

К ИЗУЧЕНИЮ ДИНАМИКИ ЛЕТА И ЧИСЛЕННОСТИ БАБОЧЕК ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ — *LASPEYRESIA POMONELLA* L. (LEPIDOPTERA, TORTRICIDAE) С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕТОЛОВУШЕК

В. П. Васильев, В. П. Приставко

(Украинский научно-исследовательский институт защиты растений)

В последнее десятилетие в ряде стран интенсивно разрабатывается новый метод борьбы с опаснейшим вредителем плодовых культур — яблонной плодожоркой (*Laspeyresia pomonella* L.), основанный на половой стерилизации.

Одним из существенных элементов такого метода является определение численности природной популяции насекомых. Это сложная задача, т. к. бабочки яблонной плодожорки ведут относительно скрытный образ жизни и визуальные наблюдения здесь непригодны. Возможным способом определения количества бабочек является использование различного рода механических ловушек с привлекающими агентами в виде аттрактантов или светового излучения.

В свое время немало внимания уделялось пищевым аттрактантам, однако их применение не дало достаточно удовлетворительных результатов (Грин, Бероза, Холл, 1962). Изучение и идентификация половых аттрактантов яблонной плодожорки находятся еще в начальной стадии (Butt, Hathaway, 1966). Применение в качестве источника половых аттрактантов самок яблонной плодожорки (Proverbs, Newton, Logan, 1966, 1967) не решает проблемы полностью ввиду недостаточной стандартности этого приема.

Известно, что бабочек яблонной плодожорки привлекает ультрафиолетовое излучение (Eyer, 1937; Collins, Machado, 1943; Жигальцева, Чернобровина, 1966 и др.).

Сравнивая уловы на светоловушки за определенные периоды, можно судить о динамике численности бабочек в течение сезона. Однако эта информация не отвечает на вопрос о плотности популяции, т. к. не содержит сведений о наличном количестве особей на единицу площади.

Попытки определения численности популяции по интенсивности прилета насекомых к светоловушке (Терсков, Коломиец, 1966), на наш взгляд, недостаточно результативны. Кроме того, использование для этих целей материалов, полученных с помощью одной ловушки, представляется сомнительным ввиду неравномерности распределения насекомых в биотопе и ограниченности «светозоны» ловушки из-за интенсивного поглощения ультрафиолетового излучения воздухом; на видимую же часть спектра бабочки яблонной плодожорки реагируют слабо.

Более точные данные о численности насекомых дает метод повторного отлова маркированных особей. Результаты его проверки в условиях строгого эксперимента свидетельствуют о высокой степени совпадения расчетных и фактических данных (Cook, Brower, Croze, 1967). Но этот метод трудоемок и обычно требует значительного количества насекомых. Поэтому проводить частые выпуски маркированных особей в течение сезона трудно. Между тем количество учетов при изучении динамики численности бабочек яблонной плодожорки должно быть значительным,

т. к. лёта бабочек чрезвычайно растянут и в условиях Украины продолжается четыре-пять месяцев (Васильев, 1951).

Задачей наших исследований явилось изучение возможности установления плотности популяции яблонной плодовой жорки на основе регулярных наблюдений за динамикой лёта бабочек и одно-двукратного определения в течение сезона количества особей на единицу площади методом повторного вылова маркированных насекомых.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводили 1.VII—1.IX 1967 г. в зоне развития двух полных поколений яблонной плодовой жорки в яблоневом саду Украинского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия (г. Одесса) площадью 3 га на фоне высокой численности вредителя и 17.V—18.VIII 1968 г. в зоне частичного развития второй ее популяции в саду колхоза «Жовтень» Обуховского р-на Киевской обл. площадью 3,5 га на фоне средней численности вредителя. Для наблюдения были использованы светоловушки ЭСЛУ-3 конструкции С. В. Андреева, относящиеся к т. н. «пенсильванскому» типу (Frost, 1957), с источниками ультрафиолетового излучения в виде ламп ЭУВ-15. Чтобы нивелировать влияние суточного ритма активности насекомых при определении количества выловленных бабочек по всем дням недели, в качестве учетного выбрали период наиболее активного лёта (ПАЛ), который наблюдается в 21—1 час.

В 1967 г. были использованы четыре светоловушки, а в 1968 г. — пять. На территории сада их расставляли равномерно.

