

БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ *LASPEYRESIA POMONELLA* L. (LEPIDOPTERA, TORTRICIDAE) В ШЕКИ-ЗАКАТАЛЬСКОЙ ЗОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

Х.Ф. Кулиева *

Кафедра зоологии, Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан

BIOECOLOGICAL BASIS OF THE FORECAST OF DEVELOPMENT OF THE *LASPEYRESIA POMONELLA* L. (LEPIDOPTERA, TORTRICIDAE) IN THE SHAKI-ZAKATAL REGIONS OF AZERBAIJAN

H.F. Kuliyeva (Department of Zoology, Baku State University, Baku, Azerbaijan)

Резюме. В настоящей статье представлены результаты исследований по изучению биоэкологических особенностей Габала-Исмаиллинской популяции (Шеки-Закаतालская зона) яблонной плодовой жорки с целью прогнозирования появления и проведения интегрированного мониторинга в данном регионе. Установлено, что в этой части Азербайджана опасный вредитель в основном развивается в 3-х неполных поколениях, но число поколений зависит как от показателя суммы эффективных температур для развития конкретной фазы, так и сроков формирования диапаузы. А именно, если состояние физиологического покоя формируется у взрослых гусениц (70% особей) в октябре при наборе СЭТ за декаду $\geq 72^{\circ}\text{C}$, то остальные 30% дают начало III поколению, которые независимо от возрастного состава гусениц уходят только на зимовку, т.е. без диапаузы. Выявлено, что если диапауза отмечается в конце августа - начале сентября при наборе СЭТ за 7 дней $141,5^{\circ}\text{C}$, вредитель развивается в полных 2-х поколениях. Вылет бабочек III поколения происходит при СЭТ (от начала лета имаго 2-го поколения) $387,4-438^{\circ}\text{C}$.

Abstract. This article presents the results of studies on the bioecological characteristics of the Gabala-Ismayilli population (Sheki-Zagatala zone, Republic of Azerbaijan) of the apple moth to predict the occurrence and provide the integrated monitoring of abovementioned species in this region. It has been established that in this part of Azerbaijan, the dangerous pest mainly develops in 2.5 generations, but the number of generations depends both on the indicator of the sum of effective temperatures for the development of a particular phase, and the timing of the formation of diapause. Namely, if the state of physiological dormancy forms in adult caterpillars (70% of individuals) in October with a set of SET for a decade $\geq 72^{\circ}\text{C}$, then the remaining 30% gives rise to the third generation, which, regardless of the age composition of the caterpillars, goes only for wintering, i.e. without diapause. It was revealed that if diapause is observed in late August - early September with a set of SET for 7 days 141.50°C , the pest develops in full two generations. The emergence of third generation butterflies occurs during SET (from the beginning of summer of adults of the second generation) $387.4-438^{\circ}\text{C}$.

Ключевые слова: яблонная плодовая жорка, биоэкология, прогноз развития.

Keywords: apple worm, bioecology, forecast of development.

* Х.Ф. Кулиева, д.б.н., проф., кафедра зоологии, Бакинский Государственный Университет, ул. 3.Халилова, 23, Баку, Азербайджан, e-mail: hokumabio@mail.ru

Received: 9 January 2020;

Accepted: 29 February 2020;

Published: 22 April 2020.

1. Введение

Яблонная плодожорка опасный вредитель плодовых культур. Особенно большой вред она причиняет в Северо-восточной и Центральной областях Азербайджана (Mamedov, 2004), где повреждает до 80-85% плодов, вследствие чего они преждевременно опадают и загнивают. Естественные враги играют незначительную роль в регулировании численности яблонной плодожорки (Abdullayev, 1974; Khilevskiy, 2015). Несмотря на повсеместное распространение данного вредителя в Азербайджане многие особенности ее экологии и физиологических особенностей до настоящего времени плохо изучены (Kulieva, 2019), но при этом имеется достаточное количество сведений, касающихся того, что развитие этого опасного вредителя плодовых в разных регионах имеет существенные отличительные особенности (Tsimdinysh, 1961; Pavlov, 2002; Tretyakov, 2006; Balygina, 2009).

