

Пяденицы (Lepidoptera: Geometridae) Якутского ботанического сада (Центральная Якутия)

Geometer moths (Lepidoptera: Geometridae) of the Yakutsk Botanical Garden in Central Yakutia, Russia

А.П. Бурнашева
A.P. Burnasheva

Институт биологических проблем криолитозоны ФИЦ ЯНЦ СО РАН, просп. Ленина 41, Якутск 677980 Россия. E-mail: a_burnasheva@mail.ru.
Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Lenina 41, Yakutsk 677980 Russia.

Ключевые слова: пяденицы, Geometridae, видовой состав, фенология, Якутский ботанический сад, Центральная Якутия.

Key words: geometer moths, Geometridae, species composition, phenology, Yakutsk Botanical Garden, Central Yakutia.

Резюме. Представлены данные о видовом составе и общей динамике лёта пядениц на территории Якутского ботанического сада ИБПК СО РАН в окрестностях г. Якутск. Для 53 видов Geometridae приведены сведения о сроках лёта и зимующих фазах. Выделено 4 фенологические группы совместно летающих видов: весенняя, раннелетняя, среднелетняя, позднелетняя. Для каждой фенологической группы приведены растения-индикаторы из природной флоры. Предполагается, что адаптация некоторых видов пядениц к климатическим условиям Центральной Якутии прошла путём смещения сроков вылета имаго в летний период.

Abstract. The species composition and dynamics of flight of geometrid moths in the Yakutsk Botanical Garden located near Yakutsk City are considered. Data on flight period and wintering phases are given for 53 species. Four phenological groups of co-flying species were revealed, namely spring, early summer, middle summer, and late summer. Indicator plants from the natural flora are shown for each phenological group. Apparently, some geometrid moth species are adapted to the climatic conditions of Central Yakutia by adjusting the imago emergence time in summer.

Введение

Инвентаризация разнообразия природной флоры и животного мира представляет собой основу биологических исследований в особо охраняемых природных территориях. Якутский ботанический сад Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (далее — ИБПК) со статусом ООПТ федерального значения — один из самых северных Садов в России, заложен в зоне многолетней мерзлоты в условиях резкоконтинентального и засушливого климата для изучения и интродукции растений местной флоры.

Земли Сада занимают территорию площадью 532 га, находятся в Центральной Якутии в 7 км к запа-

ду от г. Якутск (62° с.ш.) на второй и более высоких надпойменных террасах по бортам долины р. Лена, переходящих в водораздельное пространство Лено-Виллюйской равнины. Минимальная высота н.у.м. составляет 198 м, максимальная — 339 м.

По многолетним данным, для г. Якутска среднегодовая температура воздуха равна $-10,0^{\circ}\text{C}$, средняя зимняя (период с отрицательными среднемесячными температурами: октябрь–апрель) $-25,9^{\circ}\text{C}$, средняя летняя (период с положительными температурами воздуха: май–сентябрь) $+12,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая сумма осадков составляет 235 мм, средняя высота снежного покрова — 32 см. Амплитуда колебания температуры воздуха, один из основных показателей континентальности климата, очень высокая: абсолютный минимум температуры воздуха в Якутске составляет $-64,4^{\circ}\text{C}$, максимум — $+38,4^{\circ}\text{C}$. Многолетняя мерзлота здесь лежит сплошной толщей от 150 до 500 м. Безморозный период составляет 93 дня, вегетационный период — 127 дней, сумма положительных температур за вегетационный период — 1500 [Atlas..., 1989; Gavrilova, 1998; Zhirkov et al., 2004; Skachkov, Savvinov, 2017].

На водораздельной части территории Ботанического сада произрастают сосновые (*Pinus sylvestris* L.) и лиственничные леса (*Larix cajanderi* Mayr), на инсолируемых склонах коренного берега — степная и лугово-степная растительность. В долинной части распространены сосновые и берёзовые леса (*Betula pendula* Roth), имеется несколько озёр старичного типа, в пониженных участках рельефа встречаются болота. По границе водораздельной и долинной частей в местах с проточным увлажнением растут ивы (*Salix abscondita* Laksch., *S. caprea* L., *S. viminalis* L.). Ровные элементы рельефа заняты настоящими лугами. Детальные флористические исследования выявили произрастание на территории Якутского бота-

нического сада 383 видов растений из 72 семейств, что составляет 19,7 % от флоры Якутии [Korobkova, Sabaraikina, 2014; Zakharova, 2014; Nikolaeva, Danilova, 2019].

На этой сравнительно небольшой площади представлены почти все типы растительности Центральной Якутии: лесной, степной, луговой, кустарниковый, водный и прибрежный, сорно-полевой [Nakhbtseva, 1965; Danilova, 2012], что делает Ботанический сад очень удобным в плане изучения энтомофауны. Исследования фауны и биологии чешуекрылых здесь ведутся, начиная с 1963 г., со времен образования лаборатории энтомологии и паразитологии Якутского филиала СО АН СССР [Ammosov, 1972; Maksimova, 1985; Dubatolov, Vasilenko, 1988; Mgráček, 1989; Korshunov, 2002; Ustjujanin, Kovtunovich, 2008]. В данной работе впервые приводятся сведения о видовом разнообразии и фенологических группах пядениц (Lepidoptera: Geometridae) Якутского ботанического сада, одного из крупнейших в Якутии семейств чешуекрылых.

