

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ СЛИВОВОЙ ПЛОДОЖОРКИ
GRAPHOLITA FUNEBRANA TR. (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)
В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.В. ВАСИЛЬЧЕНКО, С.В. ПРАХ, М.Е. ПОДГОРНАЯ

(Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия)

Эффективное управление численностью фитофагов и совершенствование мероприятий по защите насаждений от вредных объектов возможны на основании изучения жизненного цикла в конкретных условиях. В связи с этим ряд вопросов, касающихся биологических особенностей развития сливовой плодожорки в современных условиях, требует уточнения и дополнительного изучения. Жизненный цикл фитофагов определяется двумя основными параметрами: обеспеченностью теплом (суммой эффективной температуры) и продолжительностью светового дня. Количество тепла, необходимое для прохождения отдельных стадий отогенеза, характеризуется величинами суммы среднесуточных температур. В статье приведены результаты наблюдений за развитием *Grapholita funebrana* (Treitschke, 1835) (Lepidoptera: Tortricidae) в 2017–2020 гг. в Прикубанской зоне, центральной подзоне садоводства Краснодарского края. В задачи исследований входило получение новых знаний об адаптивных реакциях, динамических процессах, протекающих в популяции *G. funebrana* в условиях усиления абиотических воздействий в условиях юга России. В ходе исследований установлено, что изменяющиеся климатические условия, которые наблюдаются в последние годы, оказывают влияние на вылет первых бабочек перезимовавшего поколения и набор суммы эффективных температур (СЭТ), необходимых для начала и массового лета фитофага. Показано уточненное количество календарных дней и суммы эффективных температур, требующееся для развития перезимовавшего, первого и второго летнего поколений, в сравнении со среднепогодными показателями. В период массового лета фитофага отмечено несколько пиков, которые происходят ввиду прерывания лета в весенний период при ветре, осадках, при понижении температуры, и летом при высоких температурах в сочетании с атмосферной засухой.

Ключевые слова: сливовые агроценозы, *Grapholita funebrana* Tr., феромонный мониторинг, суммы эффективных температур, фенология, условия среды, адаптация

Введение

В Оценочном докладе Росгидромета (2022 г.) говорится о том, что «...масштабы недавних изменений в климатической системе в целом и нынешнее ее состояние во многих аспектах беспрецедентны на протяжении периодов от многих столетий до многих тысячелетий» [1]. На территории России рост среднегодовой температуры в три раза превышает общемировой показатель. На юге России изменения климата проявляются не только в росте среднемесячной приземной температуры воздуха (основной прирост температур происходит в зимние месяцы), но и в других

климатических характеристиках: показатели экстремальности температурного режима; увеличение жаркого периода с температурами выше +35°C; увеличение количества осадков в весенний сезон; рост суточных максимумов осадков и опасных гидрометеорологических явлений; увеличение длительности периодов с малыми суточными суммами осадков в теплое время [2].

Исследования о влиянии изменения климата на возрастающие фитосанитарные риски, вредные организмы направлены на определение тактики и стратегии защитных мероприятий и сохранение будущего урожая [3].

Яблонная плодовая жорка *Grapholita funebrana* Tr. – основной вредитель в агроценозе сливы. Ее вредоносность проявляется снижением урожайности и качества плодов, потери от фитофага могут превышать 50%. На территории вид распространен от Крыма и Кавказа до Дальнего Востока. В Центральной и Восточной Европе он развивается в одном или двух, в Италии – в трех [4–6]; в России – в двух [7], на юге страны – в трех поколениях [8].

В процессе эволюции у организмов выработались внутривидовые нормы реакции, соответствующие их жизненному циклу в определенном климате. В меняющихся условиях существования насекомые для выживания проявляют адаптивную пластичность, обеспечивая более высокую приспособленность к измененной среде. На резкое стрессовое воздействие различных факторов среды организмы стремительно отзываются всплеском численности, интенсивными темпами метаболических процессов и быстрой сменой поколений. Выделяют ряд пластичных ответов организмов на перемену климата: изменение ареала, численности, фенологии, вольгинизма, морфологии и физиологии, поведения, взаимоотношения с другими видами в структуре сообщества [9].

