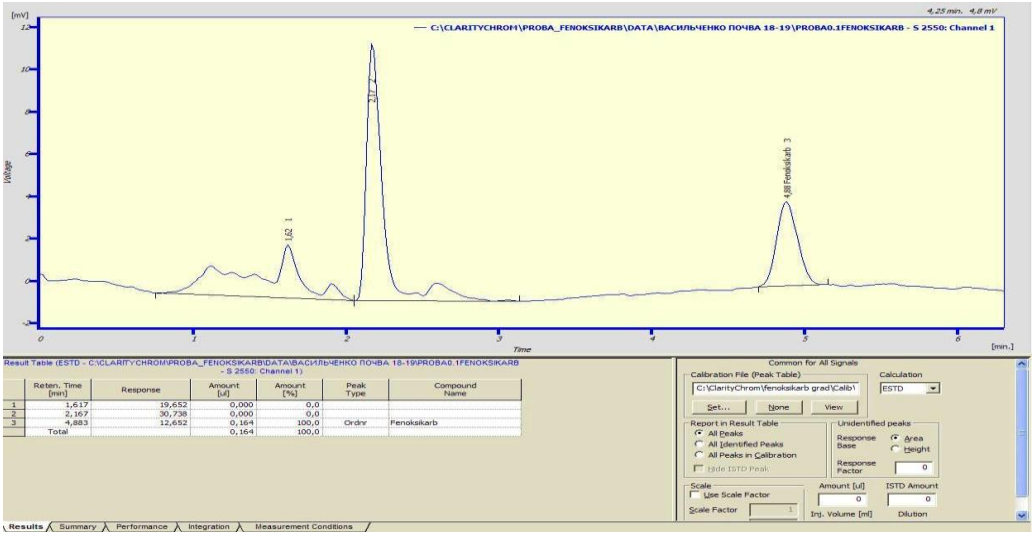

Рисунок 1 – Стандартный раствор феноксикарба в плодах сливы

За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, расхождение между которыми не превышало предела повторяемости r = 7,6 %. Стандартное отклонение не превышало 3,2 % [16].

Результаты и их обсуждение

Отлов бабочек сливовой плодожорки на феромонные ловушки в Центральной зоне края в течение трех лет 2017–2019 гг. показал ежегодный, более ранний вылет первых экземпляров из мест зимовки: 2017 г. – 28 апреля; 2018 г. – 12 апреля; 2019 г. – 8 апреля (рисунок 2).

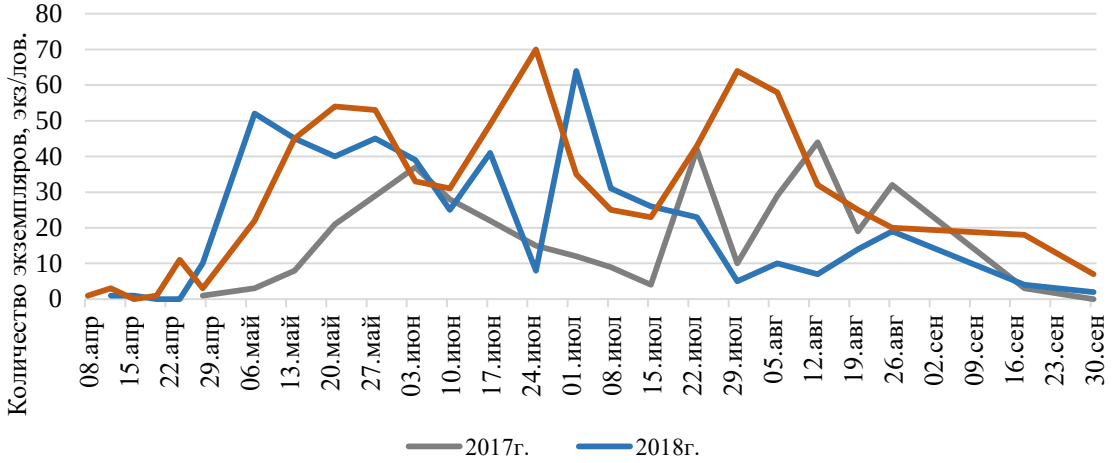

Рисунок 2 – Динамика лета сливовой плодожорки, вегетационный стационар ФГБНУ СКФНЦСВВ, сорт Кабардинская ранняя

