

УДК 632.93:632.7:634.23

doi: 10.31360/2225-3068-2019-70-189-197

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ МЕТОДОВ В СИСТЕМЕ
ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ВИШНИ ОТ ВИШНЁВОЙ
МУХИ *RHAGOLETIS CERASI* L.**

Зейналов А.С.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства
и питомниководства»,
г. Москва, Россия, e-mail: adzejnalov@yandex.ru*

В Центрально-Нечернозёмной зоне России вишневая муха *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae) появилась на рубеже XX и XXI вв., в настоящее время является экономически наиболее значимым вредителем вишни. В разные годы фитофагом повреждаются от 7 % до 21 % плодов вишни раннего срока созревания, от 38 % до 57 % – среднего срока созревания и от 61 % до 75 % – позднего срока созревания. Мухи вылетают в период роста и созревания плодов, когда из-за опасности отравления урожая токсическими остатками применять химические средства защиты проблематично. Высокую эффективность в борьбе с *R. cerasi* демонстрируют авермектиновые

препараты Фитоверм, КЭ (10 г/л) и Акарин, КЭ (2 г/л) при своевременном применении. Для установления более точного срока обработки необходимо использовать комплексные методы наблюдения – жёлтые клеевые ловушки, визуальное наблюдение (в том числе осмотр плодов и препарирование самок), ориентир на сроки созревания сортов.

Ключевые слова: насекомое, вредитель, *Rhagoletis cerasi* L., вишня, экологически безопасная защита.

Вишневая муха *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae) в Центрально-Нечернозёмной зоне РФ в качестве опасного вредителя отмечена на рубеже XX и XXI вв., что связано с глобальным потеплением и расширением ареалов возделывания вишни и черешни в указанном регионе [2, 4, 8]. Она ежегодно наносит серьёзный ущерб урожайности этих культур в странах Европы и Азии, а в последние годы проникла на территорию Северной Америки [15, 18, 28, 29].

Борьба с *R. cerasi* представляет определенные сложности – вредитель до 10–11 месяцев в году находится в почве (не считая диапаузу более одного года), мухи вылетают в период образования – начала созревания плодов, лёт продолжается в период уборки урожая. Самки откладывают яйца под кожуцу плода. Личинки (вредящая фаза) скрытноживущие, сразу после отрождения продвигаются в центр к косточке, где, питаясь мякотью, завершают развитие. Закончившие питание личинки, покидая плод, падают на землю (или падают на землю вместе с плодом) и сразу же проникают в почву [5, 6, 9, 22, 25].

Появление вредителя в период роста и созревания плодов создаёт проблему при использовании химических средств, из-за опасности отравления урожая токсическими остатками. Кроме того, ассортимент инсектицидов, разрешённых для применения на вишне и черешне, крайне скуден. Ранее успешно применяемые во многих странах диметоаты ныне запрещены на плодоносящих насаждениях, что в отдельные годы приводит к значительной потере урожая, так как в европейских странах неприемлемым считается повреждение более 2 % плодов [15].

Продолжается поиск эффективных экологически безопасных методов борьбы с вишневой мухой. Были изучены возможности как природных врагов, так и искусственно колонизируемых хищников и паразитов [12, 16, 17, 19, 21, 24], также возможности биологических препаратов бактериального и грибного происхождения [14, 20, 23]. Предлагаемый способ использования феромона, маркирующего хозяина, оказался дорогостоящим, эффективность снижалась в условиях высокой влажности (дождливый период) и высокой плотности мух в насаждениях [13].

Не оправдал себя также метод стерильных насекомых из-за трудности и дороговизны [27]. Требуется высоких затрат и отличается дороговизной метод применения жёлтых клеевых ловушек с приманками для борьбы с мухами (несколько ловушек на 1 дерево), а применение *Beauveria bassiana* требует частых обработок, особенно в условиях высокой влажности [15]. Целью наших исследований была разработка экологически безопасного метода борьбы с вишнёвой мухой, доступного для широкого применения и сочетающегося с методами защиты вишни и черешни от других вредных организмов.

Методы исследований. Исследования проводили в насаждениях вишни ФГБНУ ВСТИСП в 2016–2018 гг. Динамику лета *R. cerasi* отслеживали с помощью жёлтых двусторонних клейких ловушек размером 10 × 20 см. Ловушки развешивали на высоте 1,7 м, на внешней проекции кроны куста, с южной и юго-восточной сторон дерева. Через 5 дней после обнаружения мух на ловушках, ежедневно отбирали по 300 плодов (по 30 шт. с 10 учётных площадок) и осматривали под бинокулярным микроскопом МБС-10, для установления начала откладки яиц. Также ежедневно препарировали 10 самок для установления наличия готовых к откладке яиц.

