**Основные векторы адаптаций насекомых к условиям обитания на геотермальных полях Камчатки**

Автор: **Лобкова Л. Е.**

***Лобкова Л.Е. Основные векторы адаптаций насекомых к условиям обитания на геотермальных полях Камчатки. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы IY научной конференции. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2004, с. 244–248.***

Вулканическая и поствулканическая деятельность на Камчатке создает множество разнообразных геотопов. Они различаются по рельефу и структуре грунтов, по химическим характеристикам грунтов, вод и газов, по режиму температуры и влажности.

Здесь формируются множество микробиотопов за счет видов флоры и фауны, толерантных к тому или иному сочетанию физико-химических факторов среды.

Мы изучали состав, биотопическое распределение и элементы экологии насекомых в Долине Гейзеров (Лобкова, 2002; Лобкова, Лобков, 2003). Здесь в зоне действия термальных полей обитает не менее 310 видов насекомых. Собственно термофильная фауна составляет не менее 128 видов насекомых, 41% известной энтомофауны Долины Гейзеров. Из них 29 видов (9%) встречаются только на термальных площадках. Заселение идет, главным образом, из близлежащих зональных биотопов вслед за кормовыми объектами, или за счет миграций. Встречены на Камчатке только в Долине Гейзеров 1,9% видов, живут здесь 1,6% видов известных еще и из долины реки Камчатка. Облигатные термофилы в Долине Гейзеров: львинки *Odantomiya argentata F., O. flavissima Rossi*; сирфиды *Helophilus borealis Stgr., H. linneata (Fabr.), H. lunulata (Meig.), Pyrophaena platigastra Lw., Eristalinus sepulcralis (L.);*береговушка *Scatella stagnalis (Fall.);*жужелицы *Poecilus fortipes Chaud., Pterostichus diligens St.;*жужелица скакун *Cicindela restricta Fisch.;*тинолюб *Enochrus quadripunctatus Herbs.*; пчела *Halictus rubicundus Christ.;*цикадки *Pentastiridius leporinus (L.), Forcipata citrinella (Zett.), Verdanus evansi (Achm.), Errastunus ocellaris (Fall.), Limotettix striola (Fall), Euscelis incisus (Kbm.), Psammotettix confinus (Dahlb.);* клопы *Microvelia buenoi Drake, Сallicorixa producta Fieb. Saldula palustris Dgl. et Sc., Teratocoris saundersi Dgl. еt Sc., Peritrechus angustiсollis R. Sahlb.;* тли *Protrama radicis (Kalt.), Pleotrichophorus glandulosus (Kalt.), Pаramyzus longirostris Miyaz., Aphis kamtschatica Pashtshenko.*

Термальные биоценозы осваиваются в процессе своеобразных экологических и морфо-физиологических адаптаций живых организмов, какие, например, обнаружены у птиц (Лобков, 1999), у растений (Рассохина, 2002). Рассмотрим их и у насекомых.

**Толерантность к химически агрессивной среде.**Личинки *Eristalinus sepulcralis*(крыски), найденные нами в сероводородных источниках с высоким содержанием солей и кислотных остатков, питаясь тионовыми бактериями, выдерживают понижение кислотности среды до значений рН = 1,5; выводят с экскрементами микрокристаллическую серу (до 98% состава экскрементов). Личинки береговушек *Scatella stagnalis*, львинок *Odantomiya argentata, O. flavissima,*ручейников, хирономид, жуки тинолюба *Enochrus quadripunctatus* способны жить в высокоминерализованной среде водных источников, образованных в результате излива гейзерных вод (от 1300 до 3000 мг на литр, измерения Т.М. Философовой). Муравьи *Formica picea*, пчелы *Halictus rubicundus*, жужелицы *Poecilus fortipes, Cicindella restricta*роют свои гнезда и норки в термальноизмененных химически активных кислых грунтах.

