

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Южный Научный Центр

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
Southern Scientific Centre

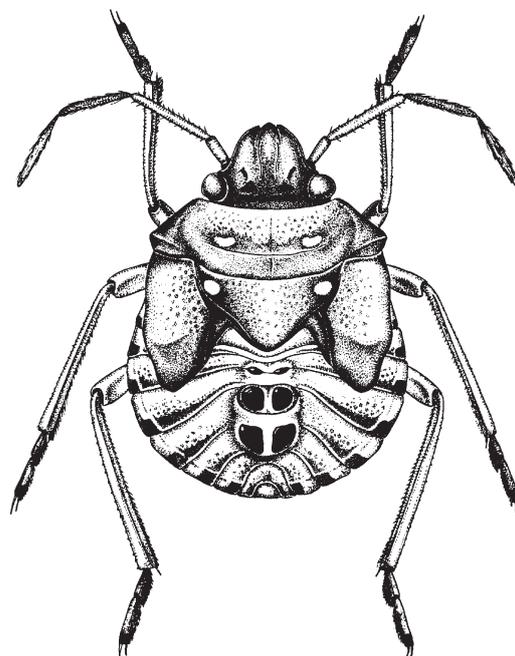


Кавказский Энтомологический Бюллетень

CAUCASIAN ENTOMOLOGICAL BULLETIN

Том 2. Вып. 2

Vol. 2. No. 2



Ростов-на-Дону
2006

Географическая изменчивость фотопериодической реакции у клеверной совки *Euclidia glyphica* (Linnaeus, 1758)

Geographical variability in the photoperiodical reaction of the noctuid moth *Euclidia glyphica* (Linnaeus, 1758)

И. В. Соколова
I. V. Sokolova

Биологический институт Санкт-Петербургского государственного университета, лаборатория энтомологии, Ораниенбаумское шоссе, 2, Санкт-Петербург 198504 Россия
Biological Research Institute of Saint-Petersburg State University, laboratory of entomology, Oranienbaumskoye shosse, 2, Saint-Petersburg 198504 Russia. E-mail: ilgas@mail.ru

Ключевые слова. *Euclidia glyphica*, куколочная диапауза, фотопериод, качественная ФПР, географическая изменчивость качественной ФПР.

Key words. *Euclidia glyphica*, pupal diapause, photoperiod, qualitative PhPR, geographical variability of PhPR.

Резюме. *Euclidia glyphica* – широко распространенный палеарктический вид. В Германии, согласно Коху [1958], присутствует одно поколение, зимующее личинками. Лет имаго растянут с мая по июль. Были исследованы пятигорская и петербургская популяции. В течение эксперимента выявлено, что зимняя куколочная диапауза у этого вида не является облигатной, но тенденция к диапаузе выражена очень сильно. При температуре 24,4°C и максимальной длине дня 18 ч света в сутки 80% куколок пятигорской популяции и 100% куколок петербургской популяции диапаузировало. Исследование роли дневных флуктуаций температуры (природные варианты у обеих популяций) выявило, что процент диапаузирующих особей в этих случаях довольно значительно снижался: до 60% у пятигорской популяции и до 80% у Санкт-Петербургской. Природные варианты проводились с начала июля до середины августа. В этот период длина дня в регионе исследований уменьшалась с 16 до 15.5 ч света в сутки. При такой длине дня и при постоянной температуре 24.4°C процент диапаузирующих особей в обеих популяциях в лаборатории был более 90%. Это объясняет появление активных особей в первом поколении, и, в свою очередь, создает предпосылки для возможного образования второго поколения в изучаемых регионах. Возможно, в теплые годы число активных куколок может возрасти, но в соответствии с параметрами ФПР значительная диапаузирующая фракция в первом поколении будет присутствовать постоянно.