Понимание адаптивных реакций вредных организмов необходимо при построении системы защиты в агроценозе насаждений сливы с целью снижения потерь и повышения качества урожая. Трансформация ниши обитания – адаптационная реакция вида на меняющиеся условия, глобальное повышение средних температур – расширяет границы заселения чешуекрылых вредителей, что наблюдается в Центрально-Нечерноземной зоне севернее 52° с.ш. [10–12].

Исследование фенологических особенностей является важным для понимания процесса адаптации организмов к измененной среде обитания [13]. В биологии чешуекрылых отзвы организмов на потепление не всегда понятны: вредоносность и численность фитофагов могут как увеличиваться, так и уменьшаться [14, 15]. Адаптационные модификации наиболее часто проявляются изменениями в фенологии. Так, повышение средних температур весеннего периода на 1–1,5°C провоцирует начало лета бабочек на 2–10 дней раньше среднесезонных сроков [16–18].

Воздействие повсеместного потепления на экосистемы, реакции организмов на изменение температурного норм развития – это актуальные темы исследований во всем мире [19–21]. Формирование жизненных форм, приспособленных к новым термическим условиям, влечет за собой серьезные последствия в сфере защиты сельскохозяйственных культур и в целом для продовольственной безопасности [22]. Возникает необходимость изучения адаптационной пластичности фитофагов, откликов на абиотические воздействия, механизмов регуляции и саморегуляции агроценозов [23].

Одна из поставленных задач исследований – получить новые знания по экологии биосистем многолетних агробиоценозов (о типах отклика на абиотические и антропогенные воздействия, механизмах регуляции, саморегуляции и т.д.).

Цель исследований: изучение фенологических особенностей *G. funebrana* в изменяющихся погодных-климатических условиях юга России.

Материал и методы исследований

Исследования проходили во II климатической зоне черноземов лесостепной и степной областей, в Прикубанской зоне, центральной подзоне садоводства Краснодарского края, – на вегетационной площадке ФГБНУ СКФНЦСВВ, г. Краснодар и ЗАО ОПХ «Центральное», г. Краснодар, в 2017–2020 гг. на сливе сорта Кабардинская ранняя.

При проведении опытов использованы общепринятые методики [24, 25].

Динамика лета *G. funebrana* отслеживалась с помощью феромонных ловушек фирмы ООО «Феромон»: для привлечения самцов использовались диспенсеры, пропитанные феромонным препаратом денацил-П, ловушки формы «Дельта» из ламинированного картона. Осмотр проводился ежедневно до начала лета бабочек перезимовавшего поколения, затем каждые 5 дней. Бабочек подсчитывали и удаляли с ловушек либо заменяли поддон с клеем.

Сумма эффективных температур (СЭТ) учитывалась с января, при переходе среднесуточных температур воздуха через +10°C [26] на основании данных Краснодарского краевого центра по гидрологии и мониторингу окружающей среды, станция М-2, г. Краснодар.

Анализ данных проводился в программе Excel.

Результаты и их обсуждение

Исследования, проведенные в 2017–2020 гг. проходили в годы с повышенным температурным режимом: среднегодовая температура воздуха – 13,2–13,4°C, при среднемноголетних – 12,1°C, с недобором осадков – 547–665 мм (среднемноголетняя – 735мм) [27] (рис. 1).

