

УДК 595.782:591.543.1

DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-45-51

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ НА СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ *CYDALIMA PERSPECTALIS* (WALKER, 1859) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) В КРЫМУ

Александр Константинович Шармагий, Светлана Павловна Корсакова

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 52  
E-mail: alexander\_sharma@mail.ru

В 2018-2020 гг. проводились фенологические наблюдения за *Cydalima perspectalis* Walker в двух агроклиматических районах Крыма. Вредитель, как на Южном берегу Крыма, так и в центральной Предгорной зоне развивается в трех генерациях. Сумма эффективных температур, необходимая для развития генераций по годам варьирует в широком диапазоне, что обусловлено асинхронностью развития гусениц *Cydalima perspectalis* Walker. Начало лета имаго перезимовавшего поколения за годы исследований в обоих районах различалось незначительно и отмечалось при накоплении сумм эффективных температур воздуха выше 10°C на Южном берегу Крыма от 210 до 297 градусо-дней, а в Симферополе – от 222 до 299 градусо-дней. Установлено, что в летние месяцы в центральном Предгорном районе Крыма по температурным показателям создаются более благоприятные условия для развития самшитовой огнёвки, чем на Южном берегу Крыма. Сочетание гидротермических условий, при которых температуры воздуха превышают 33-36°C, а относительная влажность опускается ниже 19-49%, вызывают гибель до 20-28% эмбрионов яиц *Cydalima perspectalis*, находящихся на ранней стадии эмбриогенеза. Из эмбрионов яиц более поздних стадий эмбриогенеза при указанных условиях отрождение гусениц происходило на 100%.

**Ключевые слова:** *Cydalima perspectalis*; генерация; фенология; температурные пороги развития; сумма эффективных температур

### Введение

Инвазивный вредитель *Cydalima perspectalis*, обнаруженный в Крыму в 2015 г. [2, 4, 5] нанес серьезные повреждения самшиту во всех агроклиматических районах полуострова. Влияние температур на скорость и температурные пороги сезонного развития *C. perspectalis* изучались в Азии, первичном ареале вредителя [7-9, 11, 12] и в Европе [10]. В результате проведенных исследований был выявлен ряд различий между инвазивной популяцией *C. perspectalis* в Европе и аборигенной популяцией в Азии. Температурные пороги, необходимые для развития яиц, личинок и куколок в европейских регионах, отличались от исследований, проведенных в Японии, что, вероятно, связано с появлением географических биотипов, приспособленных развиваться при других температурных условиях [8, 9].

В северо-западной Швейцарии был установлен температурный минимум ( $DV_0$ ) для развития личинок самшитовой огнёвки близкий к 9,5°C и средняя сумма 540 градусо-дней на генерацию [10]. Были определены нижний ( $DV_1$ ) и верхний ( $DV_2$ ) температурные оптимумы (соответственно равные 15°C и 27,5°C), а также верхний температурный предел ( $DV_3$ ), составивший 35°C [10].

Несмотря на продолжающийся рост работ, посвященных этому опасному вредителю, особенности его экологии и ритмика сезонного развития в новых местах обитания изучены недостаточно полно.

Цель исследования: изучить влияние температур, ограничивающих сезонный лет имаго и вредоносность самшитовой огнёвки в условиях Крыма.

### Объекты и методы исследования

Исследования проведены в 2018-2020 гг. на Южном берегу Крыма (ЮБК) в парковых посадках самшита Никитского ботанического сада (НБС) и в центральной Предгорной зоне Крыма (г. Симферополь, пгт. Аграрное). Перезимовавших гусениц самшитовой огневки помещали в инсектарии, расположенные в природных условиях обеих природно-климатических районов. Сроки появления имаго, динамику лёта и количество генераций вредителя определяли одновременно в инсектариях и декоративных посадках самшита в парках. При этом использовали феромоны производства Центра карантина растений и АО «Щёлково Агрохим». Феромонные ловушки типа «Дельта» развешивали непосредственно на кустах самшита. Учёты проводили еженедельно. При проведении исследований учитывали агрометеорологические показатели метеорологической станции «Никитский сад Крымского УГМС» и Симферопольской метеостанции [1]. Расчёт накопления сумм эффективных температур воздуха (СЭТ) проводился с 1 января.