По среднемноголетним данным начало лёта перезимовавшего поколения *G. funebrana* в прикубанской зоне садоводства Краснодарского края отмечено 30 апреля – 1 мая. С ранним появлением первых особей происходит смещение сроков массового лета, пика численности и продолжительности лета сливовой плодожорки. Количество бабочек перезимовавшей генерации, отловленных на феромонные ловушки в периоды пика численности, составило за семь суток: в 2017 г. – 30–33 экз./лов., 2018 г. – 45–52 экз./лов., 2019 г. – 53–54 экз./лов.

Максимальные изменения в сдвигах дат фенофаз наблюдали в первой половине вегетации, далее отмечали стремление популяции к сбалансированным среднемноголетним срокам развития [7–9]. Наиболее вредоносна первая летняя генерация сливовой плодожорки, она отличается меньшей продолжительностью лёта (около месяца), более высокой численностью (за 7 суток): 2017 г. – 29–37 экз./лов., 2018 г. – 62–64 экз./лов., 2019 г. – 58–64 экз./лов. Лёт второй летней генерации отмечали в конце июля – начале августа, который отличался длительностью – высокие температуры осеннего периода позволяли фиксировать активность бабочек до середины октября.

Средняя температура воздуха на момент первой обработки на 2,0 °С (2018 г.) – 4,4 °С (2017, 2019 гг.) выше нормы, второй – на 2,8 °С (2017 г.) и 4,4–5,3 °С (2018, 2019 гг.), во все годы исследований в третьей декаде июня отмечали максимум температуры воздуха – 39,3–39,5 °С (опасное явление «сильная жара»).

Мониторинг поврежденности плодов в течение сезонов 2017–2019 гг. показал отсутствие в опытном варианте поврежденных плодов в падалице и убранном урожае. В контроле поврежденность плодов в падалице достигала 38,4–42,7 %, в урожае плодов – 4,5–6,8 % (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицида «Инсегар», ВДГ против сливовой плодожорки

Вариант	Год	Повреждено плодов, %		Снижение поврежденности плодов относительно контроля, %	
		в падалице	в съемном урожае	в падалице	в съемном урожае
«Инсегар», ВДГ	2017	0	0	100	100
	2018	0	0	100	100
	2019	0	0	100	100
Контроль (без обработки)	2017	40,6 ± 0,3	4,9 ± 0,2	-	-
	2018	38,4 ± 0,1	4,5 ± 0,1	-	-
	2019	42,7 ± 0,4	6,8 ± 0,1	-	-

В течение трех лет проводили изучение влияния феноксикарба («Инсегар», ВДГ) на агробиологические показатели (длину однолетнего прироста и площадь листовой поверхности). Установлено, что применение регулятора роста и развития насекомых приводит к увеличению длины однолетнего прироста сливы на 8,9–39,2 % и площади листовой пластинки – на 12,9–31,6 % в сравнении с контролем. Максимальные показатели как в контроле, так и в варианте «Инсегар», ВДГ отмечены в 2017 г., что связано со сложившимися погодными условиями: количество осадков в весенний период составило 114–222 % нормы, в летний – 109–233 %, что привело к интенсивному росту однолетних приростов.

В среднем за три года исследований установлено, что применение регулятора роста и развития насекомых («Инсегар», ВДГ) не приводило к значительным различиям в содержании сухих и минеральных веществ, а также органических кислот в плодах сливы.