Abstract. *Euclidia glyphica* is the widespread Palearctic species. It has one generation, overwintering in the larval stage in Germany [Koch 1958]. Imago are recorded from May to July. Pyatigorsk and Saint-Petersburg populations of this moth were investigated. During the experiment it was established that the winter pupal diapause in this species is not obligate, however the tendency to dormant state is very powerful. Under the temperature 24,4 °C and with the maximal day length 18 h, 80% of the pupi in Pyatigorsk population and 100% of the pupi in Saint-Petersburg population fell to the diapause. The investigation of the role of the daily temperature

fluctuations (outdoors variants for both populations) revealed that the percentage of the diapausing insects was considerably lower: to 60% in the Pyatigorsk population and to 80% in the Saint-Petersburg population. Outdoors variants of the experiment was investigated from the beginning of July to the middle of August. In this period the day length was decreasing from 16 to 15.5 h. With this day length and constant temperature 24.4 °C the percentage of the diapausing insects in both populations was more than 90%. This explains the appearance of the active insects in first generation and, in turn, provides an opportunity for the second generation in these regions. It is possible, that in warm years, the number of active pupi can increase, but, according to the parameters of the photoperiodical reaction, a significant diapausing fraction will constantly present in the first generation.

Введение

Изучению фотопериодического контроля сезонного развития насекомых посвящено много работ. Эта проблема многие годы интенсивно разрабатывается учеными разных стран мира. Число видов, исследованных в отношении фотопериодических адаптаций, приближается к 500 [Данилевский, 1961; Saunders, 1982; Заславский, 1984; Tauber et al., 1986; Danks, 1987; Виноградова, 1991, 1997; Саулич, 1999].

В течение вегетационного сезона сокращение дня сопровождается понижением температуры, и это определяет формирование фотопериодических адаптаций насекомых. С изменением широты между этими факторами наблюдается обратное соотношение.

В связи с климатической зональностью у большинства насекомых количество поколений за вегетационный сезон увеличивается по мере движения с севера на юг. У различных полициклических видов с факультативной диапаузой наблюдаются однотипные приспособления к зонально-географическим изменениям климата. Они выражаются в образовании локальных рас, обладающих различной нормой реакции на фотопериодические условия. При этом обычно наблюдается четкая закономерность: переход от моновольтинизма в северных частях

ареала через би- и поливольтинизм к гомодинамному типу сезонного цикла на юге. Однако чаще по мере движения с севера на юг диапауза не исчезает, а меняются только ее количественные показатели – интенсивность, продолжительность, а также тенденция к формированию диапаузы [Denlinger, 1986, Данилевский, 1961 и др.]. Например, с увеличением географической широты наблюдается закономерное повышение пороговой длины дня. Более высокий световой порог фотопериодической реакции обеспечивает более ранние календарные сроки наступления диапаузы в северных зонах, несмотря на большую продолжительность дня. У крайних северных форм повышение критического порога сопровождается появлением наследственно моноциклических особей, не реагирующих на продолжительность дня. В связи с этим значение фотопериодической реакции ослабляется и в некоторых случаях совсем исчезает.

Euclidia glyphica (Linnaeus, 1758) – широко распространенный палеарктический вид семейства совок (Noctuidae). Были исследованы две популяции – из Пятигорска (43° с.ш., 44° в.д.) и из Санкт-Петербурга (60° с.ш., 30° в.д.), значительно удаленные друг от друга по широте.

Лет у *E. glyphica* растянут с середины мая по июль [Koch 1958], поэтому представляет интерес вопрос о том, составлен ли он только особями перезимовавшего поколения или же там могут присутствовать и особи второго, летнего поколения, и, следовательно, у вида присутствует фотопериодическая регуляция сезонного цикла? И присутствует ли в данном случае географическая изменчивость параметров сезонного развития этого вида?

Материалы и методы

Опыты, результаты которых изложены в настоящей статье, проводились в лаборатории энтомологии заповедника “Белогорье” Белгородской обл. (50° с.ш., 36° в.д.) в 2004 г..

Бабочки *E. glyphica* пятигорской и петербургской популяций, потомство которых подвергалось опытному воздействию, были пойманы в июне 2004 г. Насекомых содержали при температуре 20°C и фотопериодах 12 и 18 ч света в сутки, а также в 24°C и фотопериодах 12 ч и от 14 до 18 ч света в сутки с интервалом в 1 час.

Для получения кладок имаго помещались в стеклянные сосуды емкостью 0.7-1 л с бумагой и кормовым растением, на которые затем самки откладывали яйца (одиночные). Сверху сосуды были закрыты сетчатой или газовой тканью, на которой помещался ватный тампон, смоченный 5% раствором сахарозы – для питания бабочек. Яйца собирались ежедневно (яйцекладка продолжалась в среднем 7 дней после поимки) и помещались в условия стационарной длины дня (18 ч.) и температуры (около 24°C) в чашках Петри диаметром 12 мм.