Год	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Декаб.	За год
2005	4.5	1.4	2.8	12.9	19.4	20.9	24.7	25.7	20.5	12.4	6.3	5.0	13.0
2006	-5.9	-1.4	7.8	12.7	17.0	23.1	22.8	27.7	19.7	14.1	7.0	2.2	12.2
2007	6.2	1.1	6.4	10.7	20.5	23.4	26.6	27.3	21.4	15.2	5.4	1.9	13.8
2008	-3.7	1.4	10.0	14.5	16.3	21.5	24.5	26.5	18.8	13.6	8.0	1.2	12.7
2009	-0.6	5.4	6.9	10.7	16.1	23.9	25.6	22.2	18.8	15.9	8.4	4.5	13.2
2010	0.1	3.4	5.8	12.2	19.2	24.6	26.8	27.7	21.7	11.5	12.0	7.2	14.4
2011	-0.1	-1.3	4.6	10.0	17.1	22.6	27.1	23.7	19.4	11.7	1.4	5.7	11.8
2012	-0.2	-5.1	3.1	16.5	21.4	24.7	25.8	25.2	21.3	16.8	8.3	2.3	13.3
2013	4.5	5.7	7.6	14.0	21.7	23.5	24.9	25.3	16.9	11.3	9.0	0.8	13.8
2014	0.9	2.6	8.5	13.1	20.1	22.0	25.4	27.1	19.8	10.9	4.8	4.5	13.3
2015	2.1	3.5	7.5	11.1	18.5	23.0	25.2	26.3	23.2	11.1	9.8	4.4	13.8
2016	0.2	7.1	8.5	14.7	17.7	23.4	25.8	27.2	18.8	10.9	7.0	-1.2	13.3
2017	0.6	1.4	9.0	12.1	17.5	22.0	25.5	27.0	22.0	12.3	6.4	5.2	13.4
2018	1.4	3.0	6.3	13.8	19.4	23.8	26.2	25.8	19.9	14.4	4.1	2.6	13.4
2019	2.9	3.1	6.4	11.9	19.1	25.3	23.0	23.7	18.6	13.5	6.5	4.0	13.2
2020	2.3	3.8	9.3	10.4	16.5	22.9	25.4	23.8	21.3	16.2	5.7	1.8	13.3

Рис. 1. Средние месячные и годовые температуры воздуха в г. Краснодаре

По среднегодовым данным начало лета сливовой плодовой гусеницы в прикубанской зоне Краснодарского края отмечалось в конце третьей декады апреля – начале первой декады мая [28]. В ходе феромонного мониторинга были установлены изменения фенологии *G. funebrana*. Наблюдения в исследуемый период показали ежегодный более ранний вылет бабочек перезимовавшего поколения (рис. 2).

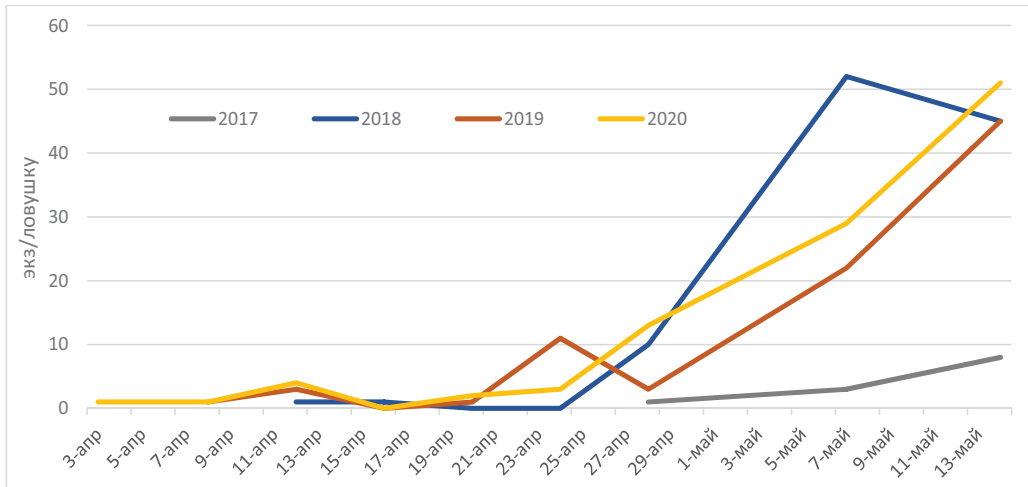


Рис. 2. Динамика начала лета бабочек *G. funebrana* перезимовавшего поколения, вегетационный стационар ФГБНУ СКФНЦСВВ, г. Краснодар, 2017–2020 гг.