Таким образом, исследования в 2017–2019 гг. подтвердили результаты стабильного и высокоэффективного действия в экстремальных погодных условиях инсектицида «Инсегар», ВДГ при контроле сливовой плодожорки.

По данным ряда авторов, а также информации, представленной в паспорте к препарату, известно, что феноксикарб плохо растворяется в воде и аккумулируется в поверхностном слое почвы. Ксенобиотик практически не мигрирует в нижние горизонты почвы, устойчив к фоторазложению в большинстве типов почв, имеет период полураспада 10–20 суток, деградирует до нескольких незначительных компонентов, которые не накапливаются с течением времени [17, 18].

В зарубежной литературе есть данные по наличию остаточных количеств феноксикарба в яблоках, апельсинах, персиках, оливках [19, 20], но нет данных по содержанию феноксикарба в почве под насаждениями и плодах сливы. В 2018–2019 гг. выявлена динамика разложения остаточных количеств феноксикарба в почве и плодах сливы. Установлено, что двукратное применение инсектицида с действующим веществом феноксикарб не приводило к нарушению гигиенических нормативов [12]. По окончанию 30 суток («срока ожидания») наличие феноксикарба в почве и плодах сливы не выявлено (рисунок 3).

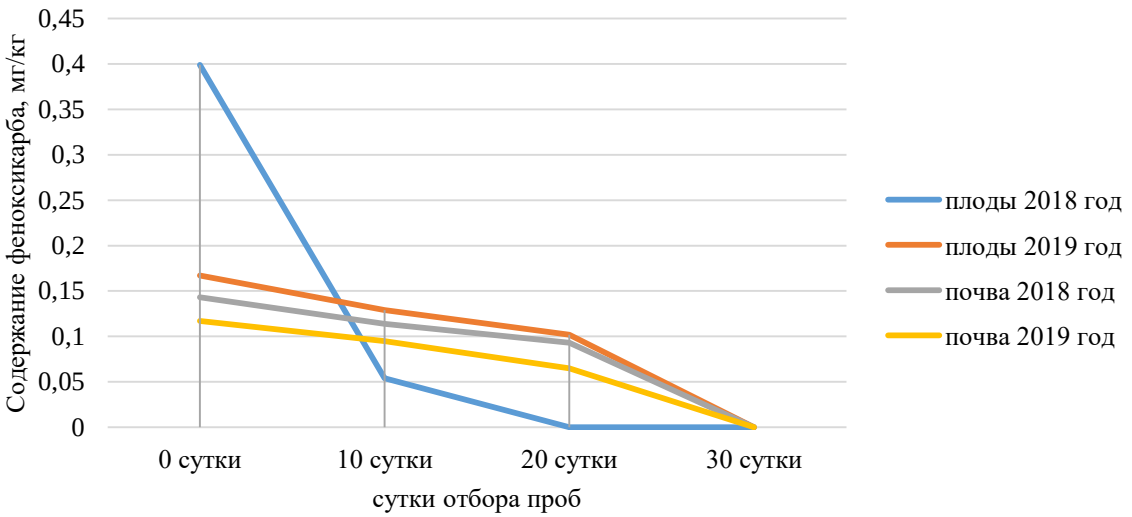

Рисунок 3 – Динамика разложения остаточных количеств феноксикарба в почве и плодах сливы сорта Кабардинская ранняя, мг/кг (в контрольных образцах наличие феноксикарба не обнаружено)

Выводы

В результате исследований выявлено, что как абиотические, так и антропогенные факторы значительно влияют на биоэкологические особенности развития сливовой плодожорки (*Grapholita funebrana* Tr.). В годы исследований отмечен более ранний и многочисленный вылет первых экземпляров из мест зимовки 28 апреля (2017 г.), 12 апреля (2018 г.) и 8 апреля (2019 г.) по сравнению со среднемноголетними данными (30 апреля – 01 мая); максимальное количество бабочек перезимовавшей генерации составило в 2017 г. – 30–33 экз./лов., 2018 г. – 45–52 экз./лов., 2019 г. – 53–54 экз./лов. за семь суток.