Согласно схеме опытов, отродившихся гусениц в тех же чашках Петри помещали сначала в количестве 20-30 особей в условия определенного фототермического режима. По мере роста гусениц пересаживали в стеклянные сосуды емкостью 0.25 л, затем 1 л по 5 особей. В качестве субстрата для окукливания гусениц на дно сосуда насыпали опилки слоем 4-5 см.

В качестве кормового растения использовали люцерну *M. lupulina*. Куколок (до вылета бабочек) содержали в тех же условиях, что и гусениц соответствующего режима. Вылет имаго фиксировался ежедневно и рассматривался как показатель активного состояния данной особи. Куколки считались диапаузирующими, если вылета не произошло в течение 30 дней после окукливания гусениц.

Для выяснения роли фотопериода в индукции диапаузного состояния у этого вида гусениц *E. glyphica* подвергали воздействию различных фотопериодических условий от 12 до 18 ч. света в сутки на фоне двух температур 20° и 24°C.

Опыты проводились в фототермостатных камерах с автоматической регуляцией длины дня и температуры [Браун, Горышин, 1978]. Освещенность на дне камеры, создаваемая люминесцентными лампами, составляла примерно 160-200 лк. Температура поддерживалась с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$. Регистрация температуры производилась 6 раз в сутки с помощью вторичных датчиков – термпар. Заданные световые режимы в каждой камере поддерживались программным фотопериодическим устройством, в котором время измерялось стандартным часовым механизмом.

Полученные данные были обработаны статистически с помощью программы MS/Statistica.

Результаты

Стадия гусеницы. Согласно схеме опытов, гусениц клеверной совки обеих популяций содержали в разных фотопериодах при температуре 24.4°C. Результаты, характеризующие сроки развития гусениц в разных фототермических условиях, представлены в табл. 1.

У петербургской популяции отмечена слабая количественная реакция КД-типа, контролирующая развитие гусениц при температуре 24.4°C. Длительность их развития росла с ростом длины дня: от 18.9 дней (14 ч света в сутки) до 23.6 дней (17 ч света в сутки). Сходная тенденция может быть прослежена и у пятигорской популяции, за исключением варианта 8 (табл. 1, 12 ч света в сутки): с уменьшением длины дня от 18 до 14 часов период развития гусениц уменьшался от 33.3 до 21.3 дней.

Продолжительность развития гусениц обеих популяций в условиях природных терморитмов была совершенно идентична – 28.0 дней.

Тем не менее гусеницы из Пятигорска в разных вариантах длины дня при температуре 24.4°C в целом развивались несколько медленнее, чем особи петербургской популяции (табл. 1).

Таким образом, у совки *E. glyphica* наблюдается, хоть и довольно слабо выраженная географическая изменчивость в фотопериодической регуляции темпов развития гусениц. Средние сроки развития сопоставимы с таковыми, отмеченными для гусениц других видов совок.

Стадия куколки.

а) Продолжительность развития.

В развитии куколок подобных тенденций выявить не удалось. Продолжительность их развития мало отличалась как между разными режимами (табл. 1), так и между обеими популяциями.