Температурный режим зимнего периода 2017 г. был близким к среднегодовым параметрам. В марте температура воздуха поднималась до аномальных отметок (20,8°C), что на 7,6°C выше нормы. В апреле температура опускалась ниже нормы, минимально до –2,5°C. В сложившихся условиях первые бабочки фитофага на ловушках были отмечены 28 апреля, массовый лет наблюдался со второй декады мая, что соответствовало среднегодовым данным.

Погодные условия зимы в 2018 и 2019 гг. характеризовались теплой погодой с превышением температурных норм на 1,5–6,5°C, в весенний период среднегодовым температурные показатели также превышали на 1,4–3,3°C. Такие условия способствовали более раннему вылету первых экземпляров *G. Funebrana*. Появление бабочек на ловушках было отмечено в 2018 г. 12 апреля, что на 16 дней позже, чем в 2017 г., в 2019–8 апреля, что на 18 дней позже, чем в 2017 г. Основной лет перезимовавшей генерации наблюдался в третьей декаде апреля.

Осенне-зимний период 2019 и 2020 гг. был аномально теплым с превышением температурных норм в октябре на 1,5–5, в ноябре – на 2,5–4, в декабре – на 3–5, в январе и феврале – на 1–4°C. Такая же аномально теплая погода установилась в марте, когда температура воздуха поднималась до 23–29°C, что на 2–9,5°C выше нормы. В апреле похолодало, температура опустилась ниже среднегодовым показателей (0,5–4°C), отмечались заморозки (–2,5...–12°C), однако несмотря на пониженный температурный режим, первые экземпляры перезимовавшего поколения отмечены в ловушках 3 апреля, вылет бабочек прошел на 25 дней раньше по сравнению с 2017 г.

Смещение сроков вылета *G. funebrana* отмечается с 2000 гг. [8. При этом наблюдаются более низкие значения суммы эффективных температур [28]. В 2017 г. СЭТ, необходимая для окукливания и вылета первых бабочек, составила 74,9°C, с 2018 по 2020 гг. снизилась с 51,5 до 46,2°C. В результате подсчета суммы эффективных температур, необходимой для основного лета, были установлены подобные изменения СЭТ (рис. 3).

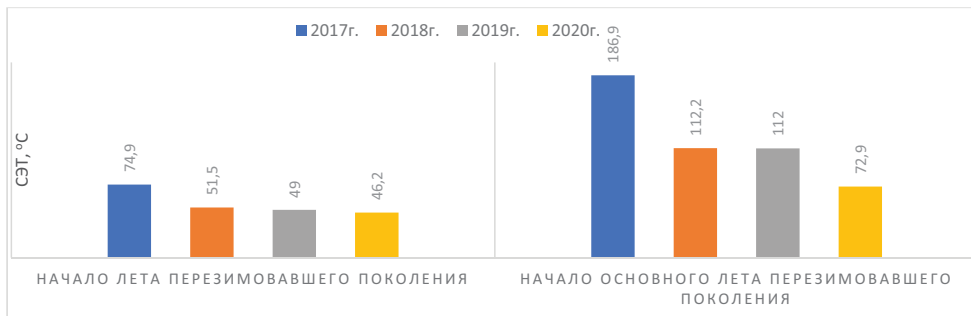


Рис. 3. Динамика суммы эффективных температур лета *G. funebrana* перезимовавшего поколения, 2017–2020 гг.

Полученные данные сумм эффективных температур, необходимых для лета перезимовавшего поколения *G. Funebrana*, позволили определить коэффициент детерминации (R^2), согласно которому в 2017 г. примерно 81% более раннего вылета бабочек был связан с СЭТ, в 2018 и 2019 гг. эта зависимость составила 91%, в 2020 г. – 97%. Соответственно 19, 9 и 3% связаны с иными факторами: минимальной температурой воздуха, интенсивными осадками, ветром и др.