Для подтверждения факта гибели яиц *C. perspectalis* при температурах, превышающих верхнюю оптимальную и близких к верхнему температурному пределу в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха, яйца вредителя помещали в климатическую камеру BINDER серии KBF. Параметры максимальной температуры и минимальной относительной влажности воздуха соответствовали гидротермическим условиям, наблюдавшимся на ЮБК в отдельные месяцы за годы исследований.

### Результаты и обсуждение

Температурный порог является важным показателем для гусениц самшитовой огнёвки, связанным с выходом их из зимней диапаузы. Средний показатель между декадными температурами до и после выхода гусениц из зимней диапаузы в наших исследованиях соответствовал предложенному температурному порогу  $9,5^{\circ}\text{C}$  [10] и составлял от  $9,5$  до  $9,7^{\circ}\text{C}$ . В 2019 г. в начале апреля при сумме эффективных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  (СЭТ) равной  $16,2^{\circ}\text{C}$  из диапаузы вышло 50,9% особей, остальные гусеницы выходили из диапаузы позднее [3] (рис. 1).

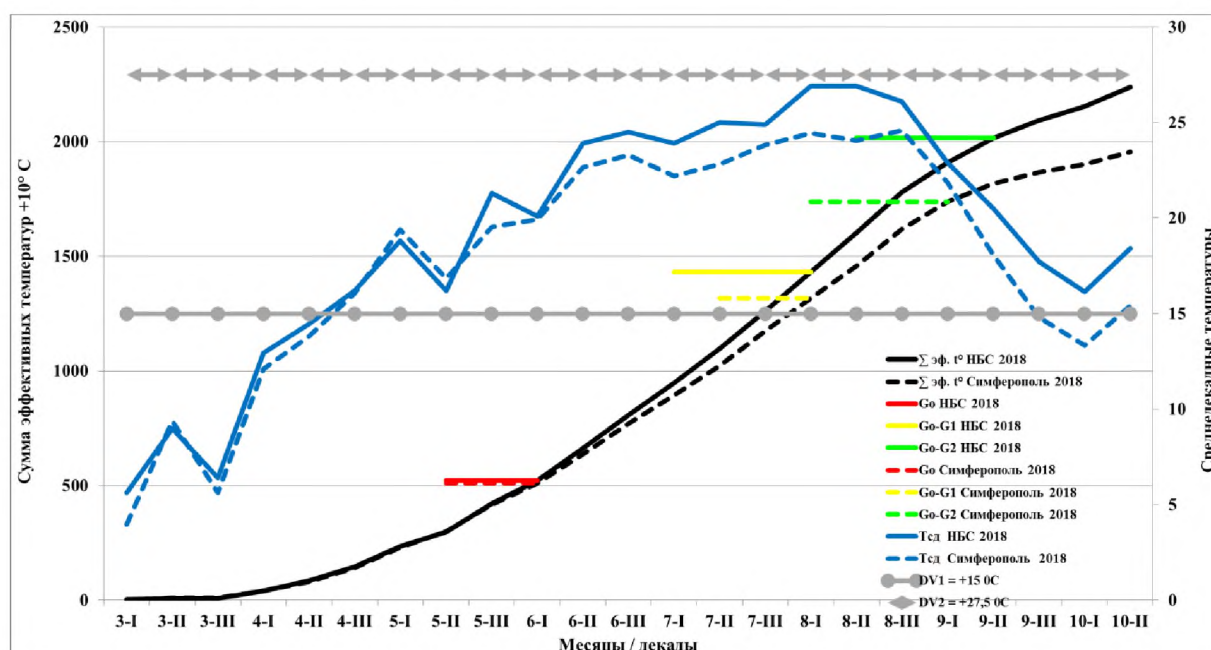


Рис. 1 Лёт имаго *Cydalima perspectalis* и сезонная динамика СЭТ и Тсд, 2018 г.