Для определения процента повреждённости плодов вишни разных сортов *R. cerasi* использовали солевой раствор [15]. Длительность диапаузы вишнёвой мухи изучали в специальных садках, закопанных с южной стороны деревьев, накрытых крышкой из мелкоячеистой сетки по периметру и сверху, где в период лета через плёночную дверь устанавливали клейкие ловушки для фиксации вылетающих мух.

Биологическую эффективность применяемых препаратов определяли по формуле Гендерсона-Тилтона [26]. Статистическую обработку цифровых данных проводили методом дисперсионного анализа [1], с использованием многогрангового *t*-критерия Дункана.

Результаты и обсуждение. По результатам исследований, проведённых нами ранее, было установлено, что в биоэкологии южных и северных популяций вишнёвой мухи имеются заметные отличия [5, 7, 9, 10]. Адаптировавшись к условиям внешней среды и технологиям выращивания вишни и черешни в Центрально-Нечернозёмной зоне, вредитель ежегодно наносит существенный ущерб урожайности растений. Не только экологическая пластичность, но и способность диапаузировать более одного года, позволяет *R. cerasi* противостоять неблагоприятным условиям и сохранить запас для дальнейшего развития. Однако в зависимости от условий среды в разных зонах соотношения диапаузирующих куколок в течение одного или более одного года

могут значительно отличаться. По нашим данным (табл. 1), после первой зимовки только 42 % куколок превратились в имаго. После второй зимовки процент вылетевших мух составил 4,8 % от общей численности уходящих на зимовку куколок, а после третьей зимовки мух не обнаружили, т. е. 53,2 % куколок погибли по разным причинам.

Таблица 1

Продолжительность диапаузы *Rhagoletis cerasi* L. в условиях Центрально-Нечерноземной зоны

Номера садков (повторности)	Количество пупарий, уходящих на зимовку, конец сезона 2015 г.	Количество вылетевших мух, по годам			Всего вылетевших мух	
		после I сезона диапаузы, 2016 г.	после II сезона диапаузы, 2017 г.	после III сезона диапаузы, 2018 г.	количество, шт.	%
Всего в опыте	500	210	24	0	234	46,8
1	50	15	4	0	19	38,0
2	50	22	1	0	23	46,0
3	50	25	2	0	27	54,0
4	50	21	7	0	28	56,0
5	50	19	0	0	19	38,0
6	50	24	1	0	25	50,0
7	50	16	1	0	17	34,0
8	50	23	2	0	25	50,0
9	50	18	5	0	23	46,0
10	50	27	1	0	28	56,0
Среднее		21,0 а*	2,4 в	0 с		

Примечание: * – разные литеры при цифровых показателях указывают на наличие существенных различий между ними при $P = 0,05$

Серьёзной проблемой в борьбе с вишнёвой мухой в Центрально-Нечерноземной зоне является также возможность вредителя ежегодно повреждать вишню разных сроков созревания (как правило, в южной зоне ранние сорта уходят от повреждения), что способствует накоплению запаса вредителя в годы с разными условиями погоды (табл. 2). Как показали наши исследования, повреждённость плодов вишни раннего срока созревания в течение трёх лет исследований колебалась в пределах от 7 до 21 %. Плоды вишни среднего срока созревания повреждались от 38 до 57 %, а позднего срока созревания – в пределах от 61 до 75 %. Хотя с урожаем выносятся из сада значительная часть личинок, не закон-

чивших питание к моменту сбора (на сортах всех сроков созревания), однако оставленные на деревьях плоды (при не тщательном сборе) позволяют личинкам закончить питание, уйти в почву на окукливание, тем самым увеличивая диапаузирующий запас вредителя.

Таблица 2

**Повреждённость плодов
вишни разного срока созревания вишнёвой мухой *R. cerasi***

Сроки созревания	Сорта	Повреждённость плодов по годам, %			В среднем по сортам, %	В среднем по срокам созревания, %
		2016	2017	2018		
ранний	‘Сания Багряная’	17 a	8 a	15 a	13,3	13,3
		21 b	7 a	12 a	13,3	
средний	‘Молодежная’ ‘Волочаевка’	57 c	38 b	49 c	48,0	46,85
		53 c	41 b	43 b	45,7	
поздний	‘Малиновка’ ‘Апухтинская’	61 d	75 c	63 d	66,3	67,3
		64 d	73 c	68 f	68,3	

Примечание: * – разные литеры при цифровых показателях указывают на наличие существенных различий между ними при $P = 0,05$ (отдельно по годам)

Фитосанитарная обстановка сильно осложняется в насаждениях, заложенных сортами разного срока созревания, что практически исключает применение химических средств защиты, которые имеют более продолжительный срок действия, из-за опасности отравления урожая токсическими остатками. В такой ситуации можно использовать только биологические или экологически безопасные препараты.