В результате наблюдений за массовым летом бабочек и подсчета суммы эффективных температур установлены нескольких пиков и наслоение лета вредителя: окончание лета бабочек одного поколения и начало вылета имаго последующего. Так в 2020 г., в третьей декаде мая, лет перезимовавшего поколения снизился до 10 экземпляров на ловушку по причине понижения температуры, при повышении температуры отмечен пик лета, состоявший из долетавших бабочек весенней генерации и вылетающих экземпляров первого летнего поколения (рис. 4). *G. funebrana* – бабочка сумеречной активности, у которой наблюдается приостановка лета при неблагоприятных условиях: ветер, осадки, температура ниже 16–18°C [29]. Такая погода переменного характера регистрируется в регионе весной.

Отсутствует четкое разграничение между генерациями: лет минимально снижался до 4 (в 2017 г.), 5 (2018 г.), 7 (2020 г.) экземпляров на ловушку за 7 дней. В 2019 г. минимальные значения лета составили 23–31 экземпляр за 7 дней.

В последнее десятилетие данные феромонного мониторинга *G. funebrana* в Краснодарском крае указывают на развитие полных трех поколений вместо двух. Этот факт был подтвержден исследованиями в период 2017–2020 гг.

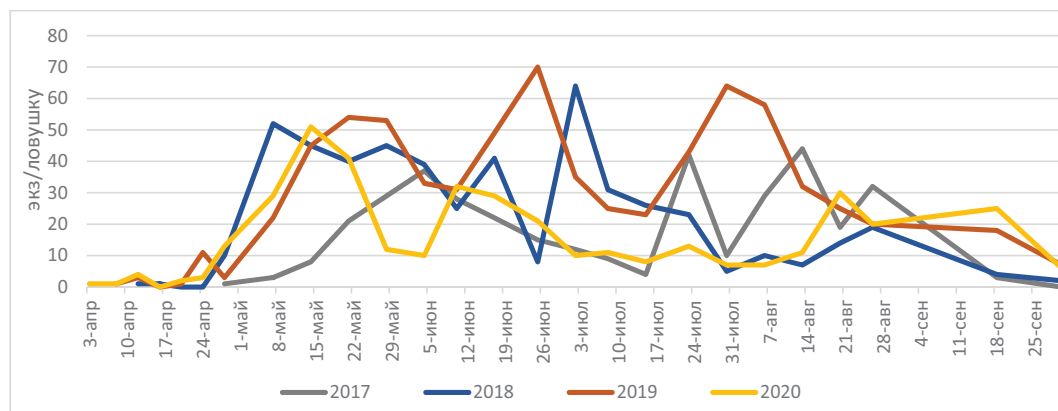


Рис. 4. Динамика лета бабочек *G. funebrana*, 2017–2020 гг.

Четырехлетними наблюдениями установлено, что развитие перезимовавшей генерации *G. Funebrana*: от вылета первых экземпляров фитофага в апреле до лета бабочек первой летней генерации во второй-третьей декадах июня – проходит за 59–70 календарных дней с набором суммы эффективных температур 519–614°C (рис. 5).



Рис. 5. Динамика суммы эффективных температур, необходимых для развития сливовой плодовой жорки, 2017–2020 гг.

Для развития первой летней генерации понадобилось 35–45 дней с набором суммы эффективных температур 551–576,7°C. В этом ряду выделяется 2018 г., когда в третьей декаде июля, перед вылетом бабочек второго летнего поколения, средние температуры воздуха составляли 27–29,5°C, то есть наблюдался верхний термический предел, тормозящий развитие насекомого.

Вторая летняя генерация развивается с третьей декады июля, лет длится 65–70 дней. Теплая погода сентября является благоприятной для лета фитофага, единичные особи долетают на ловушки в октябре.

Выводы

В результате наших исследований установлены изменения в фенологии *G. funebrana*:

- ежегодный более ранний вылет бабочек перезимовавшего поколения;
- снижение суммы эффективных температур, необходимой для вылета первых экземпляров особей и основного лета;
- установлена зависимость лета перезимовавшего поколения сливовой плодовой жорки от суммы эффективных температур, что подтверждено расчетом коэффициента детерминации (R^2);
- в период массового лета фиксируется несколько пиков, происходящих по причине прерывания лета в весенний период при ветре, осадках, температуре ниже 16–18°C и летом при высоких температурах в сочетании с атмосферной засухой;
- уточнены суммы эффективных температур и количество календарных дней для развития перезимовавшего поколения и двух летних генераций.

