

УДК 595. 433

Н.И. Гриценко

Иле-Алатауский государственный национальный природный парк, Казахстан, г. Каскелен
e-mail: nikolay-gritsenko@mail. ru.

Сенокосцы криофилы (*Opiliones*, *Phalangiidae*) рода *Scleropilio* Roewer

Проанализированы адаптации, возникшие у сенокосцев рода *Scleropilio* (*Opiliones*, *Phalangiidae*) за время жизни их на суше Евразийского материка, около 300 млн. лет, в обстановке дефицита влаги. Многообразие этих адаптаций обеспечили приспособление сенокосцев к жизни в пустынях в экстремальных условиях.

Ключевые слова: *Opiliones*, *Scleropilio*, криофилы.

Н.И. Гриценко

Шөп қоректі криофилдер (*Opiliones*, *Phalangiidae*) түрі *Scleropilio* Roewer

Шөп қоректілердің *Scleropilio* (*Opiliones*, *Phalangiidae*) түрі олардың Евразия құрлығының жер бетіндегі өмір сүру уақыты 300 млн жыл шамасында білінген, ылғалдың жетіспеушілік жағдайында сараптама жасалып, сыртқы ортаға бейімділігі анықталған. Бұл бейімділіктің көп түрлілігі шөп қоректі криофилдердің табиғаты қатал, шөлді аймақтарда өмір сүруін қаптамасыз етті.

Түйін сөздер: *Opiliones*, *Scleropilio*, криофилдер.

N.I. Gritsenko

Harvestman cryogenic(*Opiliones*, *Phalangiidae*) genus *Scleropilio* Roewer

Analysed adaptation appeared beside harvestman of the sort *Scleropilio* (*Opiliones*, *Phalangiidae*) for time of the lifes them on land of the Eurasian mainland, beside 300 mln. years, in situation of the deficit waters. The Variety these adaptation has provided the adjustment an harvestman to lifes in desert in extreme condition.

Key words: *Opiliones*, *Scleropilio*, cryogenic.

Способность приспособляться к меняющимся условиям среды – одна из важнейших особенностей живых существ. Их биоразнообразие, распространение, и численность в значительной мере определяются эффективностью адаптационных механизмов. Именно они позволяют организмам существовать в условиях, часто малопригодных для жизни, а иногда несовместимых, на первый взгляд, с нею.

Из всего многообразия адаптаций к отдельным экологических факторам (температуре, освещенности, влажности), адаптаций к тем или иным типам природной среды (к жизни на разных поясах гор, в высокогорьях, в степях и в пустынях) наибольший интерес представляет температурный. Температура окружающей среды постоянно меняется, ее перепады в определенных районах бывают весьма значительны

и организмы, в особенности холоднокровные, должны к этому приспособляться.

Одним из примеров приспособленности к жизни в экстремальных условиях пустынь являются сенокосцы криофилы рода *Scleropilio* Roewer, 1911. Криофилы – виды, предпочитающие холод, нормально существующие и размножающиеся при относительно низких температурах (обычно не выше 10°C).

Материалы и методы исследований

Полевые исследовательские работы проводились в период с 2001 по 2014 г.г. в горных и пустынных районах в пределах Южно-Казахстанской, Жамбылской и Алматинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областей Казахстана, Бухарской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской, Самаркандской областей Узбекистана, Иссыккульской и Ошской областях

Киргизской Республики. Сбор, хранение и обработка спиртового материала сенокосцев проводились по общепринятой методике Шилгавого [6].

Результаты исследований и обсуждение

Обитание некоторых видов сенокосцев связано с горными и равнинными пустынями умеренного климатического пояса Азии. Жизнь их в этих пустынях ограничивается сухим климатом, перегревом поверхностных горизонтов почв, недостатком увлажнения и засоленностью при незначительном количестве атмосферных осадков и высокой испаряемости влаги. В пустынях, при избыточной инсоляции, удерживаются высокие температуры летом и низкие в зимний период, превышающие диапазон биологической устойчивости многих видов животных и растений [4].