Как подчеркивалось выше, предлагаемые и применяемые в разных странах биологические методы борьбы с вишнёвой мухой обладают недостаточно высокой эффективностью, дорогостоящи или требуют многократного применения, особенно в сложных погодных условиях. Для сохранения урожая, обеспечения его высокого качества и рентабельности возделывания вишни требуются экономически более приемлемые, при этом экологически безопасные методы. Анализ проведённых исследований показал, что такими качествами обладают авермектиновые препараты. В частности, применение Акарина и Фитоверма в чередовании или двукратного применения Фитоверма – в начале массовой яйцекладки и через неделю после первой обработки, обеспечивали от 84,5 до 92,1 % биологической эффективности подавления вишнёвой мухи (табл. 3).

Указанные препараты обладают высокой токсичностью против *R. cerasi*, но значительно менее опасны для теплокровных и окружающей среды,

имеют непродолжительный срок ожидания до сбора урожая – 3 дня. При необходимости, ими можно проводить несколько обработок, в том числе и незадолго до сбора урожая. Более точный срок обработки можно установить, применяя комплексные методы наблюдения – жёлтые клеевые ловушки, визуальное наблюдение (в том числе осмотр плодов и препарирование самок), ориентир на сроки созревания сортов и культур (на черешне лёт начинается примерно на неделю раньше). Наши исследования предыдущих лет [3, 4, 9–11] показали, что сумма эффективных температур (СЭТ) является хорошим ориентиром для отслеживания отдельных фаз развития фитофага, однако значительно колеблется по годам и имеет отличающиеся параметры для разных регионов. Как выше было сказано, при этом необходимо учитывать особенности культуры и сортов разного срока созревания.

Таблица 3

**Биологическая эффективность
(БЭ) биопестицидов в борьбе с вишнёвой мухой на вишне,
ФГБНУ ВСТИСП, 2017–2018 гг.**

Варианты опыта	Норма расхода, (л/га, кг/га)	Кратность обработок	БЭ, %
Акарин, КЭ (2 г/л) и Фитоверм, КЭ (10 г/л)	2 и 3	2	84,5 с
Фитоверм, КЭ (10 г/л)	3	2	92,1 d
Лепидоцид, СК-М (БА-2000 ЕА/мг, титр не менее 10 млрд спор/г)	3	2	57,2 a
Битоксибациллин, П (БА-1500 ЕА/ мг, титр не менее 20 млрд спор/мг)	5	2	65,9 b
Контроль	без обработки	-	-

Примечание: * – разные литеры при цифровых показателях указывают на наличие существенных различий между ними при $P = 0,05$

Недостаточно эффективными в борьбе с вишнёвой мухой оказались бактериальные препараты – Лепидоцид и Битоксибациллин (соответственно 57,2 % и 65,9 %), существенно уступающие по этим показателям авермектиновым препаратам при сроке ожидания до сбора урожая 5 дней.

Закключение. Применение биопестицидов Фитоверм, КЭ (10 г/л) и Акарин, КЭ (2 г/л) обеспечивает надёжную защиту урожая вишни от вишнёвой мухи *Rhagoletis cerasi* L. Оптимальным периодом проведения обработок является начало массовой яйцекладки и через неделю, в период массового лета фитофага. При необходимости можно повторить обработки с учётом срока ожидания препаратов (3 дня). Более точные сроки обработки можно

установить, применяя комплексные методы наблюдения. Для максимального снижения процента повреждённости плодов защитные мероприятия следует проводить отдельно на сортах разного срока созревания. Следует тщательно проводить сбор и не оставлять плодов на деревьях, что способствует благополучному завершению питания личинками и увеличивает диапаузирующий запас вредителя.

Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Зейналов А.С. Вишнёвая муха становится опасным вредителем в Подмоскowie // Защита и карантин растений. – 2013. – № 8. – С. 39-40. - ISSN 1026-8634.
3. Зейналов А.С., Упадышева Г.Ю. Элементы интегрированной системы защиты в борьбе с вишнёвой мухой *Rhagoletis cerasi* L. // Селекция и сорторазведение садовых культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 170-летию ВНИИСПК. – Орел: ВНИИСПК, 2015. – Т. 2. – С. 84-86. – ISBN 978-5-900705-66-8.
4. Зейналов А.С. Особенности экологии и мониторинг вишнёвой мухи в Подмоскowie // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: материалы Всероссийской конференции с международным участием. Москва, 18-22 апреля 2016 г. – Красноярск: Институт леса им. Сукачёва В.Н. СО РАН – 2016. - С. 87-88. – ISBN 978-5-904314-90-3.
5. Зейналов А.С. Биоэкологические особенности развития и вредоносность вишнёвой мухи в Нечернозёмной зоне // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. XXXXVI. – С. 105-108. – ISSN 2073-4948.
6. Зейналов А.С. Экологизация систем защиты вишни и черешни от вишнёвой мухи // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIII международной научной конференции в рамках фестиваля науки Брянской области 21-25 марта 2016 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2016. – Ч. 1. – С. 201-205.
7. Зейналов А.С. Факторы дестабилизации фитосанитарной обстановки, адаптивного и продуктивного потенциала растений вишни и черешни и пути их регулирования // Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС: материалы Международной научно-практической конференции, г. Большие Вяземы. 9-12 августа 2016 г. – М.: Печатный город, 2016. – Т. 1. – С. 490-498. – ISBN 978-5-98467-015-9.
8. Зейналов А.С. Экологические и фитосанитарные последствия изменения климата в насаждениях плодовых культур // Успехи современной науки. – 2017. – № 9. – Т. 2. – С. 94-100. – ISSN 2412-6608.
9. Зейналов А.С. Основные вредители и болезни плодовых культур и системы мероприятий по ограничению их вредоносности. – М.: ООО «Агролига», 2018. – 200 с. – ISBN 978-5-6040218-1-1.
10. Зейналов А.С. Мухи Tephritidae на садовых культурах и особенности экологически безопасной борьбы с ними // Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства. ФГБНУ ЮУНИИСК: материалы Международной дистанционной научно-практической конференции, Челябинск, 15 марта-05 апреля 2018 г. – Челябинск: Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства, 2018. – С. 96-103.
11. Зейналов А.С. Наиболее опасные вредные организмы садовых культур и основные направления концепции современных методов их контроля // Плодоводство и ягодоводство России. – 2019. – Т. 56. – С. 124-132. – doi: 10.31676/2073-4948-2019-56-124-132.
12. Boller E. Der Einfluss natürlicher Reduktionsverfahren auf die Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L. in der Nordwestschweiz, unter besonderer Berücksichtigung des Puppenstadiums. Schweiz. Landw. Forsch. – 1966. – Vol. 5. – P. 154-210.