Продолжительность лёта генераций показана на уровне СЭТ, соответствующей окончанию лёта

В 2018 г. лет имаго *C. perspectalis* перезимовавшего поколения ( $G_0$ ) в обоих районах начинался в одно и то же время, со 2 декады мая и продолжался на ЮБК до 2 декады, а в Предгорном Крыму – до 3 декады июня. СЭТ для исследованных районов не отличались до 1 декады июня (Рисунок 1). На развитие перезимовавшего поколения от выхода гусениц до завершения лета имаго потребовалась СЭТ для ЮБК 662 градусо-дней и 770 – для Предгорной зоны. Лет первого поколения ( $G_1$ ) на ЮБК начался раньше и проходил с 3 декады июня (СЭТ 807°C) по 1 декаду августа (СЭТ 1432°C), а в предгорье – с 1 декады июля (СЭТ 893°C) по 1 декаду августа (СЭТ 1317°C). Лет имаго второго поколения ( $G_2$ ) на ЮБК проходил с 1 декады августа (СЭТ 1432°C) по 2 декаду сентября (СЭТ 2015°C), а в предгорье – со 2 декады августа (СЭТ 1458°C) по 1 декаду сентября (СЭТ 1737°C) (табл. 1).

Таблица 1

Суммы эффективных температур в период лёта имаго *Cydalima perspectalis* поколений ( $G_0$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ ) в условиях Крыма

Годы	Пункты наблюдений	Сумма эффективных температур воздуха выше 10 °C					
		$G_0$		$G_1$		$G_2$	
		Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
2018	НБС	297	662	807	1432	1432	2015
	Симферополь	299	770	893	1317	1458	1737
2019	НБС	282	853	966	1593	1730	1942
	Симферополь	297	560	1060	1460	1649	1775
2020	НБС	210	725	873	1340	1631	1868
	Симферополь	222	545	811	1206	1335	1550

В августе 2018 г. в НБС среднедекадная температура ( $T_{сд}$ ) приближалась к показателям верхнего оптимума развития ( $DV_2 = 27,5^\circ\text{C}$ ), а среднесуточная температура ( $T_{срс}$ ) превышала этот показатель в течение 7 суток. В Симферополе, как  $T_{сд}$ , так и  $T_{срс}$  были ниже верхнего оптимума развития для гусениц *C. perspectalis*.

В 2018 г. во втором летнем поколении *C. perspectalis* в Предгорной зоне количество яиц с погибшими эмбрионами (без повреждения хориона) составило 28,3%. По нашему мнению, их гибель была обусловлена высокими дневными температурами (в среднем  $35,4^\circ\text{C}$ ) и низкой относительной влажностью воздуха (от 33 до 49%) [3].