Таким образом, фотопериод практически не

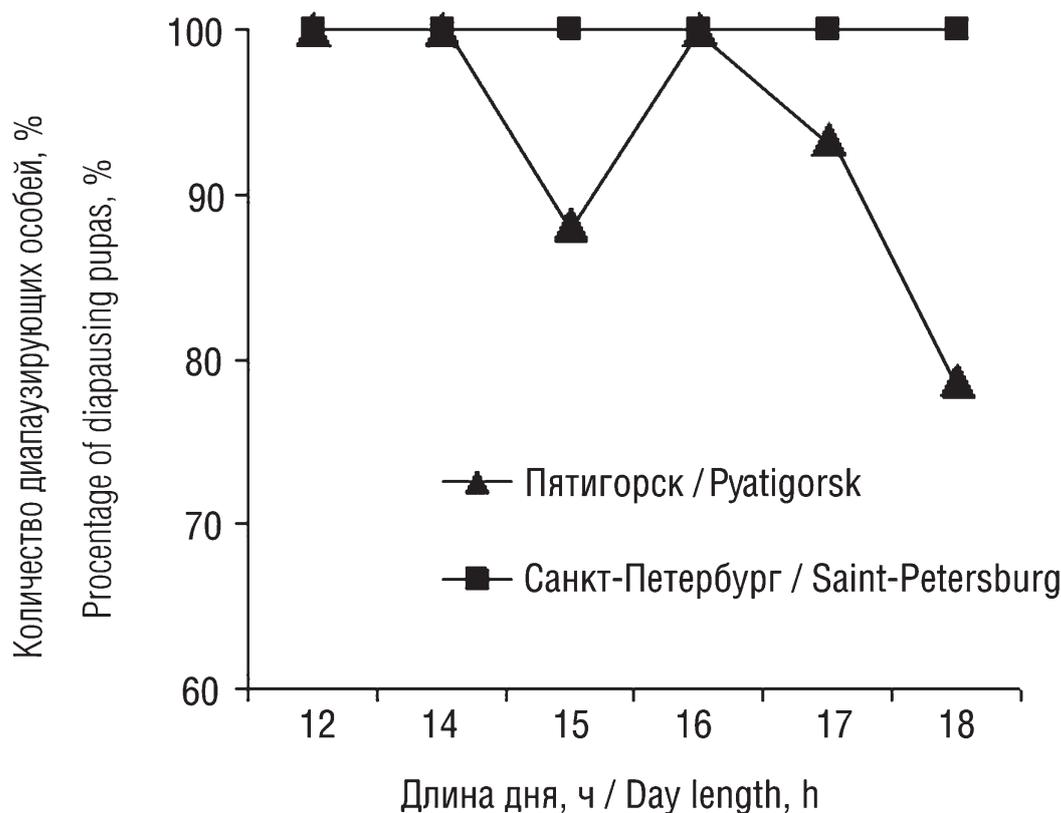


Рис.1. Зависимость количества диапаузирующих куколок пятигорской и петербургской популяций *Euclidia glyphica* от длины светового дня при температуре 24.4 °С.

Fig.1. Dependence of diapausing pupas percentage (Saint-Petersburg and Pyatigorsk populations) *Euclidia glyphica* from day length in temperature 24.4 °С.

влияет на темпы развития куколок *E. glyphica* при температуре 24°С. Географическая изменчивость в этом случае также не была выражена.

б) Диапауза куколок.

У клеверной совки обнаружена зимняя куколичная диапауза, которая, как обычно при таком типе диапаузы, выражается в остановке метаморфоза на этой стадии. Наблюдения показали, что вылет бабочек происходил только в части фотопериодических режимов, в других вылет бабочек в течение 30 дней после окукливания не зафиксирован. Это свидетельствует о том, что наступление диапаузы у куколок контролируется длиной дня, при которой содержались гусеницы.

На рис. 1 показаны кривые фотопериодической реакции (ФПР) для двух популяций *E. glyphica* (петербургская, пятигорская) при температуре 24°С. Как можно видеть, для пятигорской популяции это длиннодневная ФПР, определяющая наступление диапаузы в короткодневных условиях и способствующая активному развитию части особей в длиннодневных режимах. ФПР этой популяции при 24.4°С характеризуется высокой склонностью к диапаузе: даже при максимальной для региона длине дня – 18 ч света в сутки – количество активных особей не превышало 23% (табл.1).

У петербургской популяции тенденция к диапаузе в условиях стационарных температуры и фотопериодов была максимально высока. Во всех фотопериодических режимах от 12 до 18 ч все куколки формировали

диапаузу.

Однако в условиях природных терморитмов и динамики фотопериода количество активных особей *E. glyphica* заметно возрастало. В случае пятигорской популяции оно составляло 60% (при постоянной температуре – не менее 80%). Те же тенденции отмечены и для петербургской популяции: в природных условиях здесь также было отмечено некоторое количество активных особей (около 18%), в отличие от полного их отсутствия в условиях постоянной температуры (табл. 1, рис. 1).

Таким образом, сезонный цикл *E. glyphica* регулируется ФПР длиннодневного типа, параметры которой подвержены заметной изменчивости в условиях природных терморитмов, а также географической изменчивости.