Сложно заранее планировать и проводить истребительные мероприятия против этого опасного вида, т.к. скрытый образ жизни гусениц яблонной плодожорки делает их труднодоступными для воздействия инсектицидов. Поэтому успешная борьба и совершенствование мероприятий по защите яблони от этого вредителя возможно только на основе экспериментальных данных по особенностям жизненного цикла, развитию в конкретных условиях и т.д. В настоящее время актуальна тема по охране окружающей среды, а также по использованию новых экологических подходов защиты плодовых от вредителей, которые предполагают выбор оптимальных сроков и безопасных для человека и природных сообществ, средств борьбы. Надо отметить, что в связи с этим ряд вопросов, касающихся развитию яблонной плодожорки в условиях разных регионов в северно-центральной части Азербайджана, требуют уточнения и дополнительного изучения его биоэкологических особенностей. Основная цель – прогнозирование появления данного вредителя, и проведение интегрированного мониторинга (фенологического, метеорологического по сумме эффективных температур, приманочной и т.д.) Это послужило одним из причин постановки настоящих исследований.

2. Материалы и методы

Экспериментальная работа была проведена в период с 2016 по 2019 гг. Основная часть исследований осуществлялась в плодовых насаждениях, расположенных на территории частных и фермерских садов Шеки-Закатальской зоны Азербайджана. Наиболее интенсивные исследования проводились на габалинской, исмаиллинской популяциях. Нами лабораторные исследования, в частности наблюдения над привезенным зимующим материалом в емкостях осуществлялись на Кафедре зоологии БГУ.

Исследования проводились как на молодых, так и на многолетних деревьях разных сортов. Для идентификации вида образцы просматривались под лупой и фотографировались. Гусениц из единой кладки воспитывали до фазы имаго в садках, а также в специальных стеклянных емкостях, покрытых тонкой тканью или бумагой.



Рис 1. Синтепоновый ловчий пояс на модельном дереве

Наблюдения за динамикой лета бабочек проводили по общепринятой методике (Nesin, 1984). Для изучения фенологии данного вида в природе (т.е. сопоставления опытными вариантами) в период их появления отбирали модельные растения (ветвь или кустики) устанавливали капроновые изоляторы. Бродящую паточку, т.е. приманку для сбора бабочек природной популяции готовили в трехлитровой банке, куда клали, гниющие плоды, 200–300 г корок ржаного хлеба, 3–5 кусков сахара и немного дрожжей, заливали водой, накрывали марлей и ставили банку в тепло. Через 1–2 дня состав был готов. Жидкость сливали, а в осадок опять клали хлеб и сахар, наливали воду. Забродившую гущу в 1 л емкостях подвешивали в кроне на высоте 1,5–2 м. Периодичность учетов – 5–10 дней. На стадии имаго учитывали также плодовитость (количество отложенных яиц). Количество зимующего материала определяли с использованием синтепоновых ловчих поясов, а именно впервые были испытаны синтепоновые пояса, которые качественно превосходят (не моknут, не гниют, не требуется большого объема при обертывании, многоразовое использование и т.д.) бумажные и картонные ловчие пояса, используемые в садовых хозяйствах (Рис.1).

Регистрировались суммы эффективных температур (СЭТ) для каждой фенофазы и даты появления стадий развития, как в единичном, так и массовом количестве. Рассматривались следующие фенологические периоды: а) от перехода температуры через нижний порог (10°C) развития до значений температур, при которых наблюдается вылет бабочек; б) от вылета бабочек из перезимовавшего поколения до отрождения гусениц; в) от вылета бабочек перезимовавшего поколения до вылета бабочек следующего поколения; г) от вылета бабочек I поколения до вылета бабочек II поколения. Информацию о метеоусловиях в исследуемых пунктах получали как из данных гидрометеослужбы, так и использовали личные учеты (6 раз в сутки).

Изменчивость фенологии оценивалась по изменчивости основного критерия при фенологическом прогнозе – суммы эффективных температур (Кожанчиков, 1961; Добровольский, 1969), необходимых для прохождения отдельных стадий развития в различных экоусловиях.

3. Результаты и обсуждение

При анализе фенологии яблонной плодовой гусеницы было установлено, что количество поколений и продолжительность вегетационного периода непосредственно зависят от количества температур $>10^{\circ}\text{C}$. Наблюдениями установлено, что за нижний порог нужно считать температуру, равную $+10^{\circ}\text{C}$: только с переходом средней суточной ее величины выше $+10^{\circ}\text{C}$ начинается весеннее развитие плодовой гусеницы, поэтому при организации наблюдений подсчет сумм эффективных температур было начато весной с момента перехода среднесуточного значения через $+10^{\circ}\text{C}$. Надо отметить, что проведены исследования по распределению гусениц, зимующих в почве по площади приствольного круга, в результате чего было выявлено, что основная масса гусениц (43—57%) сосредоточена около корневой шейки. По мере удаления от штамба количество зимующих гусениц резко уменьшается: на расстоянии до 0,5 м — 26—29%, на периферии кроны — не более 3 - 4 % (2019).