13. Boller E., Haisch A., Russ K., Vallo V. Economic importance of *Rhagoletis cerasi* L., the feasibility of genetic control and resulting research problems // Entomophaga. – 1970. – Vol.15. – P. 305-313. – ISSN 0013-8959.
14. Cossentine J., Thistlewood H., Goettel M., Jaronski S.T. Susceptibility of preimaginal western cherry fruit fly, *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) to *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Clavicipitaceae (Hypocreales) // J. Invertebr. Pathol. – 2010. – Vol. 104. – P. 105-109. – ISSN: 1681-5556.
15. Daniel C., Grunder J. Integrated Management of European Cherry Fruit Fly, *Rhagoletis cerasi* (L.): Situation in Switzerland and Europe // Insects. – 2012. – Vol. 3(4). – P. 956-988. – doi.org/10.3390/insects3040956.
16. Engel H. Untersuchungen über die Besatzdichte der Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi* L.) // Z. Pflanzenk Pflanz. – 1976. – Vol. 83. – P. 53-58.
17. Hoffmeister T. The Parasitoid Complexes of Frugivorous Fruit Flies of Central Europe. In Fruit Flies: Biology and Management; Aluja, M., Liedo, P., Eds.; Springer Verlag: New York, NY, USA. – 1993. – P. 125-127.
18. Kovanci O.B., Kovanci B. Reduced-risk management of *Rhagoletis cerasi* files (host race *Prunus*) in combination with a preliminary phenological model // Journal of Insect Science, 2006. – Vol. 6(34). – ISSN 1536-2442. – doi.org/ 10.1673/ 031.006.3401.
19. Köppler K., Peters A., Vogt H. Initial results in the application of entomopathogenic nematodes against the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae) // IOBC/WPRS Bull. – 2005. – Vol. 28. – P. 13-18. – ISSN 1027-3115.
20. Mochi D.A., Monteiro A.C., de Bortoli S.A., Doria H.O.S., Barbosa J.C. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for *Ceratitidis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in soil with different pesticides // Neotrop. Entomol. – 2006. – Vol. 35. – P. 382-389. – ISSN 2500-0462.
21. Monaco R. *L'Opius magnus* Fischer (Braconidae), parassita di *Rhagoletis cerasi* L. su *Prunus mahaleb* // Entomologica. – 1984. – Vol. 19. – P. 75-80. – ISSN 0085-5626.
22. Moraiti C.A., Nacas C.T., Papadopoulos N.T. Diapause termination of *Rhagoletis cerasi* pupae is regulated by local adaptation and phenotypic plasticity: escape in time through bet-hedging strategies // Journal of Evolutionary Biology. – 2014. – Vol. 27. – P. 43-54. – ISSN 1010-061X.
23. Navrozidis E.I., Vasara E., Karamanlidou G., Salpiggidis G.K., Koliais S.I. Biological control of *Bactocera oleae* (Diptera: Tephritidae) using a Greek *Bacillus thuringiensis* isolate // J. Econ. Entomol. – 2000. – Vol. 93. – P. 1657-1661. – ISSN 0022-0493.
24. Ovruski S.M., Aluja M., Sivinski J., Wharton R.A. Hymenopteran parasitoids on fruit infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in biological control. // Integr. Pest Manag. Rev. – 2000. – Vol. 5. – P. 81-107. – ISSN 2155-7470.
25. Papanastasiou S.A., Nestel D., Diamantidis A.D., Nakas C.T., Papadopoulos N.T. Physiological and biological patterns of a highland and a coastal population of the European cherry fruit fly during diapause // Journal of Insect Physiology, 2011. – Vol. 57(1). – P. 83-93. – doi:10.1016/j.jinsphys. 2010.09.008.
26. Püntener W. Manual for field trials in plant protection // Documenta Ciba-Geigy. Basile. 2-nd. ed. – 1981. – 205 p.
27. Ranner H. Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Kirschfruchtfliege, *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Trypetidae) – V. Versuche zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege mit Hilfe der Incompatible Insect Technique (IIT). Pflanzenschutzberichte. – 1990. – Vol. 51. – P. 1-16.
28. Smith T.J. Western cherry fruit fly (*Rhagoletis indifferens* Curran) and its management in the Pacific Northwest United States of America [Электронный ресурс]. 2017. Режим доступа: <http://extension.wsu.edu/chelandouglas/agriculture/treefruit/pestmanagement/cherry-fruitfly>. Дата обновления: 10.01.2019.
29. Yee W.L. Efficacies of *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae) Traps end Ammoni-

um Lures for Western Cherry Fruit Fly [Электронный ресурс]. – 2018. Режим доступа: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey054>. Дата обновления: 16.01.2019.

**PROSPECTS OF USING ENVIRONMENTALLY
FRIENDLY METHODS IN THE SYSTEM OF INTEGRATED CHERRY
PROTECTION FROM THE EUROPEAN CHERRY FRUIT FLY
RHAGOLETIS CERASI L.**

Zeynalov A. S.

Federal State Budgetary Scientific Institution

*“Russian Breeding and Technological Institute of Horticulture and Nursery Breeding”,
c. Moscow, Russia, e-mail: adzejnalov@yandex.ru*

In the Central-Nonchernozem Zone of Russia, the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae) appeared at the turn of the 20th and 21st centuries, and is currently the most significant cherry pest. In different years, this phytophage damages from 7 to 21 % of early ripening cherry fruits, from 38 to 57 % of medium ripening cherry fruits and from 61 to 75 % of late ripening cherry fruits. The flies fly out in the period of growth and ripening of fruits, when it is problematic to use chemical remedies, because of the danger of poisoning the crop with toxic residues. High effectiveness in the fight against *R. cerasi* is demonstrated by avermectin preparations called Phitoverm, CE (10 g/l) and Akarin, CE (2 g/l) with timely use. In order to establish a more accurate processing time it is necessary to use complex methods of observation – yellow glue traps, visual observation (including examination of fruits and preparation of females), and a reference point for the maturity terms among cultivars.

Key words: insect, pest, *Rhagoletis cerasi* L., cherry, ecologically safe protection.