

Н. И. Горышин

СООТНОШЕНИЕ СВЕТОВОГО И ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРОВ В ФОТОПЕРИОДИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ НАСЕКОМЫХ

Многочисленные исследования, посвященные изучению диапаузы у насекомых, позволяют заключить, что температура и свет являются важнейшими факторами, регулирующими это явление. До настоящего времени влияние этих факторов на возникновение диапаузы изучалось изолированно друг от друга. В настоящей статье дается попытка исследовать их взаимоотношения.

При постановке опытов учитывались результаты, опубликованные в серии работ А. С. Данилевского и сотрудников (Данилевский, 1948; Данилевский и Гейспиз, 1948; Гейспиз, 1949; Данилевский и Глиняная, 1949; Данилевский и Глиняная, 1950; Комарова, 1949).

Ввиду того, что сезонная динамика длины дня и температуры изменяются с географической широтой места, с экологической точки зрения интересно было выяснить влияние общего температурного фона на критическую длину дня, необходимую для возникновения диапаузы. Такие опыты были поставлены с гусеницами бабочки *Acronicta rumicis* L. Исходный материал был получен из Курской области.

Опыты велись при трех температурах: 25, 20 и 15°С. При каждой температуре было проведено по пяти серий опытов на разной длине дня: 14, 15, 16, 17 и 24 ч. света в сутки. Кроме того использованы данные, полученные при длине дня в 18 ч.

Критическая длина дня, т. е. наибольшее число часов света в сутки, вызывающее диапаузу куколок, подробно определена для *A. rumicis* при 25° Данилевским (1948) и служила нам контролем к остальным сериям.

Результаты опытов приведены на графике (рис. 1). Из графика видно, что критическая длина дня увеличивается при понижении температуры с 16 ч. при 25° до 18 ч. при 20°С. Для 15° нами не было предусмотрено опытов с длиной дня от 17 до 24 ч., поэтому критическая длина дня для этой температуры точно не определена. Однако обнаруженный факт вылета бабочек при воспитании гусениц в условиях температуры 15° и круглосуточного освещения чрезвычайно интересен и показывает высокую эффективность светового воздействия на регуляцию диапаузы, даже при низких температурах. Это тем более интересно, что литературные данные отрицают возможность развития *A. rumicis* без диапаузы при температуре ниже 20° (Кожанчиков, 1948).

В связи с обнаружением значительного влияния биологически эффективных температур на изменение критической длины дня возник вопрос о значении периодических падений температуры ниже порога развития. Такие падения температуры часто наблюдаются весной и осенью, особенно

в ночные и утренние часы, и являются важным экологическим фактором, влияющим на развитие в природных условиях. Действие их интересно и для выяснения некоторых сторон физиологии фотопериодической реакции у насекомых.

При разработке схем описываемых опытов были учтены результаты, полученные Данилевским и Глиняной (1950), которые показали, что если темновой период короткого дня (12 ч.) прервать посредине трехчасовым импульсом света при оптимальной температуре, то эффект короткого дня снимается. Такая высокая физиологическая активность даже коротких импульсов света известна также для растений. С понижением температуры действие такого светового импульса на развитие насекомых слабеет и при температурах ниже порога развития исчезает.

Чтобы изучить влияние низких температур на фотопериодическую реакцию и в то же время избежать возможного специфического действия

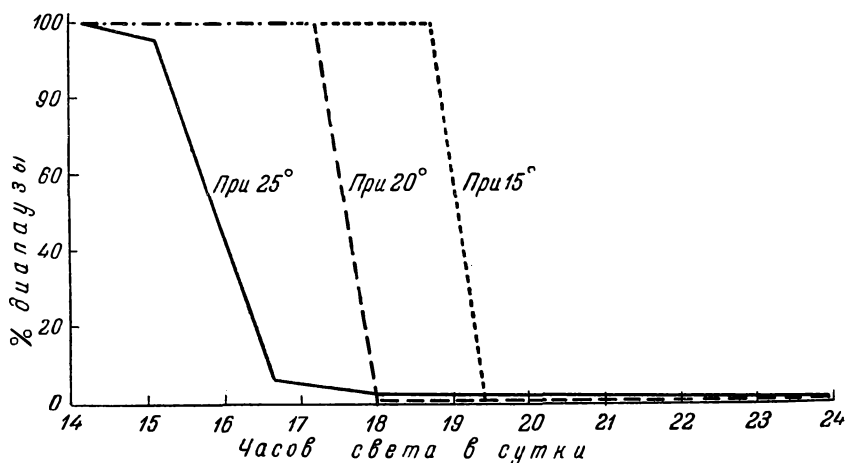


Рис. 1. Изменение критической длины дня при воспитании гусениц *Acronicta rumicis* L. в разных температурных условиях.