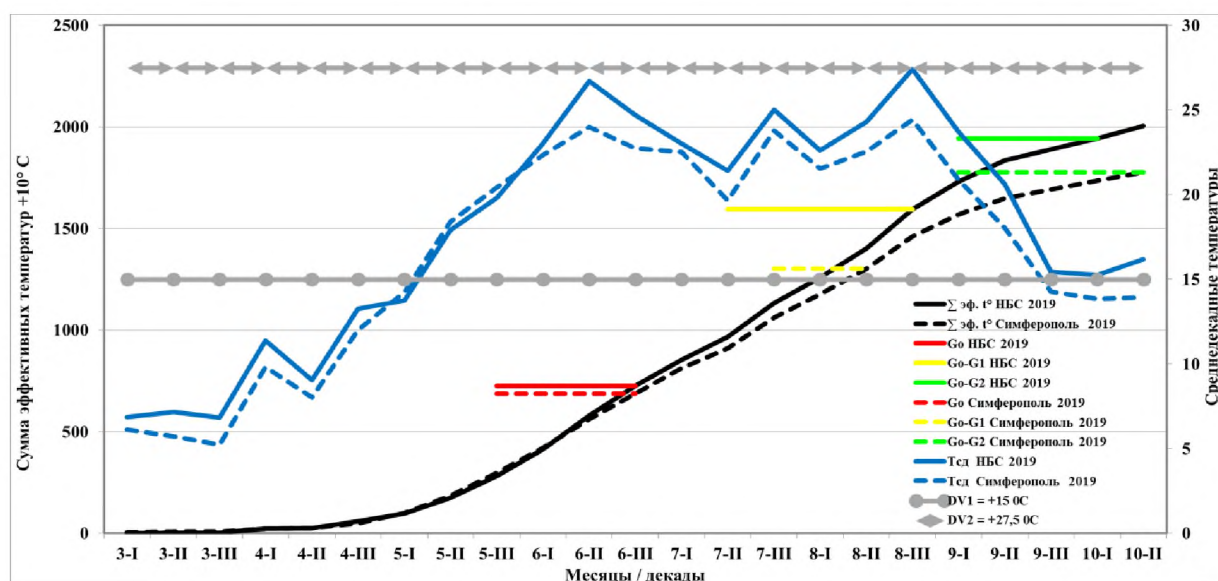


Рис. 2 Лёт имаго *Cydalima perspectalis* и сезонная динамика СЭТ и  $T_{сд}$ , 2019 г.  
Продолжительность лёта генераций показана на уровне СЭТ, соответствующей окончанию лёта



В 2019 г. в обоих районах наблюдалась такая же тенденция, как и в 2018 г. Показатели СЭТ не значительно отличались друг от друга вплоть до 2 декады июня. Лет имаго на ЮБК и в центральной Предгорной зоне Крыма наблюдался одновременно с небольшим расхождением в суммах эффективных температур ( $15^{\circ}\text{C}$ ). Однако, в последующих поколениях  $G_1$  и  $G_2$  происходило расхождение по показателям СЭТ как для начала, так и для завершения лёта имаго.

В НБС лёт  $G_1$  проходил со 2 декады июля (СЭТ  $966^{\circ}\text{C}$ ) по 3 декаду августа (СЭТ  $1593^{\circ}\text{C}$ ). В Симферополе он отмечался с 3 декады июля (СЭТ  $1060^{\circ}\text{C}$ ) по 3 августа (СЭТ  $1460^{\circ}\text{C}$ ). Имаго  $G_2$  в НБС фиксировали с 1 декады сентября (СЭТ  $1730^{\circ}\text{C}$ ) по 1 декаду октября (СЭТ  $1942^{\circ}\text{C}$ ), а в Симферополе – со 2 декады сентября (СЭТ  $1649^{\circ}\text{C}$ ) по 2 декаду октября (СЭТ  $1775^{\circ}\text{C}$ ).

В Симферополе в 2019 г. Тсд, так же, как и в 2018 г., не превышали верхнего температурного оптимума развития, однако во время лёта бабочек первого поколения и откладки ими яиц во 2 декаде августа, минимальная влажность воздуха составляла 19%, а максимальная температура –  $33^{\circ}\text{C}$ . При таких погодных условиях была отмечена гибель 25,9% яиц.

В НБС Тсд в августе дважды приближались к показателю верхнего температурного оптимума во 2 декаде июня и в 3 декаде августа (при этом минимальная влажность в третьей декаде августа составляла 23%), а Тсрс за этот период в течение девяти суток превышала верхний оптимум развития. В этот время отмечена максимальная гибель эмбрионов в яйцекладках – 28,2%.

Для выяснения комплексного влияния на жизнеспособность эмбрионов *C. perspectalis* высоких температур воздуха в сочетании с низкой его влажностью, была проведена серия опытов в климатической камере. По результатам пребывания яйцекладок в течение 3 часов в климатической камере BINDER серии KBF при заданной температуре  $36,1^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 24% была установлена гибель 20% яйцекладок, находящихся на ранних этапах эмбриогенеза. Однако, из яиц, находящихся на стадии «розовое кольцо» и «темная голова», при указанных условиях отрождение гусениц происходило на 100%.