Обсуждение

В лесостепной зоне, согласно нашим фенологическим наблюдениям, клеверная совка *E. glyphica* дает два поколения. Бабочки перезимовавшего поколения вылетают в конце мая – начале июня и дают начало летнему поколению. Второй пик лета приурочен к концу июля – началу августа. Потомство этих бабочек образует второе поколение, куколки которого зимуют. Лет бабочек обычно растянут.

Зимняя куколичная диапауза у клеверной совки факультативна, но, согласно экспериментальным дан-

Таблица 1. Продолжительность развития гусениц и прониимф, а также количество диапаузирующих куколок *Euclidia glyphica* в различных фотопериодических режимах при постоянной температуре 24.4°C.

Table 1. Duration larvae and pronymphs development, and number of diapausing pupas *Euclidia glyphica* in different photoperiodical regimes and constant temperature – 24.4 °C.

Вар./Var.	ФП/Regimes	Продолжительность развития гусениц до прониимф / Duration of development from larvae to pronymphs		Продолжительность развития от прониимф до куколок / Duration of development from pronymphs to pupas		n	%
		дни / days	t°C	дни / days	t °C		
Петербургская популяция / Saint-Petersburg population							
1	18C:6T	22.9±0.25	24.3	3.0±0.05	24.3	25	100
2	17C:7T	23.6±1.68	24.4	3.2±0.06	24.4	21	100
3	16C:8T	22.7±1.56	24.3	3.1±0.09	24.4	20	100
4	15C:9T	19.3±0.16	24.4	3.2±0.05	24.3	24	100
5	14C:10T	18.9±0.33	24.5	2.8±0.06	24.6	22	100
6	12C:12T	19.5±0.33	24.4	2.7±0.05	24.4	22	100
7	в природе	28.0±0.87	22.4	4.0±0.07	22.3	21	82.3
Пятигорская популяция / Pyatigorsk population							
8	12C:12T	28.1± 0.76	24.3	2.4± 0.10	24.3	25	100
9	14C:10T	21.3± 0.39	24.5	3.2± 0.13	24.6	22	100
10	15C:9T	24.8± 0.61	24.4	3.5± 0.14	24.3	20	88.2
11	16C:8T	25.3± 0.18	24.3	3.0± 0	24.4	20	100
12	17C:7T	25.6±0.65	23.6	3.3±0.06	24.4	80	93.4
13	18C:6T	33.3± 0.47	24.3	3.0±0.07	24.3	20	78.8
14	в природе	28.0±0.66	22.4	3.4± 0.12	22.3	20	60

ФП – фотопериодический режим; n – число особей в варианте; % - количество диапаузирующих особей;
Regimes – photoperiodical regimes; n – number of insects in variant; % - percentage of diapausing pupas;

ным (рис.1), тенденция к диапаузе выражена очень сильно. При 24,4°C даже при максимальной длине дня 18 ч света в сутки диапаузировало около 80% куколок пятигорской популяции и все куколки петербургской популяции.

Фотопериодическая реакция (по крайней мере, у пятигорской популяции) длиннодневного типа. Но она имеет свои особенности. При обычной длиннодневной реакции количество диапаузирующих особей изменяется от 0 до 100 %, и критическим порогом является длина дня, при которой диапаузирует половина особей. У *E. glyphica* при температуре 24,4°C во всех световых режимах диапаузирует более 50% куколок (в обеих популяциях).

Географическая изменчивость параметров ФПР на примере пятигорской (южной) и петербургской (северной) популяций вида проявилась достаточно четко, но при отсутствии явно выраженной пороговой области выражалась главным образом в изменении числа диапаузирующих в короткодневных и длиннодневных условиях (рис.1, табл.1). Сходный модифицирующий эффект температуры описан для яблонной плодоярки *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) [Шельдешова, 1965], капустной совки *Mamestra brassicae* (Linnaeus, 1758) [Данилевский, Кузнецова, 1968] и некоторых других видов. Стратегия, направленная на поддержание в популяции фракции значительного количества особей, спонтанно формирующих диапаузу, часто бывает

вызвана непостоянством кормовой базы.