длительного охлаждения и значительного понижения средних температур, нами были применены сходные схемы опытов с трехчасовым охлаждением до температуры 2—7°C. Остальное время суток поддерживалась температура 25°. Предварительными опытами было установлено, что для получения более ясных результатов удобнее всего пользоваться двумя фотопериодами с 14 и 17 ч. света в сутки, так как между ними (при 25°) расположена критическая длина дня.

Одной из задач опытов была проверка ряда предположений о физиологическом значении светлого и темного периодов фотопериодической реакции.

Схемы и полученные результаты основных опытов приведены на рис. 2, из которого видно, что воспитание гусениц *A. rumicis* в условиях длинного дня при 17 ч. света и 7 ч. темноты в сутки приводит к развитию куколок без диапаузы (опыт 1). Короткий день — 14 ч. света и 10 ч. темноты — дает 100% диапаузирующих куколок (опыт 2).

Опыты 3 и 4, результаты которых аналогичны предыдущим, показывают, что охлаждение не оказывает влияния в течение темного периода суток. Но трехчасовое охлаждение в светлый период суток, следующий за периодом темноты (опыт 5), изменяет развитие без диапаузы на развитие с диапаузой, причем все куколки диапаузируют, как при 10 ч. темноты.

Следовательно, происходит как бы суммирование периодов охлаждения и темноты.

Интересно, что действие кратковременных периодов охлаждения, расположенных посредине светлого периода суток, снимается предыдущим воздействием света так же, как и соответственно расположенные периоды темноты (опыты 6 и 7). Это еще более усиливает сходство их физиологического воздействия.

Напрашивается мысль, что темнота не влияет на какие-либо процессы, регулирующие диапаузу, и поэтому понижение температуры темного периода суток до уровня, практически приостанавливающего процессы, роста и развития активных фаз насекомых, не действует на эффект фотопериодической реакции.

Описанные опыты показывают, что длительность светового дня, играющая большую роль в регулировании диапаузы у многих насекомых, дей-

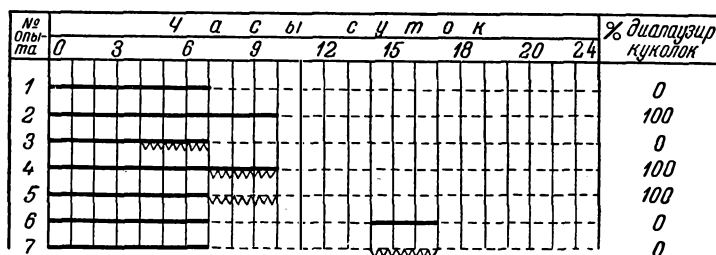


Рис. 2. *Сплошная линия — часы темноты, прерывистая — часы света, ломаная — период охлаждения до +5°. Пояснения в тексте.*

ствует в тесной связи с температурными условиями. При этом оказывается что:

1) световой фактор в области биологически эффективных температур доминирует над температурным и оказывается решающим в регулировании диапаузы, — это доказывается развитием без диапаузы при температуре 15°C и круглосуточном освещении;

2) понижение температуры вызывает возрастание критической длины дня, характеризующей фотопериодическую реакцию;

3) температуры ниже порога развития при освещении действуют, как и темнота, причем периоды такого охлаждения могут суммироваться с периодами темноты, укорачивая физиологически эффективную длину дня.

Может быть все эти данные являются следствием одного более общего положения, а именно, что как в темноте, так и при низких температурах не происходит никаких процессов, регулирующих диапаузу. Последние идут только на свету и в условиях биологически эффективных температур.

Хотя это последнее положение не является вполне доказанным, изложенные факты делают его вероятным.