Жизнь сенокосцев при экстремальных температурах привела к формированию адаптационных механизмов, которые значительно расширили ее «температурные пределы» и позволили отдельным видам занять экологические ниши, малопригодные для существования.

Сенокосцы *Scleropilio* зародившиеся, предположительно, в девоне на территории Ангарида суперматерика Пангеи и распространенные в данное время на Азиатском континенте, олицетворяют собой центральноазиатскую фауну Палеарктики, от Хингана до Иранского нагорья. Эта фауна ранее обитала в условиях круглогодично ровного тропического климата. Продолжительность жизни большинства видов сенокосцев в те времена, вероятно, составляла 3-5 и более лет.

Вся территория Азии в течение 290-250 млн. лет от силурийского периода палеозойской эры до палеогена кайнозойской эры представляла собой равнину, слабо всхолмленную в отдельных регионах, покрываемую последовательно – первоначально псилофитной растительностью, затем папоротниками, хвощами, плаунами, сенееными. С поднятием альпийско-гималайского пояса гор в палеогене (около 60 млн. лет назад) началось опустынивание центральных районов Азии и вместе с ним шло приспособление членистоногих к засухе. При этом они достигли крайней специализации, свойственной сезонным обитателям экстремальных зон, нашедших там периоды кратковременных благоприятных условий для своей жизни. Отбор и расселение видов сенокосцев в зонах разной теплообеспе-

ченности шел в течение многих миллионов лет в направлении выживания, как в условиях минимальных, так и максимальных температур.

Существует много приспособлений для борьбы с охлаждением или перегревом в пустынях. С наступлением зимы растения и пойкилотермные животные впадают в состояние зимнего покоя. Интенсивность обмена веществ резко снижается, в тканях запасается много жиров и углеводов. Количество воды в клетках уменьшается, накапливаются сахара и глицерин, препятствующие замерзанию. В жаркое время года включаются физиологические механизмы, защищающие организм от перегрева. У животных в этих условиях усиливается испарение воды через дыхательную систему и кожные покровы. Пойкилотермные животные избегают перегрева путем приспособительного поведения: выбирают местообитания с наиболее благоприятным микроклиматом, в жаркое время дня скрываются в норах или под листьями трав, под камнями, проявляют активность в определенное время суток. Повышение температуры тела у пойкилотермных организмов вызывает интенсификацию жизненных процессов и ускорение развития. Поэтому, до известного предела, чем выше температура, тем короче время, необходимое для развития отдельных стадий или всего жизненного цикла.

Первые всеядные сенокосцы обладали максимальным коэффициентом использования пищи, что было связано с низким уровнем организации их тканей, требующим относительно простого и экономичного преобразования пищевого растительного материала. В условиях влажного тропического климата расходы энергии на обогрев холоднокровного организма у них отсутствовали, минимальными были потери ее на строительство слабо развитых покровных теплоизолирующих и нервных тканей, а также на двигательную активность.

По мере ухудшения климата в результате удаления от термостабильных морей и других водоемов, а также в результате общего исторического охлаждения Земли эти животные приспособились к выживанию в суровом и сложном жизненном пространстве за счет создания теплоизолирующих тканевых структур и формирования механизмов холодоустойчивости.

Холодоустойчивость у пойкилотермных организмов формируется не только в зоне действия

низких температур (холодные пустыни Арктики, Антарктиды, высокогорье) но и в засушливых регионах (пустынные области Земли).

Роль влажности как экологического фактора для наземных организмов обусловлена тем, что осадки (соответственно, влажность воздуха и почвы) распределяются на земной поверхности в течение года очень неравномерно. Так как большинство наземных животных и растений влаголюбивы, недостаток влажности часто оказывается причиной, ограничивающей их жизнедеятельность и распространение. Заселение аридных областей членистоногими, не имеющими специальных приспособлений к защите тела от высыхания, произошло в результате выбора ими наиболее увлажненных биотопов и стадий с благоприятным сочетанием тепла и влаги, питания сочными частями растений, потребления конденсата воды, поедания трупов других животных и за счет накопления жиров в тканях [3].