Работа выполнена в рамках научных исследований по теме № 0689–2016–0011 «Изучение закономерностей трансформации основных ксенобиотиков в многолетних агроэкосистемах под влиянием технологий защиты для разработки научно обоснованных принципов управления качеством и безопасностью плодово-ягодной продукции».

Библиографический список

1. Виноградова В.В., Глезер О.Б., Грачева Р.Г. и др. Воздействие изменения климата на человеческий потенциал, экономику и экосистемы: Доклады к XXIII Международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества / Под ред. Л.Н. Проскуряковой. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2022. – 76 с.
2. Шумаков И.А., Соколов В.В. и др. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – СПб.: Научно-технологические технологии, 2022. – 124 с.
3. Научный обзор влияния изменения климата на вредные для растений организмы: глобальная задача по предотвращению и смягчению фитосанитарных рисков в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и экосистемах / ФАО от имени Секретариата Международной конвенции по карантину и защите растений. Рим, 2021. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.4060/cb4769ru> (дата обращения: 27.01.2023).
4. EPPO Global Database. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LASPFU/distribution> (дата обращения: 03.02.2021).
5. TortAI. Tortricids of Agricultural Importance. – URL: http://idtools.org/id/leps/tortai/Grapholita_funebrana.htm (дата обращения: 03.02.2021).
6. Rizzo R., Lo Verde G. Primi studi sulla biologia e sul controllo di *Cydia funebrana* (Treitschke) in susinetti biologici siciliani // In Progetto per lo sviluppo dell'Agricoltura Biologica in Sicilia. – Atti del Convegno – Palermo: Regione Siciliana, Italy, 2011. – Pp. 239–248.
7. Зейналов А.С. Биоэкология северной популяции сливовой плодовой гусеницы *Grapholita funebrana* TR. (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) в условиях Центрально-Нечерноземной зоны России // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 5. – С. 1080–1088.
8. Васильченко А.В. Биолого-экологические особенности развития сливовой плодовой гусеницы в Краснодарском крае в условиях климатических изменений // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – № 2 (151). – С. 132–137.
9. Мусолин Д.Л., Саулич А.Х. Реакции насекомых на современное изменение климата: от физиологии и поведения до смещения ареалов // Энтомологическое обозрение. – 2012. – № 91 (1). – С. 3–35.
10. Cormont A., Malinowska A.H., Kostenko O., Radchuk V., Hemerik L., WallisDeVries M.F. & Verboom J. Effect of local weather on butterfly flight behaviour, movement, and colonization: significance for dispersal under climate change // Biodiversity and Conservation. – 2001. – № 20. – Pp. 483–503.
11. Kuussaari M., Rytteri S., Heikkinen R.K., Heliölä J. and Bagh P. Weather explains high annual variation in butterfly dispersal // Proc Biol Sci. – 2016. – № 283 (1835).
12. Зейналов А.С. Особенности развития и регулирования численности сливовой плодовой гусеницы *Grapholita funebrana* FR. в Центрально-Нечерноземной зоне // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – № 48 (1). – С. 107–110.
13. Кулиева Х. Эколого-физиологические основы прогноза развития вредных насекомых. – LAP LAMBERT Acad. Publ., 2012. – 155 с.
14. Roy D.B., Rothery P., Moss D., Pollard E., Thomas J.A. Butterfly numbers and weather: predicting historical trends in abundance and the future effects of climate change // Journal of Animal Ecology. – 2001. – № 70. – Pp. 201–217.
15. Lehmann P., Ammunét T., Barton M. Complex responses of global insect pests to climate warming // Frontiers in Ecology and the Environment. – 2020. – № 18 (3). – Pp. 141–150.
16. Roy D.B., Sparks T.H. Phenology of British butterflies and climate change // Global Change Biology. – 2000. – Vol. 6. – Pp. 407–416.
17. 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. – Pp. 1494–1506.