Если принять это положение, то становится понятным исчезновение фотопериодического эффекта при высоких температурах, отмеченное Шеллом (Shull, 1929) для тлей и Гейспиз (1949) для соснового шелкопряда. Повидимому, под влиянием высоких температур критическая длина может снижаться до величины менее 12 ч.

Отсюда также вытекает, что критическая длина дня в природных условиях при колеблющихся температурах должна определяться преимущественно дневными температурами, а не среднесуточными. Ночные тем-

пературы лишь задерживают процессы развития, но не влияют на фото-периодическую реакцию.

Результаты изложенных опытов позволяют сделать и некоторые экологические обобщения. При анализах условий развития видов в природе необходимо учитывать установленную выше возможность суммирования влияний низкой температуры и темноты, сокращающую эффективную длину светового дня. Особенно часто такое температурное «сокращение» длины дня может наблюдаться весной и осенью.

Поскольку критическая длина дня зависит от температуры, она может изменяться для одного вида с изменением широты места и высоты над уровнем моря. В связи с более низкими температурами северных и гор-

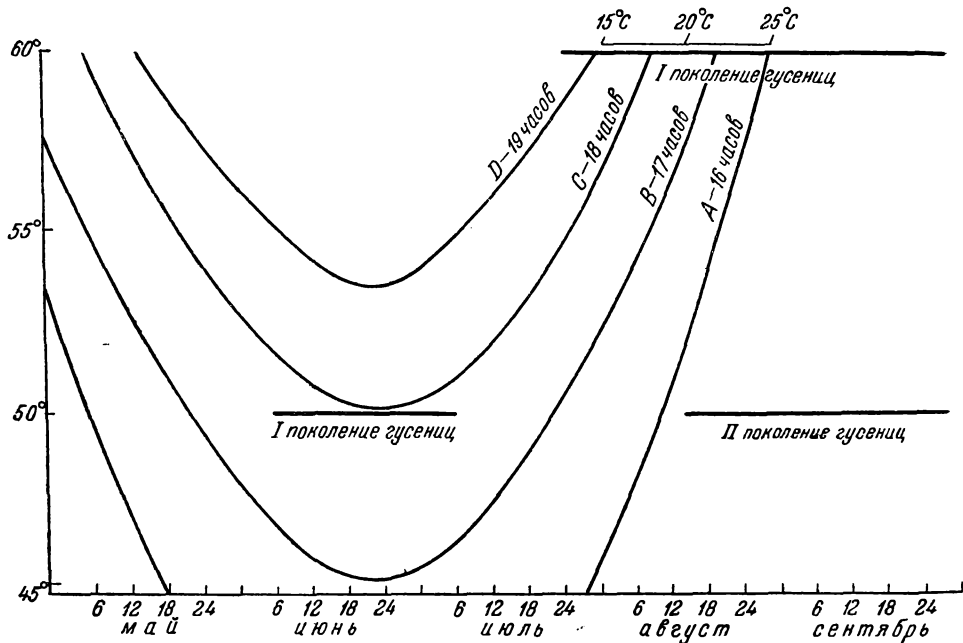


Рис. 3. Схема соотношения световых и температурных условий развития *Acronicta rumicis* L. в природных условиях. Пояснения в тексте.

ных районов диапауза в них будет возникать при более длинном дне по сравнению с южными и пониженными местностями.

Интересно оценить экологическое значение сдвигов критической длины дня. Для *A. rumicis* критическая длина дня, как было показано, увеличивается приблизительно на 1.5 ч. при понижении температуры на 5°, что соответствует почти месячному изменению длины дня в средних широтах.

На основании полученных данных ниже приводится попытка сравнения экологических условий развития и фенологии *A. rumicis* в разных широтах.

На рис. 3 показано изменение соотношения световых и температурных условий с широтой места. На ординате нанесена широта места, на абсциссе — календарные сроки. Кривые соединяют точки равной длины дня для разных широт и в разные календарные сроки (вычерчено по Шаронову, 1945).

Эти длины дня, как было показано в экспериментальной части, являются для *A. rumicis* критическими при разных температурах от 25 до 15°. При этом длине дня в 19 ч. соответствует критическая температура

около 15°C, 17.5—20°C и 16 ч. — 25°C. (Температура указана для каждой кривой в верхней части графика). На 50° с. ш. (рис. 3) нанесена фенология фазы гусеницы *A. rumicis* для Полтавы, а на 60° — то же для Ленинграда.