**Толерантность к высоким температурам.** Наиболее теплостойкие в Долине Гейзеров личинки мух львинок *Odantomiya argentata, O. flavissima*. Они ползают по гейзеритовым постройкам со следами водорослей, зачастую переползая мелкие струи гейзеров и пульсирующих источников с температурой воды около 650°С, оставаясь и после этого активными. Они многочисленны и в водоемах в толще альгобактериальных взвесей, где выдерживают температуру среды до 480°С, а кратковременно — и более высокие температуры. Такую термостойкость личинкам обеспечивает плотная хитиновая оболочка. Личинки мух береговушек *Scatella stagnalis*живут в руслах изливов гейзеров и пульсирующих источников в термофильных альгобактериальных сообществах, часто до 1мм толщиной, по которым стекает вода до 600°С. Скакуны *Cicindella restricta*откладывают яйца в норки в термальноизмененных грунтах, максимальная температура в норке с личинкой I возраста составила 520°С. Личинки цикадок *Pentastiridius leporinus (L.)*и *Javesella pellucida (F.)*освоили прибрежные подтопляемые поймы и болотца с различной степенью увлажнения и подогрева поверхности почвы (до 48°С). Личинки мелких хирономид живут в водоемах с температурой до 420°С. Личинки крысок выдерживают температуры до 380°С.

Насекомые имеют определенные адаптации к жизни в термоаномальных биотопах.

**Физиологические адаптации.**В первую очередь выражены в фенологии развития видов. Способность к круглогодичному развитию мы отметили у береговушек Они зимуют в активном состоянии во всех стадиях развития: мы наблюдали спаривание мух, их яйца и личинок в декабре на альгобактериальных слоевищах на ручье Горячий Ключ, когда температура воздуха была ниже -180°С. Число поколений пока определить не удалось, но с марта по декабрь в термальных биотопах мы наблюдали одновременно все стадии развития береговушек.

У львинок, крысок зимуют как мухи, так и личинки всех возрастов, лет мух отмечен с мая по сентябрь-октябрь. У цикадок *Pentastiridius leporinus, Javesella pellucida*зимуют все преимагиальные стадии развития. У скакунов зимуют как личинки всех возрастов, так и жуки. В вегетационный период встречаются все стадии развития перечисленных насекомых.

У большинства видов, живущих на термальных биотопах и в их окрестностях, наблюдается более растянутый (по сравнению с зональными биотопами) период лета имаго за счет неравномерности схода снежного покрова и начала вегетации кормовых растений, и гораздо более ранний, чем в соответствующих зональных биотопах. Кроме перечисленных видов, это отмечено у муравьев (с мая по сентябрь), у огневок, у большинства подгрызающих совок (например, у исландской совки — с конца июля и до октября).

Высокотемпературный режим усиливает обмен веществ насекомых, и потому цикл их развития завершается даже при недостатке корма и других неблагоприятных факторах. В результате имаго различаются по размерам на 20–30%. Это наблюдается у скакунов, муравьев, исландской совки, у красной яровой совки и др.

Число поколений ограничивается недостатком корма. У скакуна *Cicindella restricta*отмечен, возможно, рекордный промежуток голодания в период активности. Так, личинка III-его возраста, взятая на термоплощадке 22.08.02 г., жила в садке без пищи до 15.01.03 г. (в случайном опыте, при комнатной температуре), превратилась в «головастика», а при подкармливании обрела естественный вид. Таких личинок (головастиков) мы встречали в конце августа в Долине Гейзеров при дефиците корма на термальных площадках, лишенных растительного покрова. Индивидуальный учет норок показал, что это — уже перезимовавшие особи, т.е. продолжительность их жизни составляла свыше 13 месяцев.

**Поведенческие адаптации**. Мухи — береговушки откладывают яйца на естественные микровозвышения по руслу водотоков, во время излива горячие струи обтекают и мух и яйца; в это время личинки находятся под альгобактериальным слоем, выползая на поверхность только в промежутках между изливами, когда температура среды понижается. Личинки львинок активно и быстро уползают из зоны действия высоких температур. Крыски в высокотемпературных водоемах держатся по их периферии на мелководье, где температура не более 400°С. Личинки скакунов в течение сезона переползают из перегретых норок на менее прогретые участки грунта (например, весной температуры грунта были оптимальны, а к лету за счет высоких температур воздуха становятся предельными). Личинки скакунов регулируют глубину и форму норок в зависимости от температуры и плотности грунта: в рыхлом или глинистом грунте норка вертикальная, при появлении отвердевших прослоек, камней или при быстром повышении температуры грунта она роется под углом к поверхности или в форме сапожка. Глубина норки у личинок III возраста минимальна (4–5,5 см) при температуре грунта выше 360°С, а на слабо отепленных грунтах глубина норок достигает 12–18 см.  
Самки, откладывая яйца, выбирают среду обитания для будущего потомства на условиях экологического компромисса между температурой, оптимальной для развития яиц, и наличием корма для будущих личинок.