2020 г. отличался от предыдущих лет погодными условиями, особенно в ранневесенний и осенний периоды. Февраль и март в НБС характеризовались высокими температурами, превышающими средние многолетние показатели на  $2-4^{\circ}\text{C}$ . В апреле произошло резкое снижение температуры, ночью минимальные температуры воздуха опускались до  $1,8^{\circ}\text{C}$ , что значительно меньше нижней границы температурного оптимума развития *C. perspectalis* ( $DV1 = 15^{\circ}\text{C}$ ) [10].

В НБС единичные бабочки вылетели в 3 декаде апреля (СЭТ  $59^{\circ}\text{C}$ ), а массовый лёт начался с 3 декады мая (СЭТ  $210^{\circ}\text{C}$ ) и продолжался по 1 декаду июля (СЭТ  $725^{\circ}\text{C}$ ). В Симферополе лет  $G_0$  наблюдался с 3 декады мая (СЭТ  $222^{\circ}\text{C}$ ) по 3 декаду июня (СЭТ  $545^{\circ}\text{C}$ ). Лет  $G_1$  на ЮБК был отмечен со 2 декады июля (СЭТ  $873^{\circ}\text{C}$ ) по 2 августа (СЭТ  $1340^{\circ}\text{C}$ ). В Предгорной зоне лёт проходил в те же сроки, но при СЭТ от  $811^{\circ}\text{C}$  до  $1206^{\circ}\text{C}$ . Имаго  $G_2$  на ЮБК летели с первой по третью декаду сентября (СЭТ от  $1631^{\circ}\text{C}$  до  $1868^{\circ}\text{C}$ ), а в предгорье – с 3 декады августа по 2 декаду сентября (СЭТ от  $1335^{\circ}\text{C}$  до  $1550^{\circ}\text{C}$ ). Вылет бабочек  $G_2$  на ЮБК на декаду позже, чем в Предгорном Крыму, вероятно, был обусловлен угнетенным состоянием гусениц из-за среднесуточных температур, превышающих верхний оптимум развития (рис. 3).