Маркировали бабочек путем опрыскивания их в специальном боксе раствором KH_2PO_4 , меченым P^{32} (Приставко, Черный, 1969).

Численность бабочек яблонной плодовой жорки на опытном участке рассчитывали по формуле:

$$x = \frac{A \cdot N}{a},$$

где x — искомое количество бабочек, A — количество выпущенных маркированных особей, N — общее количество бабочек, отловленных светоловушками, a — количество отловленных маркированных особей.

Основные элементы методики были описаны ранее (Приставко, Некрутенко, Гонтарь, 1968; Приставко, Черный, 1969; Приставко, 1969, 1969а).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Несмотря на высокую степень стандартности в работе светоловушек, количество насекомых, отловленных каждой из них в одно и то же время в том самом саду различно. Это является следствием того, что плотность популяции в различных участках сада неодинакова; она обуславливается рельефом участка, его конфигурацией, разнообразием сортового состава деревьев и т. д., а также различной степенью воздействия абиотических факторов (главным образом скорости ветра) при разном местоположении ловушек.

В связи с этим возникает вопрос: как сводить результаты работы ловушек за один день? Достаточно ли для этого вычислять среднее арифметическое или необходимо прибегать к более сложному расчету, например, определять средние геометрические показатели? Необходимость использования в ряде случаев средних геометрических при количественном учете насекомых, выловленных светоловушками, была в свое время

показана Вильямсом (Williams, 1937, 1940) и дополнительно обоснована А. А. Любищевым (1958).

Для выяснения этого вопроса обработка опубликованных нами ранее материалов по динамике лёта бабочек II поколения, характеризующих активность их лёта, была проведена обоими способами (Приставко, 1969а) (рис. 1). Кривая динамики лёта, построенная по средним геомет-

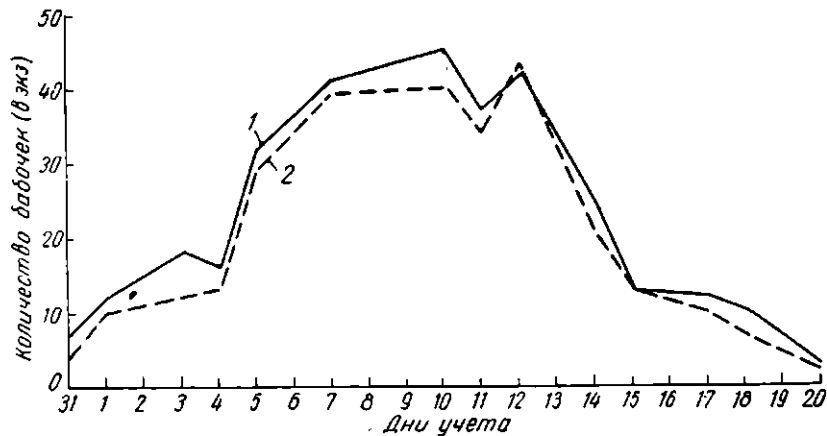


Рис. 1. Динамика лёта бабочек второго поколения яблонной плодовой яблони (плодожорки) на ультрафиолетовые светоловушки (31 июля — 20 августа 1967 г. Одесса):

1 — средний арифметический улов; 2 — средний геометрический улов.

рическим, более плавна, в особенности в периоды относительно невысокой численности бабочек, и от кривой, построенной по средним арифметическим, отличается не существенно. Поскольку расчет средних арифметических значительно проще, то ими можно пользоваться для практических целей с вполне удовлетворительной степенью точности. Наблюдавшиеся 4, 11 и 15 августа спады численности объясняются тем, что в эти дни после проведения учетов отловленных бабочек обратно в сад не выпускали, а использовали для различных целей, в частности для радиомаркировки.

Сравнивая средние уловы по дням, мы наблюдаем закономерное увеличение активности лёта. Здесь необходимость какой-либо дополнительной статистической обработки не возникает. По-видимому, в этом случае также нет необходимости проводить ежедневные учеты, а лишь через день или один раз в три-четыре дня. Это возможно при хороших погодных условиях — относительно высоких ночных температурах воздуха и отсутствии сильных ветров. При наших исследованиях температура во время ПАЛ в отмеченный период не опускалась ниже $16,2^{\circ}$, средняя за ПАЛ температура колебалась в пределах $18,2-21,4^{\circ}$, т. е. была оптимальной для лёта бабочек плодовой яблони (Приставко, 1969).