В личиночной стадии *E. glyphica* – довольно узкий олигофаг, основным кормовым растением которого являются бобовые, главным образом люцерна и клевер. Возможно, именно адаптация к срокам вегетации кормового растения и определяет наличие некоторой доли диапаузирующих куколок в длиннодневных условиях даже при 24,4°C.

Обычно подсчет длины светового дня при исследовании его влияния на развитие насекомых в природе проводится с учетом гражданских сумерек. Часть суток после захода солнца называется вечерними сумерками, а перед его восходом - утренними сумерками. Вечерние гражданские сумерки начинаются в момент захода солнца и продолжаются до тех пор, пока высота центра диска солнца не станет равной -7°. Утренние гражданские сумерки начинаются перед восходом солнца, когда высота его центра равна -7°, и кончаются в момент восхода солнца. Астрономические сумерки отличаются от гражданских тем, что за их начало или конец принимается тот момент, когда высота центра солнца равна 18°. Они длинее гражданских. Визуально вечерние гражданские сумерки кончаются, когда на небе появляются первые яркие звезды. Вечерние астрономические сумерки заканчиваются, когда наступает ночь и на небе появляются слабые звезды. Летом, когда солнце опускается неглубоко под горизонт, гражданские сумерки могут длиться от захода до восхода солнца севернее географической

широты 59°5', а астрономические севернее географической широты 48°5'.

Максимальная длина дня с учетом гражданских сумерек в Пятигорске составляет около 15 ч света в сутки. У *E. glyphica* (пятигорская популяция) с такой длиной дня при температуре 24,4°C по экспериментальным данным, диапаузирует почти 90% куколок.

Однако, при исследовании роли суточных изменений температуры в индукции диапаузы у исследуемого вида (природные варианты для обеих популяций) было показано, что количество диапаузирующих особей в этих случаях значительно снижается: у пятигорской популяции от 80 до 60%, у петербургской – от 100 до 80%. Природные варианты были поставлены в Белгородской области в период с первой декады июля до середины августа. Длина дня в этот период в данном регионе снижается от 16 до 15,5 ч света в сутки. С такой длиной дня при постоянной температуре в обеих популяциях наступление диапаузы происходило у более чем 90% куколок.

Снижение количества диапаузирующих особей в условиях терморитмов довольно часто встречается в природе, например у *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) [Волкович, 1988], хищного клопа *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) [Саулич, 1999] и др. Экологический смысл такой особенности вполне понятен. Она обеспечивает активное развитие весенней генерации поливольтинных видов при относительно низких средних температурах (порядка 14-17°C).

Это объясняет появление активных особей в первом поколении, которые и создают предпосылки для возможного образования второго поколения в изучаемых регионах. Вероятно, в теплые годы число активных куколок может возрасть, но в соответствии

с параметрами ФПР значительная диапаузирующая фракция в первом поколении будет присутствовать постоянно.

Литература

- Браун В.А., Горышин Н.И. 1978. Климатизированные камеры с программированием фотопериода и температурных ритмов для экологических исследований // Вестн. Ленингр. ун.-та. Вып.3. С. 26-34.
- Виноградова Е.Б. 1991. Диапауза мух и ее регуляция. СПб.: Наука. 255 с.
- Виноградова Е.Б. 1997. Комары комплекса *Culex pipiens* в России (таксономия, распространение, экология, физиология, генетика, практическое значение и контроль) // Труды Зоол. Ин-та РАН. Т. 271. 307 с.
- Волкович Т. А. 1988. Роль световых и температурных условий в контроле активного развития и диапаузы златоглазки обыкновенной *Chrysopa carnea* Strph. II. Сезонное развитие в Белгородской области // Энтотомол. обозр. Т. 67. Вып. 1. С. 3-10.
- Данилевский А.С. 1961. Фотопериодизм и сезонное развитие насекомых. Л.: АГУ. 243 с.
- Данилевский А.С., Кузнецова И.А. 1968. Внутривидовые адаптации насекомых к климатической зональности // Фотопериодические адаптации у насекомых и клещей. Л.: АГУ. С. 5-51.
- Заславский В.А. 1984. Фотопериодический и температурный контроль развития насекомых // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 120. 184 с.
- Саулич А. Х. 1999. Сезонное развитие насекомых и возможности их расселения. СПб.: СПбГУ. 247 с.
- Шельдешова Г.Г. 1965. Географическая изменчивость фотопериодической реакции и сезонного развития яблонной плодовой гусеницы *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) // Экология вредных насекомых и энтомофагов. А. С. 5-25.
- Danks H. V. 1987. Insect dormancy: an ecological perspective // Biol. Survey of Canad. Monograph. ser. № 1. 439 p.
- Denlinger D. 1986. Dormancy in tropical insects // An. Rev. Entomol. Vol. 31. P. 239-264.
- Koch M. 1958. Wir bestimmen schmetterlinge. III. Eulen Deutschlands (Unter ausschluss der alpengebiete). Radebeul und Berlin. 291 s.
- Saunders D.S. 1982. Insect clocks. Oxford: Pergamon Press. 409 p.
- Tauber M. J., Tauber C. A., Nechols J. R. 1986. Seasonal adaptations in insects. Oxford, New-York: Oxford University press. 411 p.