Материал и методы исследования

Фауна пядениц Якутского ботанического сада установлена на основе коллекции чешуекрылых ИБПК, а также сборов и экологических исследований автора в 2003–2019 гг. Основными методами сбора послужили индивидуальный отлов имаго сачком и отлов на УФ-лампу в тёмное время суток. Также использованы опубликованные в литературе аннотированные списки с указанием конкретной даты сборов в районе исследования [Dubatolov, Vasilenko, 1988; Burnasheva, Beljaev, 2011; Beljaev, Burnasheva, 2014], по некоторым видам — материалы из садковых журналов. Таким образом, на основании многолетних сборов и наблюдений составлена матрица встречаемости имаго по декадам, которая охватывает 53 вида. Общий объём изученного материала составил 838 экземпляров имаго, гусениц и куколок пядениц.

В статье порядок расположения и названия таксонов приведены по «Каталогу чешуекрылых России» [Beljaev, Mironov, 2019]. Сведения по зимующей фазе развития даны по материалам ИБПК (21 вид) и дополнены литературными сведениями [Skou, 1986; Koch, 1991; Mironov, 1999, 2003; Hausmann, 2001, 2004]. Анализ фенологии лёта имаго проведён по методике, предложенной М.В. Несиной [Nesina, 1994, 1997], с выделением группировок видов пядениц по сходству сроков их встречаемости в природе. Для каждой выделенной феногруппы пядениц приведены феноиндикаторы — растения из природной флоры Ботанического сада [Danilova, 1993; Nikolaeva, Danilova, 2019].

При анализе данных использованы расчёты индекса видового разнообразия Маргалефа (I_{mg}) [Megurran, 1992]. Сравнение группировок пядениц

по срокам лёта проведено с использованием расчётов по качественным данным коэффициента фаунистического сходства Кульчинского [Pesenko, 1982]:

$$I_k = \frac{a}{2} \left(\frac{1}{a+b} + \frac{1}{a+c} \right).$$

Этот индекс относится к неэквивалентным мерам сходства с усреднёнными мерами включения [Andreev, 1980], менее чувствительным к различиям в объёме выборок. Дендрограммы сходства построены с помощью пакета программ PAST, версия 1.57 [Hammer et al., 2006] с использованием типов присоединения по средней связи (paired group).

Результаты и обсуждение

В результате проведённых исследований на территории Якутского ботанического сада выявлено 53 вида пядениц из 45 родов и пяти подсемейств (табл. 1), что составляет 30 % от фауны геометрид Якутии [Beljaev, Burnasheva, 2014]. Из них 44 вида (83%) отмечены в течение трёх и более декад, что позволяет выявить общую картину смены естественных групп совместно летающих видов.

Основу таксономического разнообразия пядениц составляют подсемейства Ennominae (20 видов, 15 родов) и Larentiinae (19 видов, 13 родов), на их долю приходится 74 % видового состава. Далее идет подсемейство Sterrhinae (11 видов, 3 рода). По количеству видов лидируют роды *Scopula* Schrank, 1802, *Macaria* Curtis, 1826, *Epirrhoe* Hübner, 1825, *Eulithis* Hübner, 1821 и *Idaea* Treitschke, 1825.

Пяденицы в условиях Центральной Якутии в основном развиваются в одном поколении, что связано с коротким вегетационным периодом. Наличие второго поколения, возможно факультативного, установлено только у *Selenia tetralunaria* и *Cyclophora albipunctata*.

Зимующая фаза по оригинальным данным из исследуемого региона известна для 21 вида пядениц. Несмотря на экстремальные условия зимовки в Якутии, только для одного вида установлено отличие в зимующей фазе развития от европейских популяций: *Macaria wauaria* в Якутии зимует в фазе гусеницы младших возрастов, тогда как в Европе — в фазе яйца [Koch, 1991; Mironov, 1999]. Следовательно, данные по зимующей фазе развития пядениц в Европе предварительно могут быть применены и к якутским популяциям тех же видов. Таким образом, за исключением двух видов рода *Aspitates* Treitschke, 1825, для 51 вида пядениц Якутского ботанического сада по литературным и оригинальным данным выявлена зимующая фаза. В фазе гусеницы зимует 19 видов, куколки — 18 и яйца — 14 видов; зимовка в стадии имаго не отмечена ни для одного вида.

В окрестностях Якутска начало весны связано с переходом среднесуточной температуры воздуха через -5°C и, по многолетним данным, устанавливается с 20 апреля [Vitvitskii, 1965]. Лёт пядениц начинается с третьей декады апреля, когда при первых

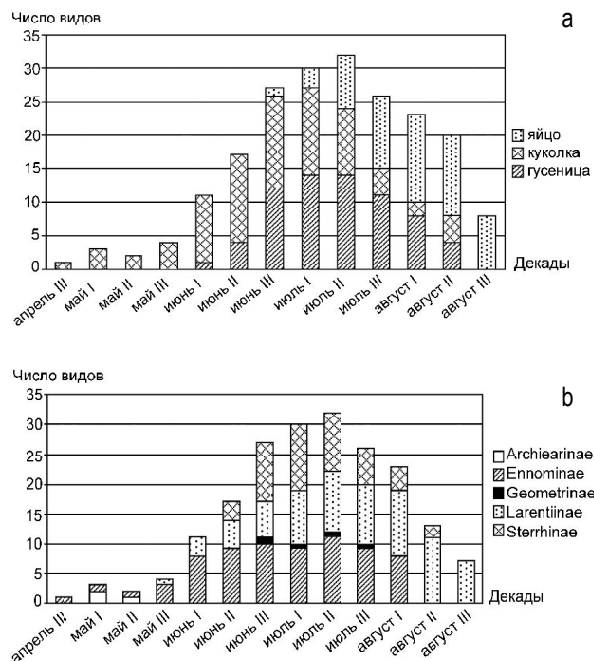


Рис. 1. Общая подекадная динамика лёта пядениц в Якутском ботаническом саду: а — соотношения зимующих фаз; б — структура подсемейств.