В наших исследованиях начало лета бабочек, полученных в результате окукливания зимующих гусениц было отмечено в первой декаде мая ($16-18,5^{\circ}\text{C}$) и даже в конце апреля при средней СЭТ $63,0-75,0^{\circ}\text{C}$. Так, начало лета бабочек перезимовавшей фазы в 2016 г. было отмечено 14-18 апреля при СЭТ $73,8^{\circ}\text{C}$, в 2017 г. — 21 апреля при СЭТ $62,5^{\circ}\text{C}$, и в 2018 г. — 6 мая при СЭТ $70,2^{\circ}\text{C}$ (Рис.2; табл.1).

Таблица 1. Календарные сроки вылета бабочек, отрождения гусениц и расчетные данные сумм эффективных температур (при «пороге» развития $+10^{\circ}\text{C}$)

Год	I поколение				II поколение				III поколение			
	начало вылета бабочек		начало отрождения гусениц		начало вылета бабочек		начало отрождения гусениц		начало вылета бабочек		начало отрождения гусениц	
	дата	СЭТ	дата	СЭТ	дата	СЭТ	дата	СЭТ	дата	СЭТ	дата	СЭТ
2016	14-18.04	73,8	20.05	202,3	20.06	702,0	28.06-01.07	815,6-892	15.08	1140,0	05.09	953,1
2017	08.05	62,5	03.06	303,7	22.07	832,9	14.08	1125,5	18.08	1220,3	03.09	1201,1
2018	29.04-06.05	70,2	20.05	182,2	17.07	879,2	20.08	1487,2	-	-	-	-

Было установлено, что начало и массовый лет (рис.1) бабочек яблонной плодовой гусеницы происходит в разные сроки продолжительности жизни. В частности, массовый лет яблонной плодовой гусеницы в 2016 г. было зарегистрировано 28 апреля при СЭТ 173°C , а в 2017 г. — 22 мая при СЭТ $185,5^{\circ}\text{C}$, и в 2018 г. — 10 мая при СЭТ $92,5^{\circ}\text{C}$ (Рис.2). При этом продолжительность периода от начала до массового лета бабочек соответствовало разным срокам (Рис.2). Отрождение гусениц в I поколении было отмечено в конце первой и начале второй декады мая до первой

декады июня (2016 г.), в 2017 г. – в первой декаде июня, а в 2018 г. – в третьей декаде мая.