References

- Brown V.A., Goryshin N.I. 1978. Climatized chambers with the programming of photoperiod and temperature rhythms for environmental research. *Vestnik Leningradskogo universiteta*. 3: 26–34 (in Russian).
- Danilevsky A.S. 1961. Fotoperiodizm i sezonnoe razvitie nasekomykh [Photoperiodism and seasonal development of insects]. Leningrad: Leningrad State University. 243 p. (in Russian)
- Danilevsky A.S., Kuznetsova I.A. 1968. Intraspecific adaptations of insects to the climatic zonation. *In: Fotoperiodicheskie adaptatsii u nasekomykh i kleshchey* [Photoperiodic adaptations in insects and mites]. Leningrad: Leningrad State University: 5–51 (in Russian).
- Danks H.V. 1987. Insect dormancy: an ecological perspective (Biological Survey of Canada Monograph Series, No 1). Ottawa: Ottawa Biological Survey. 439 p.
- Denlinger D. 1986. Dormancy in tropical insects. *Annual Review of Entomology*. 31: 239–264.
- Koch M. 1958. Wir bestimmen schmetterlinge. III. Eulen Deutschlands (Unter ausschluss der alpengebiete). Radebeul – Berlin: Neumann Verlag. 291 p.
- Saulich A.Kh. 1999. Sezonnoe razvitie nasekomykh i vozmozhnosti ikh rasseleniya [Seasonal development of insects and possibilities of their dispersal]. St. Petersburg: St. Petersburg State University. 247 p. (in Russian)
- Saunders D.S. 1982. Insect clocks. Oxford: Pergamon Press. 409 p.
- Shel'deshova G.G. 1965. Geographic variation in photoperiodic reaction and seasonal development of codling moth *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae). *In: Ekologiya vrednykh nasekomykh i entomofagov* [Ecology of pests and entomophages]. Leningrad: Nauka: 5–25 (in Russian).
- Tauber M.J., Tauber C.A., Nechols J.R. 1986. Seasonal adaptations in insects. Oxford – New-York: Oxford University press. 411 p.
- Vinogradova E.B. 1991. Diapauza mukh i ee regulyatsiya [Diapause of flies and its regulation]. St. Petersburg: Nauka. 255 p. (in Russian).
- Vinogradova E.B. 1997. Trudy Zoologicheskogo instituta. T. 271. Komary kompleksa *Culex pipiens* v Rossii (taksonomiya, rasprostranenie, ekologiya, fiziologiya, genetika, prakticheskoe znachenie i kontrol') [Proceedings of Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Vol. 271. Mosquitoes of *Culex pipiens* complex in Russia (taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetics, practical significance and control). St. Petersburg: Zoological Institute Russian Academy of Sciences. 307 p. (in Russian).
- Volkovitch T.A. 1988. Role of light and temperature conditions in the control of active development and diapause of common lacewing *Chrysopa carnea* Strph. II. Seasonal development in Belgorod Region. *Entomologicheskoe obozrenie*. 67(1): 3–10 (in Russian).
- Zaslavsky V.A. 1984. Trudy Zoologicheskogo instituta AN SSSR. T. 120. Fotoperiodicheskie adaptatsii u nasekomykh i kleshchey [Proceedings of the Zoological Institute of the USSR. Vol. 120. Photoperiodic adaptations in insects and mites]. Leningrad: Nauka. 184 p. (in Russian).