Fig. 1. Total ten day dynamics of flight of geometrid moths in the Yakutsk Botanical Garden: а — proportion of wintering phases; б — structure of subfamilies.

дневных положительных температурах и ярком солнце вылетает *Macaria carbonaria* из подсемейства Ennominae (рис. 1а, б). Далее, с началом интенсивного таяния снега в первой половине мая вылетают 2 вида Archiearinae: *Archiearis parthenias* и *Leucobrephos middendorffii*. Как видно из диаграммы (рис. 1а), на территории Ботанического сада в конце апреля и в течение мая летают исключительно виды, зимующие в стадии куколки, общее количество летающих видов не превышает и пяти.

Первая декада июня характеризуется переходом среднесуточных температур через +10 °С, с этого момента идёт заметное нарастание общего числа летающих видов. В этот период впервые вылетает 7 видов, в том числе один вид *Perconia strigillaria*, зимующий в стадии гусеницы. С этого времени в подекадных списках начинает нарастать число видов, зимующих гусеницей. Виды, зимующие в фазе яйца, встречаются в природе с третьей декады июня. На графике общего лёта их доля постепенно возрастает, достигая 100 % в третьей декаде августа.

Наибольшее разнообразие летающих видов в Якутском ботаническом саду отмечается во второй декаде июля (32 вида, $I_{Mg} = 8,95$). Учитывая то, что график сезонного лёта моновольтинных видов пядениц в умеренной зоне европейской части России, Сибири и на территории сопредельного Хабаровского края в основном имеет пик численности в середине–конце июня [Vasilenko, 1992; Anikin, 1997; Nesina, 1997; Beljaev et al., 2010], в Центральной Яку-

тии наблюдается смещение этого пика на более поздние сроки. С третьей декады июля начинается спад числа встречающихся видов. Во второй декаде августа отмечается незначительное увеличение числа видов, зимующих на стадии куколки, за счёт вылета второго факультативного поколения двух видов. В третьей декаде августа среднесуточная температура воздуха переходит через +5 °С, на почве и в воздухе регулярно фиксируются заморозки, наступает климатическая осень и лёт пядениц завершается.

Из диаграммы подекадного состава фауны пядениц по подсемействам (рис. 1б) видно, что Archiearinae, зимующие на стадии куколки, вылетают в начале мая, их лёт ограничен двумя первыми декадами мая. Виды подсемейства Ennominae встречаются практически весь тёплый сезон, за исключением двух последних декад, максимум их численности приходится на третью декаду июня–вторую декаду июля. Единственный представитель подсемейства Geometrinae — *Geometra papilionaria* — летает в течение третьей декады июня–июля. Число видов Larentiinae увеличивается к концу сезона, их наибольшая численность отмечается в первой–второй декадах августа, что объясняется большей долей зимующих на стадии яйца видов в этом подсемействе. Лёт видов подсемейства Sterrhinae, зимующих исключительно на стадии гусеницы, начинается со второй декады июня и продолжается до конца второй декады августа с небольшим пиком в первой декаде июля. Известно, что гусеницы Sterrhinae перед уходом на зимовку могут питаться и подвявшими листьями травянистых растений [Stekolnikov, 1996]. В общем, графики лёта имаго подсемейств во многих чертах схожи, особое положение занимают лишь весенние виды подсемейства Archiearinae.

Дендрограмма сходства подекадных списков построена на основании коэффициента Кульчинского как наименее чувствительного к различиям в размере выборки, так как в Ботаническом саду продолжительность лёта пядениц варьирует от 1 до 7 декад. Только в течение одной декады отмечены виды *Leucobrephos middendorffii* и *Eupithecia indigata*, очень редкие в сборах. Самый растянутый по времени лёт, в течение 7 декад, отмечен у *Macaria carbonaria* (Clerck, 1759). Основная масса видов летает в течение 3, 4 и 5 декад (23 %, 25 % и 28 % от общего числа видов соответственно) (табл. 1).

Таким образом, нами выделены естественные группы совместно летающих видов пядениц (рис. 2). При низком значении коэффициента сходства первым отделяется кластер (А) с двумя весенними видами Archiearinae: *Archiearis parthenias* и *Leucobrephos middendorffii*. В крупном кластере при пороге значения 0,58 выделяются три группы: первая группа (В) включает 10 видов, летающих ранним летом, вторая крупная — 26 среднелетних (С) и третья (D) объединяет 15 видов, встречающихся поздним летом.