Обитая в аридных условиях сенокосцы, сократили время своей жизнедеятельности среди сухих открытых пространств, ускорили цикл своего развития, который стал протекать только в сезоны максимальных выпадений осадков и сильной увлажненности биотопов. Такие сезоны в большинстве пустынь Центральной Азии носят сенне-осенний, в Джунгаро-Казахских пустынях сеннее-летний и в пустынях Средней Азии сенне-весенний максимум.

В ходе эволюции, приспособившись не только к периодическим изменениям температуры, но и к разным по теплообеспеченности регионам, растения и животные выработали в себе различную потребность к теплу в разные периоды жизни. В современный период, на громадных пространствах Азии, в середине зимы, как только солнце начинает прогревать почву, из отложенных сенокосцами прошлой весной (март-апрель) яиц, находящихся в диапаузе и прошедших тепловую стратификацию летом и холодную в сеннее-зимний период, выходят личинки. Благодаря камням, под которыми успешногреваются яйца и потомство, а также имеющемуся запасу влаги, сенокосцы успевают пройти свой жизненный цикл до наступления жаркого и сухого времени года. Зимой, в обстановке повышенной влажности, при таянии снега и льда, развивающиеся личинки первоначально питаются грибами, которые вегетируют

на почве и под камнями, несмотря на низкую температуру, используя тепло солнечных лучей.

Выживать при низких температурах среди снегов, животным, не способным поддерживать температуру тела на постоянном уровне, помогают биологические антифризы, которые понижают точку замерзания плазмы крови. У сенокосцев, например, при низких температурах роль антифриза играет глицерин. Содержание глицерина в их тканях меняется в зависимости от сезона: зимой его концентрация возрастает, а летом падает. Большую роль играют также механизмы, предотвращающие образование льда внутри клеток. Это противостояние замерзанию и устойчивость к замерзанию. Биохимический путь противостояния замерзанию – накопление в клетках макромолекулярных веществ – антифризов, которые понижают точку замерзания жидкостей тела и препятствуют образованию кристаллов льда в организме. Устойчивость к замерзанию – связана с временным прекращением активного состояния (гипобиозом или криптобиозом). Образование кристалликов льда внутри клеток необратимо нарушает их ультраструктуру и приводит к гибели. Но многие криофилы способны переносить образование льда во внеклеточных жидкостях. Этот процесс приводит к частичному обезвоживанию клеток, что повышает их устойчивость. У насекомых и паукообразных накопление защитных органических веществ, таких как глицерин, сорбит, сенин и других, препятствует кристаллизации внутриклеточных растворов и позволяет переживать критические морозные периоды в состоянии оцепенения [1];[5].

Адаптации, возникшие у сенокосцев рода *Scleropilio* за время жизни на суше около 300 млн. лет:

- во время жизни во влажных тропических лесах пермо-карбонового периода;

На протяжении каменноугольного периода намечилось распределение растительности по климатическим зонам: в тропиках произрастали теплолюбивые папоротниковые леса, а поближе к полюсам Земли появились растения, приспособленные к существованию в более холодных условиях. В этих условиях сенокосцы сформировали компактное тело, у многих видов произошло удлинение ног, легкие преобразовались в трахеи

- в периоды жизни в условиях аридных регионов в мезозое;

Начало аридизации отдельных регионов Азиатского континента отмечено со второй половины пермского периода. Постепенно смещавшаяся в северном полушарии засушливость климата вносила определенные коррективы не только в распределение ландшафтных обстановок, но и в состав и распределение растительного покрова. В районах, которые подверглись сильной аридизации, многие влаголюбивые формы исчезли, леса поредели, и в них сохранились лишь засухоустойчивые формы. Практически полностью исчезли гинкговые и папоротниковые леса. В целом растительный покров в областях умеренного увлажнения стал напоминать в экологическом отношении современные леса восточной части Средиземноморья. Климат становится холоднее и суше. В связи с общим похолоданием начинают развиваться хвойные растения. На месте бывших влажных районов, недавно покрытых лесами, появляются пустыни и впервые в северном полушарии, возникает обширная засушливая зона.