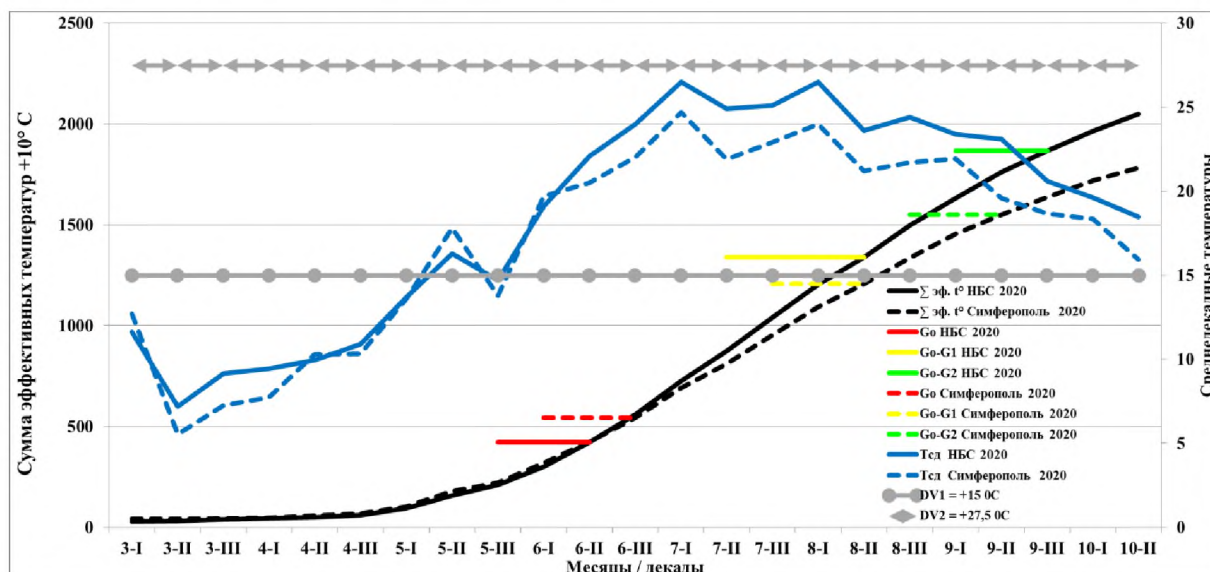


Рис. 3 Лёт имаго *Cydalima perspectalis* и сезонная динамика СЭТ и Тсд, 2020 г.  
Продолжительность лёта генераций показана на уровне СЭТ, соответствующей окончанию лёта

В г. Симферополь среднедекадные значения температур, так же, как и в 2018-2019 гг., не превышали верхней границы оптимума развития самшитовой огнёвки, однако, в 2020 г. впервые за годы исследований среднесуточные температуры воздуха в течение двух суток дважды превышали данный температурный порог. В НБС, так же, как и в Симферополе среднедекадные температуры воздуха не превышали верхнего оптимума развития самшитовой огнёвки, однако их среднесуточные значения в июле-августе перекрывали его в течение девяти суток (рис. 3, 4).

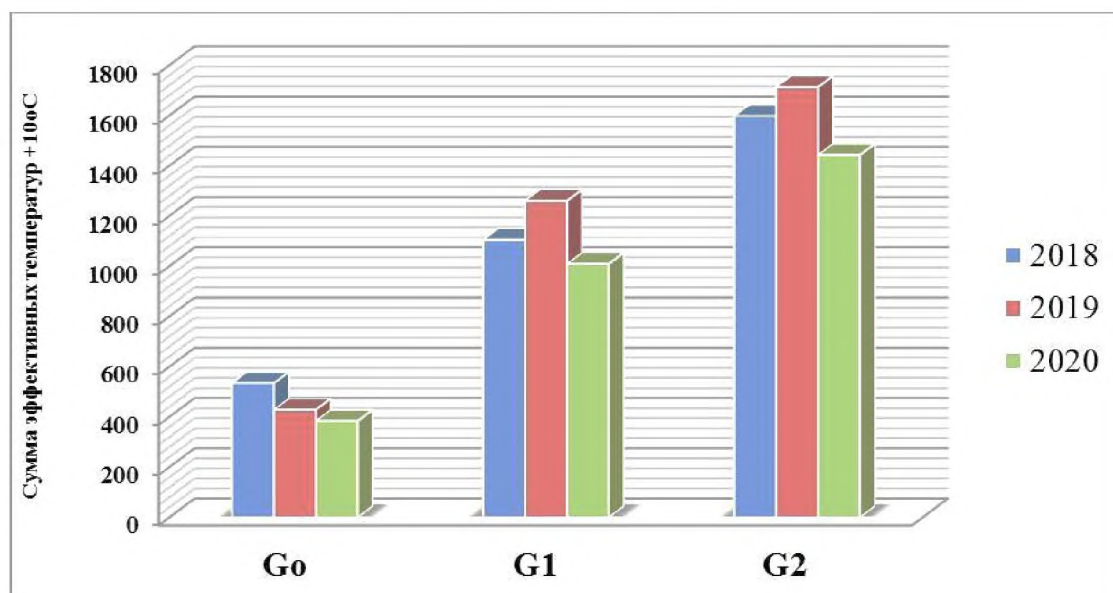


Рис. 4 Сумма эффективных температур при вылете 50% имаго *Cydalima perspectalis* каждого поколения самшитовой огнёвки в Симферополе

Японские ученые при определении СЭТ в день вылета 50% имаго выявили значительное их варьирование по поколениям [7]. Аналогичные исследования, проведенные нами в течение 2018-2020 гг. в условиях ЮБК и Предгорного Крыма

показали, что суммы эффективных температур при вылете каждого поколения имаго также отличались между собой (рис. 4-5).