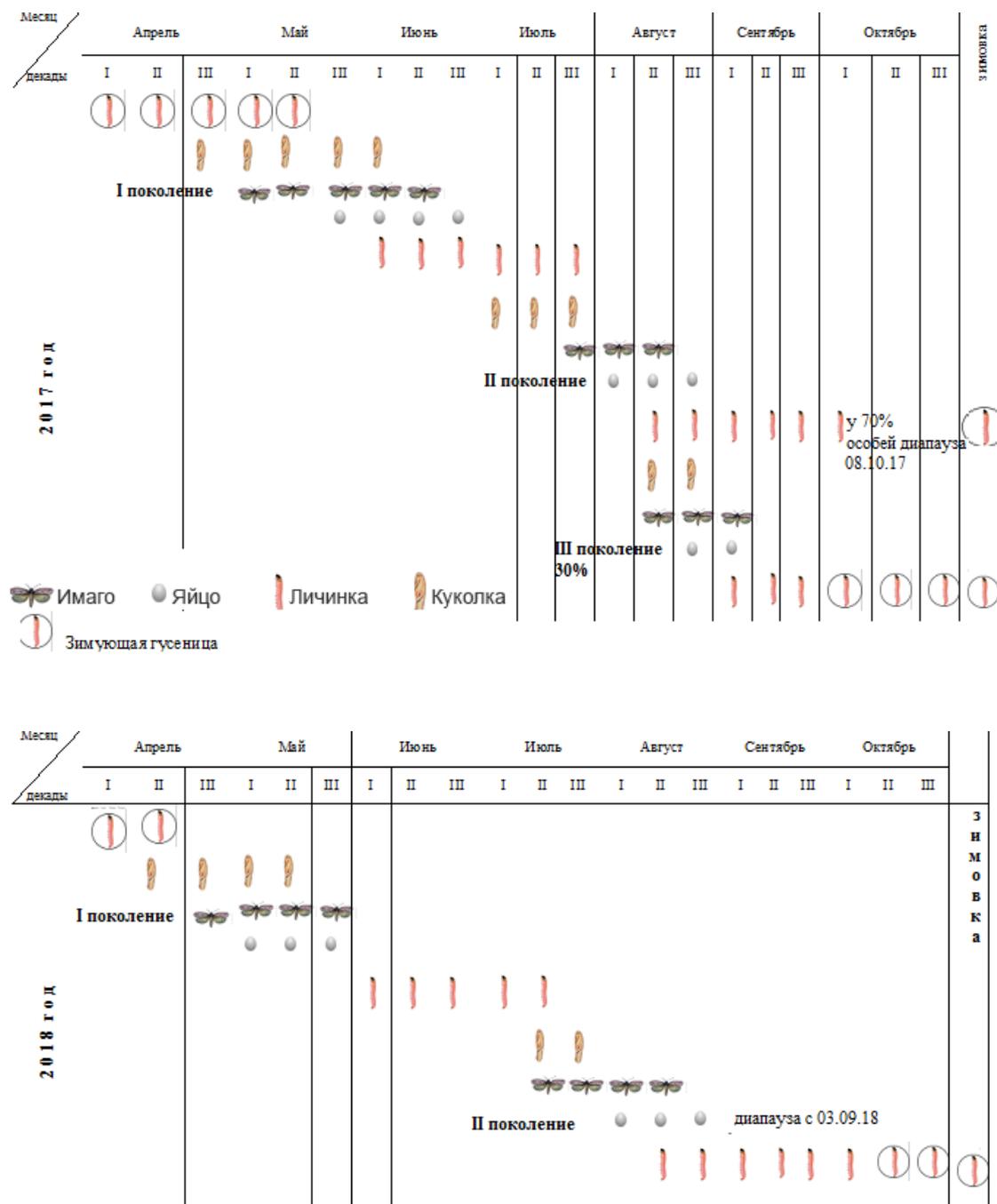


Рис. 2. Фенологический календарь развития яблонной плодовой Габала-Исмаиллинской популяции

В результате фенологических наблюдений было установлено, что в условиях этой зоны яблонная плодовая развивается в основном 2,5 поколений, но частичное развитие III поколения в природных условиях непосредственно связано наличием необходимой суммы эффективных температур. Как видно из

фенограмм (Рис.2) процесс окукливания зимующих гусениц (2017 г.) растянут до конца мая – всего 45 дней при среднесуточной температуре воздуха $12,5^{\circ}\text{C}$, относительной влажности воздуха 68-76% и длине светового дня 14ч 07 мин., а в 2018 г. процесс окукливания гусениц было отмечено на декаду раньше – надо отметить, что куколочная, имагинальная, эмбриональные фазы по сравнению с таковой в 2017 г. были менее растянуты, т.е. во второй и третьей декадах мая 2018 г. были завершены лет и кладки особей уже в I поколении.

Весенние самки после выхода из куколок нуждаются в дополнительном питании, или в капельной влаге. Обычно откладка яиц происходит на 2-й день после выхода из куколок, но может это произойти и на 4-6-ой день (лет растянут до 32-40 дней, т.е. до 3-ей декады июня (2017 г.) при среднесуточной температуре воздуха $23,5^{\circ}\text{C}$, относительной влажности 34-49% и длине дня 15ч 03 мин. Установлено, что эмбриональное развитие весной и до начала первой декады июня проходит благополучно и отрождение составляет 80-90%, а в последующие периоды, т.е. со второй декады июня до июля яйцекладка непосредственно зависит от климатических условий. Особая роль отводится местам откладки яиц. Так, весной, при появлении первых листочков, основная яйцекладка (в среднем $148,5 \pm 3,34$ на 1 самку) осуществляется следующим образом: на верхней части листа -58,2%, нижней – 5,8%, на ветвях – 35,0%.

При массовом появлении листьев и плодов яблони самочки производят кладку на верхней стороне листьев, что составило 39,8%, на нижнюю сторону листьев – 6,2%, на ветвях – 4,8%, на плоде – 40,8% (опытный материал в изоляторах).