В это время, в результате адаптации к новым условиям среды у сенокосцев произошли следующие морфофизиологические изменения:

а) склеротизация, уплотнение и утолщение прокутикулярного слоя покровов тела;

б) увеличение непроницаемости покровов от испарения воды за счет развития эпикутикулы богатой липидами;

в) преобразование чувствительных щетинок на теле и конечностях в шипы для уменьшения испарения влаги с поверхности покровов;

г) формирование многочисленных жировых образований внутри организма для удержания воды;

д) переход к защищенному трахейному дыханию (в условиях аридного климата, у сенокосцев между коксами третьей и четвертой пар ног на вентральной стороне тела образовалась обширная полость, в которой, поступающий извне сухой воздух увлажнялся и только уже затем проникал в трахеи);

е) трофика усложнялась и шла по пути полифагии. Потребление животной пищи привело к сокращению продолжительности жизни.

Ж) с повышением температуры окружающей среды ускорились обменные процессы, произошло сокращение жизненного цикла. Вы-

работался эфемерный тип жизни и способность проходить развитие в ограниченный срок.

На протяжении палеогена аридный климат в северном полушарии господствовал в Центральной и южной Европе, Северной Африке, на территории Ближнего и Среднего Востока, в Средней Азии и Казахстане, Центральной Азии, на юге США и в Мексике. Климат палеогеновой эпохи был несколько холоднее, чем в предшествующие юрский и меловой периоды, но несравненно более жаркий, чем сейчас.

Холодоустойчивость у *Scleropilio* выработалась в результате приспособления к экстремальным условиям пустынь. Постепенно, в связи с аридизацией климата, переходя из среды обитания в условиях влажного тропического климата в среду с условиями пониженной влажности и приспосабливаясь к недостатку влаги в условиях пустынь, сенокосцы стали использовать для цикла своего развития лишь сезоны максимальных выпадений осадков. Общее похолодание климата и неоднократные оледенения в течение неогенового периода выработали у сенокосцев устойчивость к низким температурам в аридных местностях. Продолжающееся похолодание климата в четвертичном периоде в связи с множественными оледенениями и межледниковыми периодами закрепило криофилию у *Scleropilio*. Ранее обитавшие на равнинах виды – *S. Elenae* (Gric.), и *S. Insolens* (Simon), в связи с процессами горообразования поднялись на высоты до 2500-3000 метров, где в летнее время климатические условия стали аналогичны сенне-весенним равнинным.

Развитие склеропилио в условиях постепенного опустынивания некогда обильно увлажняемых и покрытых пышной вечнозеленой растительностью пространств Азии стало протекать в течение 3-4 месяцев, а продолжительность жизни сократилась с трех до одного года. Эти сенокосцы способны завершать весь свой жизненный цикл в рекордно короткие сроки, приуроченные к тем моментам в жизни пустыни, когда она получает наибольшее количество осадков.

В настоящее время часть видов *Scleropilio* живут среди мелких камней на склонах низкогорий и среднегорий Азии. В середине зимы, как только солнце начинает прогревать почву, из отложенных прошлой весной (март-апрель) яиц, находящихся в диапаузе и прошедших те-

пловую стратификацию летом и холодовую в сеннее-зимний период, выходят личинки. Благодаря камням, под которыми легко прогреваются яйца и потомство, а также имеющемуся запасу влаги, сенокосцы *Scleropilio* успевают пройти свой жизненный цикл до наступления жаркого и сухого времени года.

Нагромождение камней на склонах гор связано с современными разрушительными процессами. Здесь наблюдается сильная изменчивость теплового режима, хотя колебания температур более умеренны, особенно между камнями россыпей. Более существенно отличаются условия водного режима. Влага там достаточно, она пополняется за счет таяния снега в зимний период и за счет значительной конденсации водяных паров на поверхности сильно охлажденных в ночное время камней в весенний и летний периоды. Тесная связь с камнями, под которыми эти животные проводят свою жизнь, вызвана тем, что камни одновременно служат отличной крышей для жилья и убежищем от многочисленных врагов. Прогреваясь днем на солнце, камень является аккумулятором солнечного тепла, так необходимого для ведения активного ночного образа жизни сенокосцев в зимний и ранневесенний период и конденсатором атмосферной влаги в утренние часы.