При повышении средней температуры воздуха на 2,0–5,3 °С по сравнению с нормой в период обработок, применение регулятора роста и развития насекомых «Инсегар», ВДГ показало высокую эффективность при повреждении 38,4–42,7 % плодов в падалице и 4,5–6,8 % – в съемном урожае.

Установлено, что применение регулятора роста и развития насекомых приводит к увеличению длины однолетнего прироста сливы на 8,9–39,2 % и площади листовой пластинки – на 12,9–31,6 % в сравнении с контролем. Не отмечено существенных различий в содержании сухих и минеральных веществ, а также органических кислот в плодах сливы между опытом и контролем.

Установлено, что двукратное применение инсектицида «Инсегар», ВДГ с нормой расхода 0,4 кг/га в сливовых агроценозах не приводит к нарушению гигиенических нормативов. По окончанию «срока ожидания» наличие феноксикарба в почве и плодах сливы не выявлено.

Литература

1. Васютин А. С., Захарченко В. А. Фитосанитарные риски в агроэкосистемах (оценка и управление). М.: МосНИИСХ, 2014. 128 с.

2. Косинский Р. А. Биосфера как стабилизирующий фактор глобальной трансформации климата // Проблемы современной науки и образования. 2017. № 33 (115). С. 66–68. DOI: 10.20861/2304-2338-2017-115.

3. Прах С. В. Экологизированные элементы защиты косточковых культур от вредных организмов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. № 22 (4). С. 89–96. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.journal.kubansad.ru/pdf/13/04/10.pdf (дата обращения 16.03.2020).

4. Ивашков Г. На Кубани доминируют осадки и исчезает снег // Московский комсомолец. 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kuban.mk.ru/articles/2017/01/25/na-kubani-dominiruyut-osadki-i-ischezaet-sneg.html (дата обращения 18.03.2020).

5. Kerr N. Z., Wepprich T., Grevstad F. S., Dopman E. B., Chew F. S., Crone E. E. Developmental trap or demographic bonanza? Opposing consequences of earlier phenology in a changing climate for a multivoltine butterfly // Global Change Biology. 2020. Vol. 26. No. 4. P. 2014–2027. DOI: 10.1111/gcb.14959.

6. Roy D. B., Sparks T.H. Phenology of British butterflies and climate change // Global Change Biology. 2000. Vol. 6. No. 4. P. 407–416. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2000.00322.x.

7. Stefanescu C., Penuelas J., Filella I. Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin // Global Change Biology. 2003. Vol. 9. No. 10. P. 1494–1506. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2003.00682.x.

8. Pak D., Biddinger D., Bjornstad O. N. Local and regional climate variables driving spring phenology of tortricid pests: a 36 year study // Ecological Entomology. 2018. Vol. 44. No. 3. P. 367–379. DOI: 10.1111/een.12712.

9. Прах С. В., Мищенко И. Г., Подгорная М. Е. Особенности развития возбудителя клястероспориоза и мониторинг сливовой плодожорки в сливовых насаждениях Краснодарского // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015. № 35 (05). С. 26–27. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http:// www.journalkubansad.ru/pdf/15/05/11.pdf (дата обращения 20.03.2020).

10. Sullivan J. J. Chemistry and Environmental Fate of Fenoxycarb // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2010. Vol. 202. P. 155–184. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4419-1157-5_3 (дата обращения 20.03.2020).

11. Грапов А. Ф., Путина М. Я. Регуляторы роста и развития насекомых в качестве инсектицидов // Агрохимия. 1988. № 11. С. 119–136.

12. Гигиенические нормативы ГН 1.2.3539-18. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). [Электронный ресурс]. Режим доступа:

http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=299193&fld=134&dst=100014,0&rnd=0.5185749496464014#02660846368724319 (дата обращения 06.04.2020).

13. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской федерации. М.: изд-во Листерра, 2019. С. 134.

14. Якуба Ю. Ф., Кузнецова А. П., Ложникова М. С. Применения капиллярного электрофореза и экстракции в поле СВЧ для анализа растительного сырья // Материалы III Всероссийского симпозиума «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии». Краснодар-Туапсе, 2011. С. 153.

15. МУК 4.1.2272-07. Определение остаточных количеств феноксикарба в яблоках, сливах и винограде методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 19 с.

16. Sullivan J. Environmental fate of fenoxycarb // Environmental Monitoring & Pest Management Branch, Department of Pesticide Regulation. Sacramento. CA 95814-5624. 2000. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.432.7795&rep=rep1&type=pdf (дата обращения 06.04.2020).

17. Oldal B., Maloschik E., Uzinger N., Anton A., Székács A. Pesticide residues in Hungarian soils // Geoderma. 2006. Vol. 135. P. 163–178. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706105003095?via%3Dihub (дата обращения 06.04.2020).

18. Ticha J., Hajslova J., Jech M., Honzicek J., Lacina O., Kohoutkova J., Kocourek V., Lansky M., Kloutvorova J., Falta V. Changes of pesticide residues in apples during cold storage // Food Control. 2008. Vol. 19. Iss. 3. P. 247–256. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713507000680?via %3Dihub (дата обращения 08.04.2020).

19. EFSA (European Food Safety Authority). Modification of the existing maximum residue levels for fenoxycarb in peaches and olives // EFSA Journal. 2015. Vol. 13. No. 7. Art. No. 4202. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4202.

20. Brancato A., Brocca D., Lentdecker C. D., Erdos Z., Ferreira L., Greco L., Jarrah S., Kardassi D., Leuschner R., Lythgo C., Medina P., Miron I., Molnar T., Nougadere A., Pedersen R., Reich H., Sacchi A., Santos M., Stanek A., Sturma J., Tarazona J., Theobald A., Vagenende B., Verani A., Villamar-Bouza L. Review of the existing maximum residue levels for fenoxycarb according to Article 12 of Regulation (EC) No 396. 2005 // European Food Safety Authority (EFSA). 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2018.5155#efs25155-bib-0001 (дата обращения 08.04.2020).

References

1. Vasyutin A. S., Zakharchenko V. A. Phytosanitary risks in agroecosystems (assessment and management). Moscow: MosNIIISKh, 2014. 128 p.

2. Kosinsky R. A. Biosphere as a stabilizing factor of global climate transformation // Problems of Modern Science and Education. 2017. No 33 (115). P. 66–68. DOI: 10.20861 / 2304-2338-2017-115.

3. Prakh S. V. Ecology elements of protection of stone fruit crops from the harmful organisms // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2013. No. 22 (4). P. 89-96. [Electronic resource]. Access point: http://www.journal.kubansad.ru/pdf/13/04/10.pdf (reference's date 16.03.2020).

4. Ivashkov G. Precipitation dominates in the Kuban and snow disappears // Moskovsky Komsomolets. [Electronic resource]. Access point: https://kuban.mk.ru/articles/2017/01/25/na-kubani-dominiruyut-osadki-i-ischezaet-sneg.html (reference's date 18.03.2020).

5. Kerr N. Z., Wepprich T., Grevstad F. S., Dopman E. B., Chew F. S., Crone E. E. Developmental trap or demographic bonanza? Opposing consequences of earlier phenology in a changing climate for a multivoltine butterfly // Global Change Biology. 2020. Vol. 26. No. 4. P. 2014–2027. DOI: 10.1111/gcb.14959.

6. Roy D. B., Sparks T.H. Phenology of British butterflies and climate change // Global Change Biology. 2000. Vol. 6. No. 4. P. 407–416. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2000.00322.x.