Весенняя группа А. Лёт в период интенсивного снеготаяния и начала вегетации растений. Включает

Таблица 1. Сроки лёта и зимующие фазы пядениц Якутского ботанического сада
Table 1. Dates of flight and wintering phases of geometrid moths of the Yakutsk Botanical Garden

Вид	Зимующая фаза	апрель			май			Июнь			июль			август		
		3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я		
Archiearinae																
<i>Archiearis parthenias</i> (Linnaeus, 1761)	*кук.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Leucobrepbos middendorffii</i> (Ménétriés, 1858)	кук.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ennominae																
<i>Cabera exanthemata</i> (Scopoli, 1763)	*кук.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		
<i>Selenia tetralunaria</i> (Hufnagel, 1767)	*кук.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0		
<i>Plagodis pulveraria</i> (Linnaeus, 1758)	*кук.	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Epione repandaria</i> (Hufnagel, 1767)	яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0		
<i>Epione vespertaria</i> (Linnaeus, 1767)	яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		
<i>Perconia strygillaria</i> (Hübner, [1787])	гус.	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0		
<i>Angerona prunaria</i> (Linnaeus, 1758)	*гус.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0		
<i>Hypoxystis pluviana</i> (Fabricius, 1787)	кук.	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Aspitates forbesi</i> (Munroe, 1963)	–	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Aspitates kozhantchikovi</i> (Munroe, 1963)	–	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
<i>Arichanna melanaria</i> (Linnaeus, 1758)	гус.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0		
<i>Ematurga atomaria</i> (Linnaeus, 1758)	*кук.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		
<i>Alcis extinctaria</i> (Eversmann, 1851)	гус.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0		
<i>Abraxas grossulariata</i> (Linnaeus, 1758)	*гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0		
<i>Digrammia rippertaria</i> (Duponchel, 1830)	*кук.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0		
<i>Macaria carbonaria</i> (Clerck, 1759)	*кук.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Macaria brunneata</i> (Thunberg, 1784)	*яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0		
<i>Macaria loritaria</i> (Eversmann, 1837)	*яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		
<i>Macaria wauaria</i> (Linnaeus, 1758)	*гус.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0		
<i>Chiasmia clathrata</i> (Linnaeus, 1758)	кук.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0		
Geometrinae																
<i>Geometra papilionaria</i> (Linnaeus, 1758)	гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0		
Larentiinae																
<i>Carsia sororiata</i> (Hübner, [1813])	яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
<i>Phibalapteryx virgata</i> (Hufnagel, 1767)	кук.	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
<i>Orthonama vittata</i> (Borkhausen, 1794)	гус.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		
<i>Xanthorhoe quadrifasiata</i> (Clerck, 1759)	кук.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0		
<i>Epirrhoe hastulata</i> (Hübner, 1790)	*кук.	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0		
<i>Epirrhoe pupillata</i> (Thunberg, 1788)	кук.	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0		
<i>Epirrhoe tristata</i> (Linnaeus, 1758)	кук.	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
<i>Hydriomena furcata</i> (Thunberg, 1784)	*яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		
<i>Eulithis achatinellaria</i> (Oberthür, 1880)	*яй.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0		
<i>Eulithis mellinata</i> (Fabricius, 1787)	*яй.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0		
<i>Eulithis populata</i> (Linnaeus, 1758)	яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0		
<i>Gandaritis pyraliata</i> ([Denis et Schiffermüller], 1775)	*яй.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0		
<i>Dysstroma citrata</i> (Linnaeus, 1761)	*яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		

Таблица 1. (продолжение)
Table 1. (continuation)

Вид	Зимующая фаза	апрель	май			Июнь			июль			август		
		3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
<i>Dysstroma truncata</i> (Hufnagel, 1767)	гус.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Rheumaptera hastata</i> (Linnaeus, 1758)	*кук.	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Epirrita autumnata</i> (Borkhausen, 1794)	яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Eupithecia indigata</i> (Hübner, 1813)	кук.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Eupithecia pusillata</i> ([Denis et Schiffmüller], 1775)	яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Coenocalpe lapidata</i> (Hübner, [1809])	яй.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Sterrhinae														
<i>Idea aureolaria</i> ([Denis et Schiffmüller], 1775)	гус.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Idea dohlmanni</i> (Hedemann, 1881)	гус.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Idea straminata</i> (Borkhausen, 1794)	гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Scopula decorata</i> ([Denis et Schiffmüller], 1775)	гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Scopula frigidaria</i> (Möschler, 1860)	*гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Scopula immorata</i> (Linnaeus, 1758)	гус.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Scopula immutata</i> (Linnaeus, 1758)	гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Scopula rubiginata</i> (Hufnagel, 1767)	гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Scopula ternata</i> Schrank, 1802	гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Scopula virgulata</i> ([Denis et Schiffmüller], 1775)	гус.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Cyclophora albipunctata</i> (Hufnagel, 1767)	*кук.	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
Всего:		1	3	2	4	11	17	27	30	32	26	23	20	8
Индекс Маргалефа (I _{Mg})		–	1,82	1,44	2,16	4,17	5,65	7,89	8,53	8,95	7,67	7,02	6,34	3,37

Условные обозначения: гус. — гусеница, кук. — куколка, яй. — яйцо, (–) — нет данных; звездочкой (*) отмечены зимующие стадии по оригинальным данным из Якутии.

два вида, летающих в первой половине мая — *Archiearis parthenias*, *Leucobrephos middendorfi*; второй вид очень редок в сборах. Лёт краткий, не превышает 20 дней. Оба вида зимуют в стадии куколки. В это время также встречается *Macaria carbonaria*, но этот вид вполне обоснованно попал в следующий кластер, так как пик его растянутого лёта приходится на вторую половину мая — начало июня.