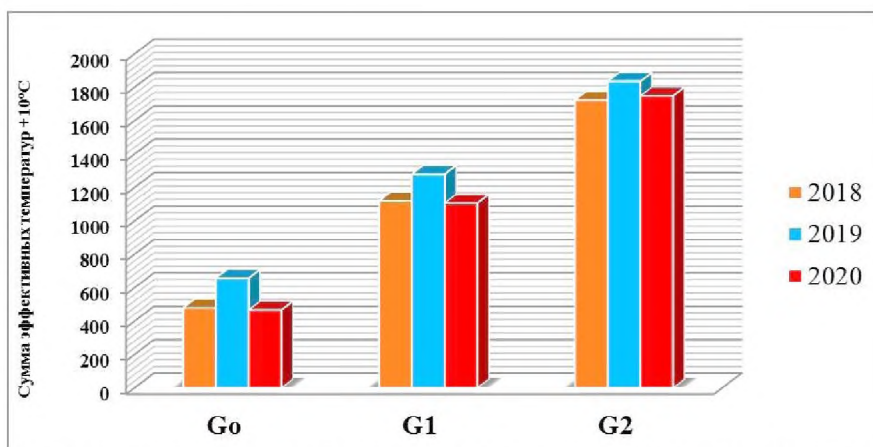


Рис. 5 Сумма эффективных температур при вылете 50% имаго *Cydalima perspectalis* каждого поколения самшитовой огнёвки в НБС

### Выводы

Температурный порог для развития личинок самшитовой огнёвки в условиях Крыма составляет 9,5°C.

В центральном Предгорном районе Крыма по температурным показателям летнего периода в 2018-2020 гг. отмечены более благоприятные условия для развития *C. perspectalis*, чем на ЮБК. За три года исследований диапазон сумм эффективных температур воздуха выше 10°C для начала лета имаго G<sub>0</sub> в обоих агроклиматических районах Крыма различался незначительно и колебался в НБС в пределах от 210 до 297 градусо-дней, а в Симферополе – от 222 до 299 градусо-дней. Амплитуда СЭТ за весь период лета имаго G<sub>0</sub> от его начала до конца в НБС составила от 210 до 853 градусо-дней, а в Симферополе – от 222 до 770 градусо-дней. В условиях Краснодара для завершения цикла G<sub>0</sub> потребовалось СЭТ 361–389 градусо-дней [6]. Показатели СЭТ лёта имаго G<sub>1</sub> в НБС варьировали от 807 градусо-дней в начале до 1593 в конце, а в Симферополе от 811 до 1460 градусо-дней соответственно. Для G<sub>2</sub> в НБС лёт имаго проходил в диапазоне СЭТ от 1432 до 2015 градусо-дней, а в Симферополе – от 1335 до 1775 градусо-дней.

Такие колебания СЭТ при вылете имаго и растянутый лёт бабочек обусловлены асинхронностью развития гусениц *C. perspectalis*, которая была отмечена при лабораторных исследованиях биологии развития вредителя [3].

Температуры воздуха выше 33-36,1°C в сочетании с относительной влажностью воздуха ниже 19–49% приводят к гибели от 20 до 28,3% эмбрионов в яйцекладках *C. perspectalis*, находящихся на ранней стадии эмбриогенеза.

### Список литературы

1. Архив погоды в Симферополе. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://tp5.ru>.
2. Будайкин Ю.И. Самшитовая огнёвка – *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Pyraustidae) – новый для фауны Украины и Крыма вид опасного вредителя лесного и паркового хозяйства // Экосистемы. – 2016. – Вып. 5. – С. 36-39.
3. Плугатарь Ю.В., Шармагий А.К., Балькина Е.Б. Биологические особенности *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) в Крыму // Вестник защиты растений. – 2020. – Т. 103(4). – С. 247-254.