Иную картину можно наблюдать при исследовании динамики численности плодовой яблони в другой период (например, в весенний) или в другой зоне Украины с менее благоприятными погодными условиями, как это имело место в наших опытах 1968 г.

Известно, что количество насекомых, в т. ч. и бабочек яблонной плодовой яблони, отловленных светоловушками, в значительной степени зависит не только от их численности в биотопе, но и от активности лёта, определяемой рядом абиотических факторов. Как мы установили, важнейшими из них для плодовой яблони являются температура воздуха и скорость ветра. Поскольку в лесостепной зоне Украины температура в период лёта часто

бывает ниже оптимальной, то для того, чтобы судить о динамике численности особей в биотопе необходимо данные динамики лёта привести к нормальным (оптимальным) условиям.

Мы предложили формулу (Приставко, 1969) для определения расчетного однодневного улова за ПАЛ при оптимальных средних температуре и скорости ветра:

$$N = n + \bar{n} [0,14(18 - t) + 0,37(V - 1)],$$

где N — искомый расчетный улов, n — фактический однодневный улов; \bar{n} — средний однодневный улов за исследуемый период, определяемый как среднее арифметическое размера уловов за ПАЛ по всем дням исследований в течение сезона в данном биотопе; $0,14=14\%$ — величина, на которую изменяется размер улова при изменении средней за ПАЛ температуры воздуха на 1° ; $(18-t)$ — разница между средней фактической и оптимальной температурами за ПАЛ; $0,37=37\%$ — величина, на которую изменяется размер улова при изменении скорости ветра на 1 м/сек, и $(v-1)$ — разница между фактическим и оптимальным значениями скорости ветра.

Предложенная формула является приближенной, т. к. с целью упрощения расчетов допускается, что изменения активности лёта под влиянием указанных факторов носят линейный характер. Фактически данная зависимость более сложна, однако, как показывает наш опыт, это не имеет существенного практического значения.

Зависимость фактических и расчетных уловов бабочек яблонной плодовой галлицы от температуры и скорости ветра

Дата	Средняя температура за ПАЛ (в $^\circ$ С)	Средняя скорость ветра за ПАЛ (в м/сек)	Фактический улов (в экз.)	Расчетный улов (в экз.)
10.VI	23,0	1,1	13	13,7
11.VI	19,2	0,5	13	13,0
12.VI	20,5	2,5	4	14,7
13.VI	13,7	0,6	1	12,7
14.VI	13,7	0,4	8	19,7
Коэффициент вариации (в %)	—	—	61	17
15.VI	19,9	0,1	20	
16.VI	18,9	0,0	21	
17.VI	20,0	0,6	34	
18.VI	19,3	0,1	25	
19.VI	21,7	0,8	17	
Коэффициент вариации (в %)	—	—	25	—

Пример использования расчетной формулы приведен в таблице. В ней сопоставляются данные об уловах за две пятидневки — с 10 по 14 и с 15 по 19 июня 1968 г. Здесь и далее приведено суммарное количество бабочек по пяти светоловушкам, т. к. ранее было показано (рис. 1), что производить усложненный расчет по уловам каждой ловушки нет необходимости.

В первой пятидневке наблюдались резкие температурные спады и увеличение скорости ветра, что заметно отразилось на улове, вследствие чего произведена соответствующая корректировка. Погодные условия во второй пятидневке были оптимальными для лёта плодовой галлицы, поэтому величина фактического улова в корректировке не нуждалась.

Необходимость дополнительного расчета видна из сопоставления степени изменчивости размеров уловов, характеризуемой коэффициентом вариации (Рокицкий, 1964). Этот коэффициент в первой пятидневке составлял 61%, во второй — 25%. В то же время коэффициент вариации данных расчетных уловов в первую пятидневку составлял 17%, т. е. зна-