Из растений Ботанического сада в период лёта *Archiearinae* цветёт прострел узколистный (*Pulsatilla angustifolia* Turcz.) [Nikolaeva, Danilova, 2019].

Сроки лёта остальных видов пядениц Ботанического сада укладываются в период климатического лета в Центральной Якутии — с 28–30 чисел мая до 3 сентября [Vitvitskii, 1965]. Этот разнородный кластер распадается на три фенологические группы.

Раннелетняя группа В. Лёт в период перволетия. Бабочки, за исключением *Macaria carbonaria*, появляются в третьей декаде мая и в основном летают 3–5 декад. Группа насчитывает 10 видов, из них у двух видов рода *Aspitates* зимующая стадия не известна. Куколками зимуют 6 видов: *Plagodis pulveraria*, *Hypoxystis pluviana*, *Ematurga atomaria*, *Macaria*

carbonaria, *Epirrhoe hastulata*, *E. pupillata* (75 % от видов с известными зимующими фазами). В первой декаде июня на хорошо прогреваемых остепнённых станциях вылетает пяденица *Perconia strigillaria*, зимующая в стадии гусеницы. Со второй декады июня начинается лёт *Scopula immorata* — первого представителя подсемейства Sterrhinae, также зимующего гусеницей.

Лёт бабочек совпадает с цветением бурачка ленского (*Alyssum lenense* Adams), ветреницы лесной (*Anemone sylvestris* L.), водосбора мелкоцветкового (*Aquilegia parviflora* Ledeb.), ириса щетинистого (*Iris setosa* Pall. ex Link), незабудочника шелковистого (*Eritrichium sericeum* (Lehm.) DC.) и подмаренников настоящего и северного (*Galium verum* L., *G. boreale* L.).

Среднелетняя группа С. Самая многочисленная группа, состоит из 26 видов, летающих в разгар лета. Начало лёта очень растянутое: от конца мая до середины июля, но наибольшее количество видов этой группы вылетает в третьей декаде июня (12 видов, 46 % от общего числа видов группы). Продолжительность лёта от 3 до 6 декад. Связи внутри этой

группы более слабые из всех остальных. На дендрограмме при пороге значения коэффициента 0,6 выделяются 2 подгруппы, начинающие лёт в разные сроки:

C_1 — в основном летают с начала июня (17 видов): *Cabera exanthemata*, *Chiasmia clathrata*, *Digrammia rippertaria*, *Phibalapteryx virgata*, *Xanthorhoe quadrifasciata*, *Epirrhoe tristata*, *Rheumaptera hastata*, зимующие куколкой (41 % от общего числа видов подгруппы); *Angerona prunaria*, *Abraxas grossulariata*, *Idaea aureolaria*, *I. straminata*, *Scopula frigidaria*, *S. rubiginata*, *S. ternata*, *S. virgulata*, зимующие гусеницей (47 %) и *Eulithis achatinellaria*, *E. mellinata*, зимующие в стадии яйца (12 %). Первыми появляются бабочки *Phibalapteryx virgata*, они начинают летать с третьей декады мая по остепнённым солнечным склонам.

C_2 — виды, вылетающие с третьей декады июня (9 видов): *Alcis extinctaria*, *Macaria wauaria*, *Geometra papilionaria*, *Idaea dohlmanni*, *Scopula decorata*, *S. immutata*, зимующие гусеницей (67 % от общего числа видов подгруппы); *Macaria brunneata*, *M. loricaria*, *Gandaritis pyraliata*, с зимовкой в стадии яйца (33 %). Подгруппы, кроме различий в сроках начала лёта, отличаются по соотношениям долей зимующих фаз. Так, во второй, более поздней подгруппе, уже нет видов, зимующих в стадии куколки, 2/3 видов подгруппы зимуют гусеницей и 1/3 — зимуют в фазе яйца.

Лёт видов среднелетней группы совпадает с цветением в Ботаническом саду астры альпийской (*Aster alpinus* L.), герани луговой (*Geranium pratense* L.), колокольчика скученного (*Campanula glomerata* L.), кровохлёбки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.), пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC.).

Позднелетняя группа D. Лёт в период спада якутского лета, окончания цветения многих растений. Включает 15 видов, вылетающих в третьей декаде июля — второй декаде августа. Продолжительность их лёта от 1 до 5 декад. На дендрограмме обособленную ветвь образуют 4 вида: вылетающие на 1–2 декады бабочки второго поколения бивольтинных видов *Selenia tetralunaria*, *Cyclophora albipunctata*, а также редкие в сборах *Eupithecia indigata* (зимует куколкой, 20 % группы) и *E. pusillata* (зимует в стадии яйца).

Далее более компактную ветвь образуют 11 видов, летающих в течение 2–5 декад: *Arichanna melanaria*, *Orthonama vittata*, *Dysstroma truncata*, зимующие гусеницей (20 %); *Epione repandaria*, *E. vespertaria*, *Carsia sororiata*, *Hydriomena furcata*, *Eulithis populata*, *Dysstroma citrata*, *Epirrita autumnata*, *Coenocalpe lapidata*, зимующие в стадии яйца. Так, в позднелетней группе значительно возрастает доля видов, проходящих зимовку в фазе яйца (9 видов, 60 %).