by the sum of average daily temperatures. The article presents the results of observations on the development of *Grapholita funebrana* (Treitschke, 1835) (Lepidoptera: Tortricidae) in 2017–2020, in the Prikubansky zone of the central horticultural subzone of the Krasnodar Territory. The research objectives included gaining new knowledge about adaptive responses, dynamic processes occurring in the *G. funebrana* population under conditions of increased abiotic effects in the conditions of southern Russia. In the course of the research it was established that the changing climatic conditions observed in recent years have an impact on the flight of the first butterflies of the overwintering generation and on the set of sum of effective temperatures (SET) necessary for the onset and mass flight of the phytophagus. The specified number of calendar days and the sum of effective temperatures required for the development of the overwintered, first and second summer generations are shown in comparison with the average annual indicators. Several peaks were noted during the mass flight period of phytophagus, due to the interruption of the flight period in spring with wind, precipitation, low temperatures, and in summer with high temperatures combined with atmospheric dryness. Several peaks have been observed during the mass flight period of the phytophage, due to the interruption of flight in the spring by wind, precipitation, lower temperatures, and in the summer by high temperatures combined with atmospheric drought.

Key words: plum agrocenoses, *Grapholita funebrana* Tr., pheromone monitoring, sum of effective temperatures, phenology, environmental conditions, adaptation.

References

1. Vinogradova V.V., Glezer O.B., Gracheva R.G. et al. L.N. The impact of climate change on human potential, economies and ecosystems: Proceedings of the XXIII International Scientific Conference on Economic and Social Development. Ed. by Proskuryakova. M.: Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2022: 76. (In Rus.)
2. Shumakov I.A., Sokolov V.V. et al. The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. St. Petersburg: Naukoemkie tekhnologii, 2022: 124. (In Rus.)
3. Scientific review of the impact of climate change on organisms harmful to plants: a global challenge to prevent and mitigate phytosanitary risks in agriculture, forestry and ecosystems. FAO on behalf of the Secretariat of the International Plant Protection Convention. Rome, 2021. [Electronic source]. URL: <https://doi.org/10.4060/cb4769ru> (Access date: 27.01.2023). (In Rus.)
4. EPPO Global Database. [Electronic source]. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LASPFU/distribution> (Access date: 03.02.2021).
5. TortAI. Tortricids of Agricultural Importance. [Electronic source]. URL: http://id-tools.org/id/leps/tortai/Grapholita_funebrana.htm (Access date: 03.02.2021).
6. Rizzo R., Lo Verde G. First studies on the biology and control of *Cydia funebrana* (Treitschke) in Sicilian organic plum orchards. In Project for the development of Organic Agriculture in Sicily. Proceedings of the Conference. Italy, Palermo: Regione Siciliana. 2011: 239–248. (In Ital.)
7. Zeynalov A.S. Bioecology of the northern population of the plum moth *Grapholita funebrana* TR. (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) in the conditions of the Central Non-Chernozem zone of Russia. Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2018; 53; 5: 1080–1088. (In Rus.)
8. Vasilchenko A.V. Biological and ecological features of the development of the plum moth in the Krasnodar Territory in the conditions of climatic changes. Biologiya rasteniy i sadovodstvo: teoriya, innovatsii. 2019; 2 (151): 132–137. (In Rus.)
9. Musolin D.L., Saulich A.Kh. Insect reactions to modern climate change: from physiology and behavior to shifting habitats. Entomologicheskoe obozrenie. 2012; 91(1): 3–35. (In Rus.)