Как видно из фенограммы, гусеничная фаза в I поколении длится 49 дней, а первые куколки обнаружены в первой декаде июля, массовое окукливание началось 10 июня при среднесуточной температуре воздуха $23-30^{\circ}\text{C}$, относительной влажности воздуха 56-73%, длине дня 16 ч 07 мин -15 ч 41 мин.

Наблюдениями выявлено, что гусеницы в 1-ом возрасте, до плодообразования питается на нижней стороне листа, после появления плодов уже гусеница второго и третьего возрастов выгрызает чашечку или поверхность плода, внедряется во внутрь до семенной камеры и питается семенами. Внутри плода гусеница развивается до 5-го возраста (первая линька на 2-3-й день после отрождения, всего же 4 линьки).

Как видно из рис.1, фаза куколки и лет летних бабочек происходит в июле-августе (до третьей декады, 2017 г.), при среднесуточной температуре воздуха $26,8-30,7^{\circ}\text{C}$ (с макс. днем $> 38^{\circ}\text{C}$), относительной влажности 40,5-70,0%, длине дня 16 ч 17 мин – 15 ч 48 мин. При этом в инсектарии, т.е. лабораторном – опытном материале в емкостях, начало и массовый лет имаго были отмечены на 5-8 дней раньше, чем в садах (в изоляторах на ветвях).

Следует отметить, что у 70% гусениц, отрожденных во второй и третьей декадах августа было обнаружено состояние физиологического покоя, т.е. диапауза формировалась в пятом возрасте в первой декаде октября с продолжительностью 20-25 дней (по признаку сморщенной кожицы и стеммы). Затем, в конце третьей декады октября начинается процесс единичного коконообразования и далее – зимовка (Рис.2, 2017 г.). Основное количество этих особей зимуют в скелетных ветках, трещинах, под корой, но имеются работы по экологии яблонной плодовой гусеницы, где указывается, что гусеницы данного

вредителя (43,3-57,0%) уходят на окукливание и зимовку в почву, в пределах проекции кроны (Rudnev & Grodsky, 1970).

Установлено, что у оставшихся 30% особей развитие продолжается, а именно во второй и третьей декадах августа появляются куколки, из которых происходит вылет бабочек при СЭТ 1220,3⁰С (Табл.1). Интенсивный лет имаго было отмечено после спада температуры и захода солнца в сумеречные часы, а в безветренные дни лет был зарегистрирован с 21 часов до появления солнца. Вылупление гусениц III поколения происходит в первой декаде сентября при среднесуточной температуре воздуха 28⁰С, относительной влажности 75-85% и длине светового дня 13 ч 05 мин - 11 ч 55 мин.

Было выявлено, что независимо от возрастного состава (от 2-го до 4-го возрастов) в 1-ой декаде октября начинается процесс коконообразования, и гусеницы готовятся к зимовке без формирования состояния диапаузы (в настоящее время продолжаются опыты по исследованию эколого-физиологических особенностей яблонной плодовой жорки, результаты которых будут представлены в последующих статьях).

Интересным фактом следует считать то, что в 2018 г. Габала-Исмаиллинская популяция яблонной плодовой жорки развивалась в полных 2-х поколениях при СЭТ за год 3331,1⁰С, с наличием в жизненном цикле состояния физиологического покоя (03.09.2018 г., продолжительность диапаузы 1,5 недели). Как видно из данных, представленных на рис.2, в 2018 г. имагинальная и эмбриональная фазы развития данного вредителя завершаются в августе. А именно, лет бабочек II поколения прекращается в конце 2-й декады августа – разница >20 дней по сравнению с таковым в 2016 и 2017 гг. Установлено, что в 2016 г. лет бабочек в III поколении происходит при наборе СЭТ 438⁰С, а в 2017 г. – при СЭТ 387,4⁰С (Табл.1). А значит, поздний лет бабочек II поколения в 2018 г. приводит к недостаточному набору суммы эффективных температур, необходимых для лета бабочек III поколения.