В это время количество цветущих растений резко сокращается, на территории Ботанического сада цве-

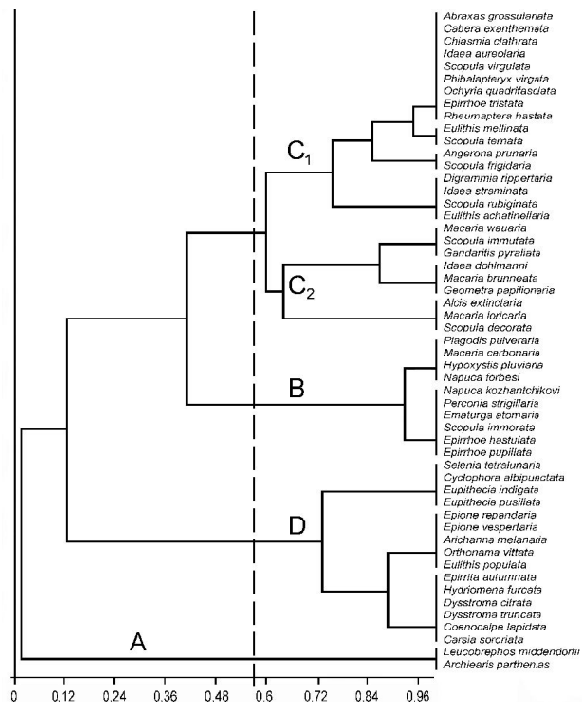


Рис. 2. Дендрограмма подекадного лёта пядениц Якутского ботанического сада.

Fig. 2. Dendrogram of the ten day flight of the geometrid moths of the Yakutsk Botanical Garden.

тут 9 видов видов полыней, в том числе холодная (*Artemisia frigida* Willd.), пижмолистная (*A. tanacetifolia* L.) и шелковистая (*A. sericea* Web. ex Stechm.).

Таким образом, бивольтинные пяденицы не образуют отдельного чётко различающегося кластера, но неплохо группируются между собой, после чего объединяются с видами со сходными сроками начала и продолжительности лёта. В общем, как видно из рисунка 3, полученного в результате кластерного анализа подекадных списков пядениц, показатель сроков начала лёта работает достаточно наглядно. Возможно, имеет смысл опираться только на сроки начала лёта групп, так как они напрямую связаны с климатическими характеристиками района исследований.

Среди пядениц Ботанического сада получено 4 естественные группы совместно летающих видов. Весенняя группа A вылетает в первой декаде мая и летает 2 декады. Раннелетняя группа B, за исключением *Macaria carbonaria*, начинает лёт с третьей декады мая и летает 5 декад. Конец лёта этой группы продлевается на 2 декады за счёт единственного вида *Scopula immorata*, летающего до конца июля. Бабочки первой подгруппы среднелетней группы C_1 появляются в первой декаде июня, кроме *Phibalapteryx virgata*, опережающего подгруппу на одну декаду. Лёт очень растянут, продолжается в течение 8 декад. Лёт подгруппы C_2 целиком укладывается в эти сроки, но начинается чуть позже — с третьей декады

июня и длится 6 декад. Самая поздняя группа, позднелетняя D начинает лёт с третьей декады июля и летает до конца августа, при благоприятных условиях часть видов (*Carsia sororiata*, *Hydriomena furcata*, *Dysstroma citrata*, *Epirrita autumnata*, *Coenocalpe lapidata*) может продолжать летать и в начале сентября.

Заключение

В настоящее время фауна пядениц Якутского ботанического сада состоит из 53 видов из 45 родов и пяти подсемейств. Наиболее разнообразны представители подсемейства Ecnominae (20 видов) и Larentiinae (19 видов), далее идут Sterrhinae (11 видов). Подсемейства Archiearinae и Geometrinae представлены 1–2 видами.

Для пядениц в условиях Центральной Якутии характерно моноциклическое развитие, что связано с коротким вегетационным периодом. Наличие второго поколения, возможно факультативного, установлено только у *Selenia tetralunaria* и *Cyclophora albipunctata*. Зимующая фаза известна для 51 вида пядениц Ботанического сада: в фазе гусеницы зимует 37 %, куколки — 35 % и яйца — 28 % видов.

Пяденицы на территории Якутского ботанического сада начинают летать с третьей декады апреля. Число встречающихся видов плавно возрастает до второй декады июля, затем идёт на спад; лёт завершается в конце августа. График общего лёта имеет вид одновершинной кривой с максимумом летающих видов во второй декаде июля (32 вида), по сравнению с другими регионами этот пик численности смещён на более поздние, тёплые сроки.

На основании сходства сроков лёта пяденицы Сада группируются в весеннюю, раннелетнюю, среднелетнюю и позднелетнюю фенологические группы,

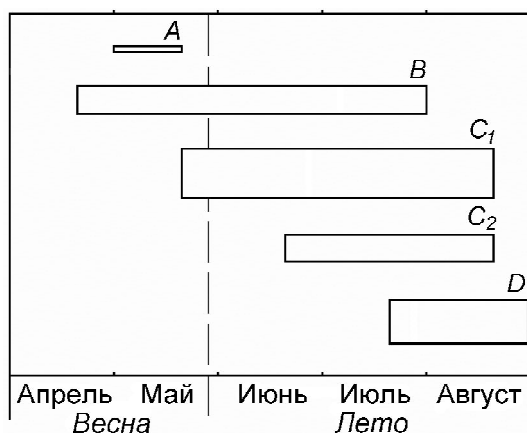


Рис. 3. Лёт фенологических групп пядениц в Якутском ботаническом саду. А–D — фенологические группы. Высота полос соответствует числу видов в группе.