Из графика видно, что развитие первой (летней) генерации гусеницы *A. rumicis* в Полтаве протекает в условиях длины дня 18—17 ч. света в сутки, а второй (осенней) — менее 16 ч. В связи с этим летние куколки дают вылет бабочек без диапаузы, а осенние диапаузируют.

Развитие гусениц *A. rumicis* в Ленинграде происходит при средней температуре около 15° и растянуто с конца июля до осени. Длина дня при этом быстро уменьшается от 19 до 16 ч. света в сутки. Дневные температуры в этот период также не высоки и соответствуют критической длине дня не менее 18 ч. света в сутки. Следовательно, фактически развитие гусениц, особенно старших их возрастов, наиболее чувствительных к фоторитмике, протекает в условиях короткого дня, что приводит к диапаузе куколок и к развитию в Ленинградской области только одной генерации *A. rumicis*.

Лишь в исключительно теплые годы наиболее ранние гусеницы могут частично дать второе поколение. Это подтверждается нахождением 16 августа бабочки, относящейся, вероятно, ко второму поколению (коллекция лаборатории энтомологии ЛГУ).

Результаты изложенных опытов частично вскрывают те сложные взаимосвязи, которые существуют между фотопериодической реакцией насекомых и влиянием температурного фактора. При этом фотопериодическая реакция оказалась зависящей не только от длины дня, но и от температуры, а характеризующая ее критическая длина дня изменяется в зависимости от конкретных экологических условий, несмотря на строгое постоянство сезонных изменений фоторитмики.

Результаты этих опытов и выводы из них нельзя распространять на всех насекомых, однако возможность подобных закономерностей все же нужно учитывать при изучении явления диапаузы у любого вида.

ЛИТЕРАТУРА

- Астауров Б. А. 1933. Племенное шелководство в Японии и задачи шелководства в СССР. М.—Л. — Бродский А. 1948. Физическая химия, ч. II. — Гейспиг К. Ф. 1949. Свет как фактор, регулирующий цикл развития соснового шелкопряда. Докл. АН СССР, 68, 4 : 781—784. — Данилевский А. С. 1948. Фотопериодическая реакция насекомых в условиях искусственного освещения. Докл. АН СССР, 60, 3 : 481—484. — Данилевский А. С. и К. Ф. Гейспиг. 1948. Влияние суточной периодичности освещения на сезонную цикличность насекомых. Докл. АН СССР, 59, 2 : 337—340. — Данилевский А. С. и Е. И. Глиняная. 1949. О влиянии соотношения темных и светлых периодов суток на развитие насекомых. Докл. АН СССР, 68, 4 : 785—788. — Данилевский А. С. и Е. И. Глиняная. 1950. О влиянии ритма освещения и температуры на возникновение диапаузы у насекомых. Докл. АН СССР, LXXI, 5 : 963—966. — Золотарев Е. Х. 1938. Летняя и осенняя выкормка китайского дубового шелкопряда и влияние их на диапаузу куколок. Зоол. журн., 17, 4 : 622—633. — Калабухов Н. И. 1946. Спячка животных. Изд. «Советская наука», М. — Кожанчиков И. В. 1938. Географическое распространение и физиологические признаки. Зоол. журн., 17, 2 : 246—259. — Кожанчиков И. В. 1941. Об условиях смены кормовых растений у дендрофильных насекомых. Зоол. журн., 20, 3 : 382—397. — Кожанчиков И. В. 1948. Зимовка и диапауза чешукрылых насекомых семейства Orgyidae. Изв. АН СССР, биол., 6 : 653—673. — Комарова О. С. 1949. Причины, вызывающие диапаузу гроздевой листовертки. Докл. АН СССР, 68, 4 : 789—792. — Шаронов В. В. 1945. Таблицы для расчетов природной освещенности и видимости. Изд. АН СССР, М.—Л. — Shull F. 1929. The effect of intensity and duration of light and of duration of darkness, partly modified by temperature upon wingproduction of Aphids. Roux' Arch. Entwickl.-mech. d. Organ., 115 : 825—851.