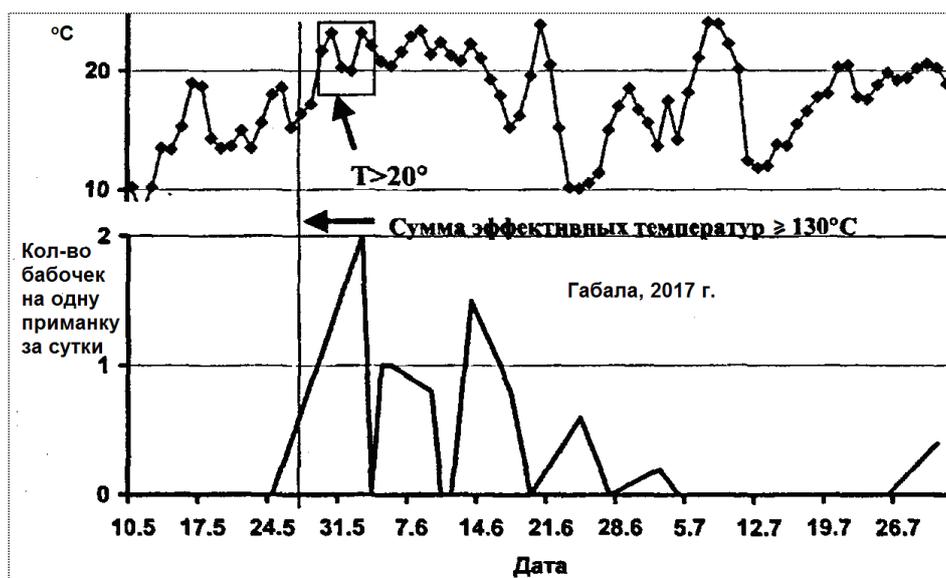


Рис. 3. Влияние температуры на лет бабочек яблонной плодовой жорки Габала-Исмаиллинской популяции (июнь-июль, 2017 г.)

Из литературных сведений (Tretyakov, 2006) известно, что активный лёт плодоярки происходит только в том случае, если среднесуточные температуры воздуха превышают 17-20°C. При этом массовый лёт, практически никогда не начинается ранее накопления 150°C эффективных температур, считая от начала вегетационного периода.

Выявлено, что наиболее заметным, или, по крайней мере, весьма значительным, бывает, как правило, самый первый пик лёта; Этот пик лёта почти всегда начинается на 3-5-е сутки со среднесуточными температурами, превышающими 20°C, считая от даты, когда сумма температур превышает 130-150°C (Рис.2).

Таким образом, сигнализация оптимального срока для применения инсектицидов в данном регионе должна происходить по схеме 1) расчет даты, когда сумма эффективных температур достигает $\geq 130^\circ\text{C}$, 2) отсчет 3-х по счёту суток со среднесуточными температурами, превышающими 20°C, начиная от даты достижения СЭТ 130С С, которые дают в сумме ещё немногим более 30°C эффективных температур, 3) добавление к рассчитанной дате начала массового лета количество дней, необходимых для спаривания имаго, откладки яиц и эмбрионального развития (как правило, 10-15 дней, исходя из необходимой для этого суммы эффективных температур 100-110°C).

Литература

- Abdullaev E.N. (1974). Entomophages of the apple codling moth. *Plant Protection*, 8, 27.
- Balygina E.B. (2009). Methods for controlling the dynamics of the population of the apple codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.) in the Crimea. *J. Sadivnitstvo*, 62, 175-182.
- Dobrovolsky B.V. (1969). *Phenology of Insects*. Moscow, 1969, 232.
- Kozhanchikov I.V. (1961). *Methods of Investigation of the Ecology of Insects*. Moscow, Visshaya Shkola, 229.
- Kulieva H.F. (2019). Ecological and physiological characteristics of the Azerbaijani population of the codling moth *Laspeyresia pomonella* L. *Problems of Modern Science*, 8(141), 14-21.
- Mamedov Z.M. (2004). *Parasites of Harmful Lepidopteran Fruit Crops in Azerbaijan and Ways of Their Use in Biological Protection*. Baku, Elm, 236.
- Nesin A.P. (1984). *Regulation of seasonal cycles in some diptera and Lepidoptera developing inside plant tissues*. Ph.D. Thesis, 126.
- Rudnev D.F., Grodsky V.A. (1970). Some ecological features of the apple codling moth (*Carpocapsa pomonella* L.) wintering in the soil. *Bulletin of Zoology*, 42-46.
- Khilevsky V.A. (2015). Apple moth in the Rostov region/Research and development. Collection of articles on the materials of the VII international scientific-practical conference, 73-77.
- Pavlov I.N. (2002). Bioecological features of the development of the apple codling moth and improving the protection of the apple tree from it in the southern part of the North-West region of Russia. Ph.D Thesis, 143.
- Tsimdinysh M.A. (1961). Pests of fruit crops and their parasites in the conditions of the Latvian SSR. *Transactions of the Institute of Biology, Academy of Science of the Latvian SSR*, 20, 85-106.