Fig. 3. Flight of phenological groups of geometrid moths in the Yakutsk Botanical Garden. A–D — phenological groups. The width of rectangles is proportional to the number of species in the group.

отличающиеся таксономическим составом и соотношением видов с различными зимующими фазами. Наибольшее число видов относится к среднелетней феногруппе (26 видов, 49 % от общего числа видов), они летают в разгар лета. По сравнению с фаунами Приамурья и Приморья, крайне бедна весенняя группа (2 вида, 4 %) и полностью отсутствует осенняя группа пядениц [Beljaev, 1996; Beljaev et al., 2010; Kuzmin, 2020]. Таким образом, адаптация некоторых видов пядениц к климатическим условиям Центральной Якутии происходит путём смещения сроков вылета в летний, наиболее теплообеспеченный, период [Beljaev, Burnasheva, 2010].

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по проекту «Популяции и сообщества животных водных и наземных экосистем криолитозоны восточного сектора российской Арктики и Субарктики: разнообразие, структура и устойчивость в условиях естественных и антропогенных воздействий» (тема № 0297-2021-0044, ЕГИСУ НИОКТР №121020500194-9). Автор выражает искреннюю признательность Е.Л. Каймук и коллегам-энтомологам ИБПК СО РАН за предоставленные сборы, а также Е.А. Беляеву (ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток) за помощь в определении части материала.

References

- Ammosov Yu.N. 1972. [Lepidoptera feeding on leaves of trees, bushes and shrubs in the Central and Southern Yakutia] // Ammosov Yu.N. (Ed.) Fauna i ekologiya nasekomykh Yakutii (Fauna and ecology of insects of Yakutia). Yakutsk: Institute of biology, Yakut. fil. AN SSSR. P.5–51. [In Russian].
- Andreev V.L. 1980. [Classification constructions in ecology and systematics]. M.: Nauka. 141 p. [In Russian].
- Anikin V.V. 1997. Ecological review of the Lepidoptera of the lower Volga area // Entomologicheskoe obozrenie. Vol.76. No.2. P.309–317. [In Russian].
- Atlas of Agriculture of the Yakut ASSR. 1989. M.: Glavnoye upravleniye geodezii i kartografii. 115 p. [In Russian].
- Beljaev E.A. 1996. «Winter» Geometridae (Lepidoptera) of the Japan Sea region: taxonomic composition, morphological and biological features, biogeographic analysis // A.I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings. Vyp.6. Vladivostok: Dal'nauka. P.33–76. [In Russian].
- Beljaev E.A., Burnasheva A.P. 2010. Phenological flight periods and developmental cycles of geometrid moths (Lepidoptera: Geometridae) in the cryolithozone environment (the case of Central and South-Western Yakutia) // A.I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings. Vyp.21. Vladivostok: Dal'nauka. P.125–143. [In Russian].
- Beljaev E.A., Vasilenko S.V., Dubatolov V.V., Dolgikh A.M. 2010. Geometer moths (Insecta, Lepidoptera: Geometridae) of the Bolshekhkhehtsirskii Nature Reserve (Khabarovsk suburbs) // Amurian zoological journal. Vol.2. No.4. P.303–321. [In Russian].
- Beljaev E.A., Burnasheva A.P. 2014. New data on the fauna of geometrid moths (Lepidoptera, Geometridae) of Yakutia. II // Amurian zoological journal. Vol.6. No.1. P.57–62. [In Russian].
- Beljaev E.A., Mironov V.V. 2019. Family Geometridae // Sinev S.Yu. (Ed.): Catalogue of the Lepidoptera of Russia.