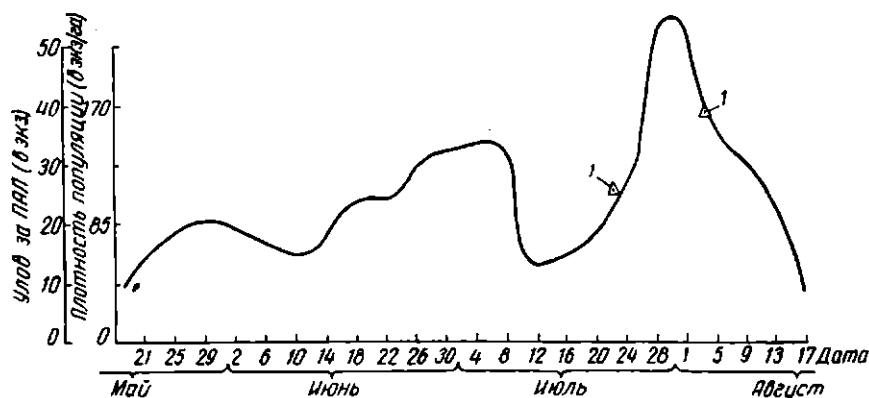


Рис. 2. Сезонная динамика лёта бабочек яблонной плодовой яблони на ультрафиолетовые светоловушки (1968 г., Киев):

1 — плотность популяции по данным отлова маркированных бабочек.

чительно приближался к величине, характерной для оптимальных условий лёта.

Если сопоставить уловы за различные дни, в т. ч. и по близлежащим календарным датам, то можно заметить довольно значительную разницу между ними. Такая изменчивость уловов объясняется колебаниями численности бабочек в результате неравномерности темпов развития предшествующих стадий (гусеница, куколка), которая в зоне с частыми изменениями погодных условий проявляется более резко. По-видимому, сказывается также ошибка репрезентативности, более ошутимая при невысокой численности насекомых.

В этих условиях при расчетах численности бабочек правильнее пользоваться средними арифметическими данными за пятидневку или за декаду (различие между средними арифметическими и средними геометрическими в этом случае также оказалось несущественным).

Как свидетельствует наш опыт, анализ средних уловов за пятидневку позволяет в большей степени выявить колебания численности. Среднедекадные данные более четко выражают общую тенденцию изменения численности плодовой яблони в течение сезона.

Активность лёта яблонной плодовой яблони на ультрафиолетовое излучение за исследуемый период 1968 г. изображена графически на рис. 2. Для построения графика взяты средние уловы за пятидневку. Эта кривая показывает динамику численности бабочек в относительных единицах. Нас же интересует динамика плотности популяции, т. е. изменение количества бабочек на единицу площади в абсолютных цифрах. Для того, чтобы перейти к абсолютным единицам, необходимо каким-то путем определить фактическую численность бабочек на определенное время. Затем, взяв в качестве эталона величину активности лёта, соответствующую определенной фактической численности, проградировать с ее помощью ось ординат графика активности лёта в единицах, выражающих плотность популяции, например количество бабочек на 1 га исследуемого биотопа.

Так, 24 июля и 4 августа 1968 г. мы выпускали маркированных бабочек и определяли плотность популяции методом повторного вылова*. В первом случае было выпущено 90 бабочек, во втором — 200. Отловлено в течение двух дней соответственно 78 и 109 бабочек, из них маркированных оказалось 18 и 38. Рассчитанная по этим данным плотность популяции на 24—25 июля составила 111 экз/га и на 4—5 августа — 164 экз/га (см. рис. 2, 1).

На основании этих материалов с помощью обычной пропорции можно рассчитать величину активности лёта, соответствующую численности популяции, например, в 100 бабочек на 1 га. Взяв эти данные в качестве эталона, откладываем их на оси ординат графика 2 и строим новую шкалу в абсолютных единицах, характеризующих численность бабочек на 1 га сада. В результате, как это показано на рис. 2, с помощью кривой динамики лёта можно определять численность бабочек в любой период сезона.

В принципе достаточно разового определения плотности популяции путем повторного отлова бабочек. Однако проведение второго или нескольких учетов дает нам возможность оценить достоверность этого приема. Так, взяв в качестве эталона данные за 24—25 июля (78 бабочек, пойманных за ПАЛ в течение двух дней, соответствуют 111 экз/га), по графику определяем, что 4—5 августа плотность популяции составляла 155 экз/га. Плотность популяции, определенная для этого периода методом повторного вылова, составила, как указывалось выше, 164 экз/га. И, наоборот, взяв в качестве эталона данные за 4—5 августа (109 бабочек, пойманных за два дня, соответствуют плотности популяции 164 экз/га), определяем степень совпадения расчетных и фактических данных на 24—25 июля. Плотность популяции по этим данным должна составить 108 экз/га, при определении методом повторного вылова, как указывалось выше, она была равна 111 экз/га. В первом случае расхождение составило 5,5%, во втором — 2,8%.