Так, скакуны не селятся на обширных площадках подогретых, но лишенных растительности, а выбирают термальные площадки со слабым проективным покрытием (20–50%), по границе с растительностью, или мелкие оголенные участки (во мху, на глине), где близко подходит растительность; такие своеобразные колонии скакунов формируются ежегодно в одних и тех же местах. Коньки *Chortipus biguttulus maritimus Mistsh* также откладывают яйца в термальноизмененные глины (до 280°С) вблизи границы роста злаковых растений. Пчелы *Halictus rubicundus*роют норки до глубины, где температура грунта составляет 240°С (на глубине 8–25 см), и только при достижении этой температуры располагают выводковые камеры, где расплод имеет постоянную температуру и практически не зависит от погоды снаружи. Осы лепят свои гнезда, также используя глубинное тепло земли: мы нашли гнездо бумажной осы, прикрепленное под навесом валуна, расположенного над прогретым каменистым грунтом; в результате температура воздуха вокруг гнезда держалась 280°С, и это при том, что температура воздуха на высоте 1 метр была 150°С.

Морфологические адаптации насекомых характерны для видов в пределах их ареала и позволяют жить в несвойственных им термальных и химически активных биотопах. Например, таковы телескопическая дыхательная трубка у «крысок», плотные хитиновые покровы у личинок львинок и др. В дальнейшем, со сбором серий каждого вида, будут, возможно, выделены эндемичные формы подвидового уровня. Известны 5 эндемичных для Камчатки видов насекомых, живущих только или преимущественно на термальных полях (Лобкова, Лобков, 2003).

Знание видового разнообразия насекомых, биотопического распределения и адаптации их к условиям обитания на термальных полях даст возможность более квалифицированно наметить пути сохранения биоразнообразия уникальных биотопов Камчатки.

**Список литературы:**

Лобкова Л.Е. Насекомые. // Растительный и животный мир Долины Гейзеров. Петропавловск-Камчатский: «Камчатский печатный двор», 2002, С. 72–136.

Лобков Е.Г. Экологические адаптации птиц к условиям гнездования на вулканогенных термальных полях. // Биология и охрана птиц Камчатки, вып 1. М.: «Диалог-МГУ», 1999, С. 122–124.

Лобкова Л.Е., Лобков Е.Г. Экологические связи насекомых в биогеоценозах термальных полей Узона и Долины Гейзеров. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады III научной конференции. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2003, С. 87–99.

Рассохина Л.И. Флора и растительность. // Растительный и животный мир Долины Гейзеров. Петропавловск-Камчатский: «Камчатский печатный двор», 2002, с. 32–48.

Лобкова Л.Е. Основные векторы адаптаций насекомых к условиям обитания на геотермальных полях Камчатки. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы IY научной конференции. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2003, с. 244–248.

Лобкова Л.Е. Биологические организмы и их роль в газогидротермальных источниках кальдеры Узона (Камчатка) //Вулканизм, биосфера и экологические проблемы: Материалы Третьей международной научной конференции — Туапсе, 2003. с.

Лобкова Л.Е., Лобков Е.Г. Экологические связи насекомых в биогеоценозах термальных полей Узона и Долины Гейзеров. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады III научной конференции. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2003, с. 87–99.

Лобкова Л.Е., Лобков Е.Г. Роль биологических компонентов в экосистемах термальных полей Узона и Долины Гейзеров и некоторые аспекты охраны термальных биогеоценозов Разнобразие беспозвоночных животных на Севере: Тезисы докладов II Международной конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 17–22 марта 2003 г.) — Сыктывкар,2003, с. 46–47.

Лобкова Л.Е. Влияние вулканизма на формирование энтомофауны Камчатки. // Разнобразие беспозвоночных животных на Севере: Тезисы докладов II Международной конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 17–22 марта 2003 г.) — Сыктывкар,2003, с. 45.