- Edition 2. St. Petersburg: Zoological Institute RAS. P.235–281. [In Russian].
- Burnasheva A.P., Beljaev E.A. 2011. New data on the fauna of geometrid-moths (Lepidoptera, Geometridae) of Yakutia. I. // Proceeding of the Russian Entomological Society. St.-Petersburg. Vol.82. P.57–66. [In Russian].
- Danilova N.S. 1993. [Introduction of perennial herbaceous plants of the Yakutia flora]. Yakutsk: Yakut Scientific Center SB RAS. 164 p. [In Russian].
- Danilova N.S. 2012. [Yakutsk Botanical Garden] // *Nauka i tekhnika v Yakutii* (Science and technology in Yakutia). No.1(22). P.83–88. [In Russian].
- Dubatolov V.V., Vasilenko S.V. 1988. [Some new and little-known Lepidoptera (Macrolepidoptera) of Yakutia] // Revin Yu.V. (ed.) *Nasekomye lugovo-tayezhnykh biotsenozov Yakutii* (Insects of meadow-taiga biocenoses of Yakutia). Yakutsk: Yakut. fil. AN SSSR. P.37–45. [In Russian].
- Gavrilova M.K. 1998. [The climates of the coldest regions of the Earth]: study Guide. Yakutsk: SO RAN. 206 p. [In Russian].
- Hammer H., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2006. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // *Paleontologica electronica*. No 4. P.1–9.
- Hausmann A. 2001. Introduction. Archiearinae, Orthostixinae, Desmobarthinae, Alsophilinae, Geometrinae // Hausmann A. (Ed.): *The Geometrid Moths of Europe*. Vol.1. Stenstrup: Apollo Books. 282 p.
- Hausmann A. 2004. Sterrhinae // Hausmann A. (Ed.): *The Geometrid Moths of Europe*. Vol.2. Stenstrup: Apollo Books. 600 p.
- Koch M. 1991. *Wir bestimmen Schmetterlinge*. Ausgabe in einem Band, bearbeitet von Wolfgang Heinicke. Radebeul: Neumann Verlag. 792 p.
- Korobkova T.S., Sabaraikina S.M. 2014. [Forest communities of the Yakutsk Botanical Garden] // *Nauka i obrazovaniye* (Science and Education). No.4. P.67–71. [In Russian].
- Korshunov Yu.P. 2002. [Butterflies of North Asia]. M.: KMK Scientific Press Ltd. 424 p. [In Russian].
- Kuzmin A.A. 2020. Dynamics of seasonal activity of imago of Geometrid moths (Lepidoptera: Geometridae) in the South of the Amur Region // A.I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings. Vyp.31. Vladivostok: Dal'nauka. P.68–82. [In Russian]. <https://doi.org/10.25221/kurentzov.31.6>
- Maksimova T.N. 1985. [About chortophilous Noctuidae (Lepidoptera) of Central Yakutia] // Solomonov N.G. (Ed.) *Materialy po faune i ekologii nasekomykh Yakutii* (Materials on the fauna and ecology of insects of Yakutia). Yakutsk: Yakut. fil. AN SSSR. P.11–24. [In Russian].
- Megurran A. E. 1992. *Ecological diversity and its measurement*. M.: Mir. 181 p. [In Russian].
- Mironov V.G. 1999. Family Geometridae // Kuznetsov V.I. (Ed.): *Insects and mites — pests of agricultural plants*. Vol. III. Lepidoptera. Part 2. St. Petersburg: Nauka. P.254–272.
- Mironov V. 2003. Larentiinae II (Perizomini and Eupitheciini) // Hausmann A. (Ed.): *The Geometrid Moths of Europe*. Vol.4. Stenstrup: Apollo Books. 463 p.
- Mráček Z. 1989. Contribution la connaissance des Lépidoptères diurnes de la Yakoutie (Lepidoptera, Rhopalocera et Hesperidae) // *Linneana Belgica*. Vol.12. No.4. P.138–188. [In French].
- Nakhabtseva S.F. 1965. [Vegetation of the Yakutsk Botanical Garden] // *Introduktsiya rasteniy v Tsentral'noy Yakutii* (Plant introduction in Central Yakutia). M.-L.: Nauka. P.37–43. [In Russian].
- Nesina M.V. 1994. [A new approach to the classification of phenological data on the example of geometrid moths (Lepidoptera, Geometridae)] // *Entomologicheskoe obozrenie*. Vol.73. No.3. P.606–615. [In Russian].
- Nesina M.V. 1997. Phenological groups of geometrid moths (Lepidoptera, Geometridae) // *Entomologicheskoe obozrenie*. Vol.76. No.4. P.737–747. [In Russian].
- Nikolaeva O.A., Danilova N.S. 2019. Conspectus of the flora of vascular plants in natural areas of the Yakutsk Botanical Garden // *Phytodiversity of Eastern Europe*. Vol.13. No.1. P.70–94. [In Russian]. doi: 10.24411/2072-8816-2019-10040.
- Pesenko Yu.A. 1982. [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic studies]. M.: Nauka. 287 p. [In Russian].
- Skachkov Yu.B., Savvinov D.D. 2017. [Climate of Yakutsk] // *Prikladnyye ekologicheskiye problemy g. Yakutsk* (Applied ecological problems of Yakutsk). Novosibirsk: Nauka. P.71–84. [In Russian].
- Skou P. 1986. *The Geometridae Moths of North Europe* (Lepidoptera: Drepanidae and Geometridae) // E.J. Brill. Scandinavian Science Press Ltd. 348 p.
- Stekolnikov A.A. 1996. [Identification tables of species of some genera of the subfamily Sterrhinae (Lepidoptera, Geometridae) of the European part of Russia] // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta* (Bulletin of St. Petersburg University). T.3. No.4. P.3–40. [In Russian].
- Ustjujanin P.Ya., Kovtunovich V.N. 2008. To the fauna of the plume-moth (Lepidoptera, Pterophoridae) of Yakutia // Danilova N.S. (Ed.) *Issledovaniya chlenistonogikh zhivotnykh v Yakutii* (Research of arthropods in Yakutia). Yakutsk. P.57–62. [In Russian].
- Vasilenko S.V. 1992. Geometer moths (Lepidoptera, Geometridae) of the forest-steppe zone of the West Siberian Plain: avtoref. dis... kand. of biol. nauk. Novosibirsk. 24 p.
- Vitvitskii G.N. 1965 [Climat] // Korzhuev S.S. (Ed.): *Yakutia*. M.: Nauka. P.115–143. [In Russian].
- Zakharova V.I. 2014. [Diversity of vascular plants of Central Yakutia]. Novosibirsk: Nauka. 180 p. [In Russian].
- Zhirkov I.I., Zhirkov K.I., Maksimov G.N., Krivoshapkina O.M. 2004. [Geography of Yakutia]: textbook. Yakutsk: Bichik. 304 p. [In Russian].

Поступила в редакцию 13.4.2021