7. Stefanescu C., Penuelas J., Filella I. Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin // Global Change Biology. 2003. Vol. 9. No. 10. P. 1494–1506. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2003.00682.x.

8. Pak D., Biddinger D., Bjornstad O. N. Local and regional climate variables driving spring phenology of tortricid pests: a 36 year study // Ecological Entomology. 2018. Vol. 44. No. 3. P. 367–379. DOI: 10.1111/een.12712.

9. Prakh S. V., Mishchenko I. G., Podgornaya M. E. Features of development of agent of *Carpophilum aderh* and *Grapholitha funebrana Tr*. in the plum orchards of Krasnodar Region // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2015. No. 35 (05). P. 26–27. [Electronic resource]. Access point: http: // www.journalkubansad.ru/pdf/15/05/11.pdf (reference's date 03.20.2020).

10. Sullivan J. J. Chemistry and environmental fate of fenoxycarb // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2010. Vol. 202. P. 155–184. [Electronic resource]. Access point: https://link.springer.com/chapter/10.1007 % 2F978-1-4419-1157-5_3 (reference's date 20.03.2020).

11. Grapov A. F., Putina M. Ya. Regulators of growth and development of insects as insecticides // Agrochemistry. 1988. No. 11. P. 119–136.

12. Hygienic standards GN 1.2.3539-18. Hygienic standards for the content of pesticides in environmental objects (list). [Electronic resource]. Access point: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=299193&fld=134&dst=100014,0&rnd=0.5185749496464014#02660846368724319 (reference's date 06.04.2020).

13. Directory of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. Moscow: Publishing House of Listerra, 2019. P. 134.

14. Yakuba Yu. F., Kuznetsova A. P., Lozhnikova M. S. Application of capillary electrophoresis and extraction in the microwave field for the analysis of plant materials // Materials of the III All-Russian Symposium "Separation and Concentration in Analytical Chemistry and Radiochemistry". Krasnodar-Tuapse, 2011. P. 153.

15. MUK 4.1.2272-07. Determination of fenoxycarb residues in apples, plump and grapes using high performance liquid chromatography. Moscow: Federal Center for hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009. 19 p.

16. Sullivan J. Environmental fate of fenoxycarb // Environmental Monitoring & Pest Management Branch, Department of Pesticide Regulation. Sacramento. CA 95814-5624. 2000. [Electronic resource]. Access point: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.432.7795&rep=rep1&type=pdf (reference's date 18.03. 2020).

17. Oldal B., Maloschik E., Uzinger N., Anton A., Székács A. Pesticide residues in Hungarian soils // Geoderma. 2006. Vol. 135. P. 163–178. [Electronic resource]. Access point: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706105003095?via%3Dihub (reference's date 04.06.2020).

18. Ticha J., Hajslova J., Jech M., Honzicek J., Lacina O., Kohoutkova J., Kocourek V., Lansky M., Kloutvorova J., Falta V. Changes of pesticide residues in apples during cold storage // Food Control. 2008. Vol. 19. Iss. 3. P. 247–256. [Electronic resource]. Access point: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713507000680?via%3Dihub (reference's date 08.04.2020).

19. EFSA (European Food Safety Authority). Modification of the existing maximum residue levels for fenoxycarb in peaches and olives // EFSA Journal. 2015. Vol. 13. No. 7. Art. No. 4202. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4202.

20. Brancato A., Brocca D., Lentdecker C. D., Erdos Z., Ferreira L., Greco L., Jarrah S., Kardassi D., Leuschner R., Lythgo C., Medina P., Miron I., Molnar T., Nougadere A., Pedersen R., Reich H., Sacchi A., Santos M., Stanek A., Sturma J., Tarazona J., Theobald A., Vagenende B., Verani A., Villamar-Bouza L. Review of the existing maximum residue levels for fenoxycarb according to Article 12 of Regulation (EC) No 396. 2005 // European Food Safety Authority (EFSA). 2018. [Electronic resource]. Access point: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2018.5155#efs25155-bib-0001 (reference's date 08.04.2020).