Основным источником воды для сенокосцев, живущих в аридных условиях, после таяния снега и окончания сезона дождей, является капельная влага, конденсирующаяся ночью под камнями и на нижней поверхности листьев растений. Растения служат им накопителями воды и защищают атмосферный воздух от падения градиента влажности. При его падении сенокосцы переходят к питанию сочными частями растений. К этому сенокосцы прибегают не только с целью потребления питательных углеводов веществ, но и для восполнения запасов воды в организме. В марте-апреле сенокосцы склеропилио скрываются под мелкими камешками, прячутся под листьями стелящихся по земле эфемеров и эфемероидов. Отдельные особи заползают в норы вырытые полуденной, гребенщиковой и большой песчанками (*Meriones*, *Rhombomys*) в местах совместного обитания. Часть популяций продолжает жизнь в норах этих грызунов и в летний период.

Использование нор грызунов, где в течение суток постоянно сохраняется высокая влажность атмосферного воздуха, близкая к 95%, позволяет сенокосцам избежать высыхания тела от потери влаги через покровы. В приземном слое пустынь, к полудню, в начале летнего сезона, уже с утра начинается падение влажности от 98% до 10-15% [2].

Литература

- 1 Берман Д.И., Жигульская З.А. Холодостойкость северных популяций муравьев // Докл. АН СССР. 1995. Т. 345, № 2. –С.272-275.
- 2 Власов Я.П. О нахождении в окрестностях Ашхабада москитов в норах грызунов // Паразитол. Сб. Зоол. Ин-та АН СССР. Л., 1932. 3. –С.89-91
- 3 Гиляров М.С. Закономерности приспособления членистоногих к жизни на суше. М., Изд. «Наука», 1970. 276 стр.
- 4 Залетаев В.С. Жизнь в пустыне. Изд. «Мысль», М., 1980. 271 стр.
- 5 Лейрих А. Н., Мещерякова Е. Н., Кузьминых Г. В., Куренчиков Д. К., Холодоустойчивость и скорость онтогенеза как элементы адаптивных стратегий сенокосцев (*Opiliones*, *Phalangidaе*) на северо-востоке Азии. // Зоол. Журн. – 2009. – Т. 88, № 4. –С.419-428.
- 6 Silhavy V. Uber die Preparation der Genitalien der Weberknechte. Deutsch. Entomol. 1969. Z., 16, № 1-3, 141-145.

Reference

- 1 Berman D.I., Zhigul'skaya Z.A. Holodostoykost severnyih populyatsiy muravev // Dokl. AN SSSR. 1995. T. 345, № 2. –S.272-275.
- 2 Vlasov Ya.P. O nahozhdenii v okrestnostyah Ashhabada moskitov v norah gryzunov // Parazitol. sb. Zool. in-ta AN SSSR. L., 1932. 3. –S.89-91
- 3 Gilyarov M.S. Zakonomernosti prispособleniya chlenistonogih k zhizni na sushe. M., Izd. «Nauka», 1970. 276 str.
- 4 Zaletayev V.S. Zhizn v pustyine. Izd. «Myisl», M., 1980. 271 str.
- 5 Leyrih A. N., Mescheryakova E. N., Kuzminyih G. V., Kurenshikov D. K., Holodoustoychivost i skorost ontogeneza kak elementy adaptivnyih strategiy senokostsev (*Opiliones*, *Phalangidaе*) na severo-vostoke Azii. // Zool. zhurn. – 2009. – T. 88, №4. –S.419-428.
- 6 Silhavy V. Uber die Preparation der Genitalien der Weberknechte. Deutsch. Entomol. 1969. Z., 16, № 1-3, 141-145.