Для уменьшения ошибки в качестве эталона для построения нового масштаба можно брать средние данные по двум или трем определениям численности бабочек методом повторного вылова.

Приведенные материалы, а также результаты проведенных нами трехлетних испытаний свидетельствуют о достаточно высокой степени точности описываемого приема, что позволяет в целом считать этот способ учета численности бабочек заслуживающим внимания.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев В. П. 1951. Экологические условия развития и зональное районирование распространения яблонной плодовой гнили в УССР. Сб. раб. по защ. раст. Укр. ин-та плодов., в. 32.
- Грин Н., Бероза М., Холл С. 1962. Последние достижения в области химических средств, привлекающих насекомых. В сб.: «Успехи в области изучения пестицидов», М.
- Жигальцева М. И., Чернобровина С. М. 1966. О применении ультрафиолетового источника излучения в борьбе с вредными насекомыми. Зоол. журн., т. XLV, в. 3.
- Любищев А. А. 1958. К методике количественного учета и районирования насекомых. Фрунзе.
- Приставко В. П., Некрутенко Ю. П., Гонтарь А. Г. 1968. Изучение плотности и численности популяций вредных насекомых с помощью светоловушек. В сб.: «Биологический метод борьбы с вредителями растений». Рига.
- Приставко В. П., Черний А. М. 1969. Маркірування метеликів яблуневої плодової гнилі радіоактивним фосфором. В сб.: «Захист рослин», в. 10. К.
- Приставко В. П. 1969. К методике изучения динамики численности и плотности популяций насекомых, летящих на ультрафиолетовое излучение. Вестн. зоол., № 6.

* Маркировал бабочек и определял плотность популяции А. М. Черний.

- П р и с т а в к о В. П. 1969 а. Оценка влияния некоторых абиотических факторов на отлов бабочек яблонной плодовой светолушками с источниками ультрафиолетового излучения. Зоол. журн., т. XLVIII, в. 8.
- Р о к и ц к и й П. Ф. 1964. Биологическая статистика. Минск.
- Т е р с к о в И. А., К о л о м и е ц Н. Г. 1966. Световые ловушки и их использование в защите растений. М.
- В у т т В. А., H a t h a w a y D. O. 1966. Female sex pheromone as attractant for male codling moth. J. Econ. Entomol., v. 59, № 2.
- С о л л и н с D. L., M a c h a d o W. 1943. Reactions of the codling moth to artificial light and the use of light traps in its control. J. Econ. Entomol., v. 36, № 6.
- С о о k L. M., B r o w e r L. P., C r o z e H. J. 1967. The accuracy of a population estimation from multiple recapture data. J. Anim. Ecol., v. 36, № 1.
- Е y e r J. R. 1937. Ten-years' experiments with codling moth bait traps, light traps, and trap bands. N. Mex. Agr. Expt. Sta. Bull., v. 253.
- F r o s t S. W. 1957. The Pennsylvania insect light trap. J. Econ. Entomol., v. 50, № 3.
- Р о в е р б с M. D., N e w t o n J. R., L o g a n D. M. 1966. Orchard assesment of the sterile male technique for control of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae). Canad. Entomol., v. 98, № 1.
- И х ж е. 1967. Autocidal control of the codling moth by release of males and females sterilized as adults by gamma radiation. J. Econ. Entomol., v. 60, № 5.
- W i l l i a m s C. B. 1937. The use of logarithms in the interpretation of certain entomological problems. Ann. appl. Biol., v. 24.
- Е г о ж е. 1940. An analysis of four years captures of insects in light trap. Part II. The effect of weather conditions on insect activity; and the estimation and forecasting of changes in insect population. Trans. R. Entomol. Soc. London, v. 90, part 8.

Поступила 16.IV 1969 г.

**A LIGHT-TRAP STUDY OF *LASPEYRESIA POMONELLA* L.
(LEPIDOPTERA, TORTRICIDAE) FLIGHT DYNAMICS
AND POPULATION QUANTITY**

V. P. Vasiliev, V. P. Pristavko

(Ukrainian Research Institute of Plant Protection, Kiev)

S u m m a r y

A method is described for estimation of *L.pomonella* L. population density based on permanent determination of flight dynamics in combination with limited mark-release-recapture data. The accuracy of the populational estimation was about $\pm 10\%$.