UDC 632.9:634.1/8:551.5

Podgornaya M. E., Vasilchenko A. V., Didenko N. A., Chernov V. V.

INFLUENCE OF INSECTICIDE "INSEGAR", WATER-SOLUBLE GRANULES ON AGROBIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND TOXICOLOGICAL INDICATORS OF PLUM FRUITS

Summary. *In southern Russia, Grapholita funebrana Tr. is the dominant pest of plum agrocenoses. The study of its bioecological characteristics in the context of climate change is relevant concerning the development of regulations for the use of insecticides to control it. The aim of the research was to study the effect of the insecticide from the class of juvenoids "Insegar", water-soluble granules (fenoxycarb, 250 g/kg) on agrobiological, biochemical and toxicological indicators of plum fruits. The work was carried out in 2017–2019 in the Prikuban zone of the central subzone of the Krasnodar Territory in the FSBSI "North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture, Viticulture, Wine-making". The experimental design included the following options: insecticide "Insegar", water-soluble granules (fenoxycarb, 250 g/kg); control – without treatment. The position of the variants is randomized, triple replication. Dosage – 0.4 kg/ha. There were two treatments*

per season: at the beginning of oviposition of the first (April 28-30) and second (June 15–17) generation of the plum moth. Residual amounts of fenoxycarb in plum fruits were determined by HPLC on the Knauer liquid chromatograph. During the years of research, the earlier and more numerous flight of the first overwintered pest generation were noted on April 28 (2017), April 12 (2018) and April 8 (2019) compared to the long-term average data (April 30–May 1). We found that an increase in the average air temperature by 2.0–5.3 °C during "Insegar", water-soluble granules application completely restrained the abundance and harmfulness of G. funebrana Tr.; loose fruit damage in the control variant was 38.4–42.7 %, the same for the fresh fruit picked from the trees was 4.5–6.8 %. Treatment with "Insegar", water-soluble granules lead to an increase in the length of the annual growth of plum compared to control by 8.9–39.2 % and in the area of the leaf blade by 12.9–31.6 %. At the end of the "waiting period", we did not detect fenoxycarb in the soil and plum fruits.

Keywords: *Grapholitha funebrana Tr., adaptation, "Insegar", water-soluble granules, xenobiotic transformation, agrobiological and biochemical parameters.*

Подгорная Марина Ефимовна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; e-mail: podgornayame@mail.ru.

Васильченко Анфиса Витальевна, младший научный сотрудник лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; e-mail: anfisavv@yandex.ru.

Диденко Надежда Александровна, младший научный сотрудник лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; e-mail: didenko-n.a@mail.ru.

Чернов Василий Вячеславович, аспирант лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; 350072, Россия, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; e-mail: alximik_02@mail.ru.

Podgornaya Marina Efimovna, Cand. Sc. (Biol.), head of the Laboratory of protection and toxicological monitoring of perennial agrocenoses of the FSBSI "North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; 39 im. 40-letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350072, Russia; e-mail: podgornayame@mail.ru.

Vasilchenko Anfisa Vitalievna, junior researcher of the Laboratory of protection and toxicological monitoring of perennial agrocenoses of the FSBSI "North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; 39 im. 40-letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350072, Russia; e-mail: anfisavv@yandex.ru.

Didenko Nadezhda Aleksandrovna, junior researcher of the Laboratory of protection and toxicological monitoring of perennial agrocenoses of the FSBSI "North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; 39 im. 40-letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350072, Russia; e-mail: didenko-n.a@mail.ru.

Chernov Vasily Vyacheslavovich, graduate student of the Laboratory of protection and toxicological monitoring of perennial agrocenoses of the FSBSI "North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture, Viticulture, Wine-making"; 39 im. 40-letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350072, Russia; e-mail: alximik_02@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 06.04.2020.
Дата принятия к печати – 30.05.2020.