10. *Cormont A., Malinowska A.H., Kostenko O., Radchuk V., Hemerik L., WallisDeVries M.F. & Verboom J.* Effect of local weather on butterfly flight behaviour, movement, and colonization: significance for dispersal under climate change. *Biodiversity and Conservation*. 2001; 20: 483–503.
11. *Kuussaari M., Rytteri S., Heikkinen R.K., Heliölä J. and Bagh P.* Weather explains high annual variation in butterfly dispersal. *Proc Biol Sci*. 2016: 283(1835).
12. *Zeynalov A.S.* Features of development and regulation of the number of plum fruitworm *Grapholitha funebrana* FR. in the Central Non-Chernozem zone. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2017; 48(1): 107–110. (In Rus.)
13. *Kulieva Kh.* Ecological and physiological bases of the forecast of the development of harmful insects. LAP LAMBERT Acad. Publ. 2012: 15.
14. *Roy D.B., Rothery P., Moss D., Pollard E., Thomas J.A.* Butterfly numbers and weather: predicting historical trends in abundance and the future effects of climate change. *Journal of Animal Ecology*. 2001; 70: 201–217.
15. *Lehmann P., Ammunét T., Barton M.* Complex responses of global insect pests to climate warming. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2020;18(3): 141–150.
16. *Roy D.B., Sparks T.H.* Phenology of British butterflies and climate change. *Global Change Biology*. 2000; 6: 407–416.
17. *Stefanescu C., Penuelas J., Filella I.* Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology*. 2003; 9: 1494–1506.
18. *Mityushev I.M.* Effect of climatic factors on the seasonal flight dynamics and pheromone monitoring effectiveness of the codling moth, *Cydia pomonella* L. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2019; 56; 2: 148–155. (In Rus.)
19. *Titenberg T.* Economics of nature management and environmental protection. Moscow: Olma-Press, 2001: 298. (In Rus.)
20. *Klapwijk M.J., Csóka G., Hirka A., Björkman C.* Forest insects and climate change: Long-term trends in herbivore damage. *Ecology and Evolution*. 2013; 3(12): 4183–4196.
21. *Kollberg I., Bylund H., Schmidt A., Björkman C.* Multiple effects of temperature, photoperiod and food quality on the performance of a pine sawfly. *Ecological Entomology*. 2013; 38(2): 201–208.
22. *Sharma H.C.* Climate Change Effects on Insects: Implications for Crop Protection and Food Security. *Journal of Crop Improvement*. 2014; 28 (2): 229–259.
23. *Prakh S.V., Mishchenko I.G.* Monitoring of pests and diseases of stone crops as a scientific basis for the technology of protective measures. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2017; 49: 265–269. (In Rus.)
24. *Egorov E.A.* Methodological and analytical support of horticulture research. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2010: 300. (In Rus.)
25. *Dospikhov B.A.* Methodology of field experience. M.: Al'yans, 2014: 352. (In Rus.)
26. *Kozhanchikov I.V.* Methods of insect ecology research. Moscow: Vysshaya shkola, 1961: 283. (In Rus.)
27. Weather and climate. [Electronic source]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/34927.htm> (Access date: 17.03.2021). (In Rus.)
28. *Prakh S.V., Mishchenko I.G., Podgornaya M.E.* Features of the development of the causative agent of klasterosporiosis and monitoring of plum moth in plum plantations of the Krasnodar Territory. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2015; 35(05): 26–27. (In Rus.)
29. *Vasiliev V.P., Livshits I.Z.* Pests of fruit crops. M.: Kolos, 1984: 399. (In Rus.)

Васильченко Анфиса Витальевна, младший научный сотрудник лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов; e-mail: anfisaVV@yandex.ru

Прах Светлана Владимировна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов; e-mail: sp41219778@yandex.ru

Подгорная Марина Ефимовна, канд. биол. наук, заведующий лабораторией защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов; e-mail: plantprotecshion@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; Российская Федерация, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39; garden_center@mail.ru

Anfisa V. Vasilchenko, Junior Research Associate, Laboratory of Protection and Toxicological Monitoring of Perennial Agrocenoses, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making (39, 40 – Letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350901, Russian Federation; E-mail: anfisaVV@yandex.ru)

Svetlana V. Prakh, CSc (Bio), Senior Research Associate, Laboratory of Protection and Toxicological Monitoring of Perennial Agrocenoses, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making (39, 40 – Letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350901, Russian Federation; E-mail: sp41219778@yandex.ru)

Marina E. Podgornaya, CSc (Bio), Head of Laboratory of Protection and Toxicological Monitoring of Perennial Agrocenosis, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making (39, 40 – Letiya Pobedy Str., Krasnodar, 350901, Russian Federation; E-mail: garden_center@mail.ru)