4. Стрюкова Н.М. Аборигенные и инвазивные членистоногие и их естественные враги в парках республики Крым // Сборник научных трудов ГНБС. – 2016. – Том 142. – С. 186-193.

5. Трикоз Н.Н., Халилова З.Э. Самшитовая огнёвка в Никитском ботаническом саду // Сборник научных трудов ГНБС. – 2016. – Том 142. – С. 69-75.

6. Щуров В.И., Замотайлов А.С., Щурова А.В. Влияние климата и рельефа на популяции чужеродных видов насекомых-фитофагов (Insecta: Lepidoptera, Heteroptera) в горах северо-западного Кавказа // Биологическое разнообразия Кавказа и юга России: материалы XXII Международной научной конференции (Грозный 04–06 ноября 2020 г.). – Махачкала: Алеф, 2020. – С. 398-408.

7. Maruyama T., Shinkaji N. Studies on the life cycle of the box-tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) I. Seasonal adult emergence and developmental velocity // Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. – 1987. – Vol. 31, No 3. – P. 226-232.

8. Maruyama T., Shinkaji N. The life cycle of the box-tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). III. Photoperiodic induction of larval diapauses // Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. – 1993. – Vol. 37, Issue 2. – P. 45-51.

9. Maruyama T. The life cycle of the box-tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) IV. Effect of various host plants on larval growth and food utilization // Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. – 1993. – Vol. 37, Issue 3. – P. 117-122.

10. Nacambo S., Leuthardt F.L.G., Wan H., Li H., Haye T., Baur B., Weiss R.M., Kenis M. Development characteristics of the box-tree moth *Cydalima perspectalis* and its potential distribution in Europe // Journal of Applied Entomology. – 2014. – Vol. 138. – P. 14-26.

11. Tang M.Y. Determination of biological characteristics, starting point of development and effective accumulated temperature of box tree caterpillar and their implications for control // Entomological Knowledge. – 1993. – Vol. 30. – P. 350-353.

12. Zhou W., Xia C.-Y., Sun X.-Q., Zhu B., Liu X.-P., Liu Z.-C., Wang Y. Studies on the Biological Characteristics and Control of *Diaphania perspectalis* Walker // Journal of Shanghai Jiaotong University (Agricultural Science). – 2005. – Vol. 23, Issue 1. – P. 52-56.

*Статья поступила в редакцию 26.07.2021 г.*

**Sharmagiy A.K., Korsakova S.P. Influence of temperature conditions on seasonal development of *Cydalima Perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera: crambidae) in the Crimea** // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2021. – № 140. P. 45-51

In 2018-2020 phenological observations of *Cydalima perspectalis* Walker were carried out in two agroclimatic regions of the Crimea. The pest, both on the Southern Coast of the Crimea and in the central foothill zone, develops in three generations. The sum of effective temperatures required for the development of generations varies over the years in a wide range, which is due to the asynchronous development of the caterpillars of *C. perspectalis*. The beginning of summer of the adults of the overwintered generation over the years of research in both regions differed insignificantly and was noted with the accumulation of the sums of effective air temperatures above 10°C on the Southern Coast of the Crimea from 210 to 297 degree days, and in Simferopol - from 222 to 299 degree days. It was found that in the summer months in the central foothill zone of the Crimea, in terms of temperature indicators, more favorable conditions are created for the development of boxwood firewood than on the Southern Coast of the Crimea. The combination of hydrothermal conditions, in which air temperatures exceed 33-36°C, and the relative humidity drops below 19-49%, cause the death of up to 20-28% of *Cydalima perspectalis* egg embryos at an early stage of embryogenesis. From the embryos of eggs of later stages of embryogenesis, under these conditions, the hatching of caterpillars occurred by 100%.

**Key words:** *Cydalima perspectalis*; generation; phenology; temperature thresholds of development; sum of effective temperatures