

Session II. ECOLOGICAL PROBLEMS OF AQUATIC AND WETLAND ECOSYSTEMS IN THE BAIKAL LAKE BASIN

Секция II. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ И ВОДНО-БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАСЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ

BETWEEN HUMID AND ARID ENVIRONMENT: PEATLAND ECOSYSTEMS INDICATE DESERTIFICATION TRENDS IN MONGOLIA

ОТ ГУМИДНЫХ ДО АРИДНЫХ УСЛОВИЙ: БОЛОТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ В МОНГОЛИИ

*A. Sirin*¹, *T. Minayeva*², *P. Gunin*³, *Ch. Dugarjav*⁴, *S. Bazha*³, *D. Bayasgalan*⁴,
*N. Dorofeyuk*³, *L. Sulerzhitsky*⁵, *O. Uspenskaya*⁶

¹*Institute of Forest Science RAS, Moscow, Russia*

²*Wetlands International Russia Programme, Moscow, Russia*

³*Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia*

⁴*Botanical Institute MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

⁵*Geological Institute RAS, Moscow, Russia*

⁶*Institute of Vegetable Crops Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia*

Болота — это комплексные экосистемы с особыми природными свойствами, обуславливающими высокую ценность этих экосистем для окружающей среды и человека. Особенно это видно в засушливых условиях, где болота становятся также индикаторами и палеоэкологической летописью процессов опустынивания. Как и во многих других странах, болота Монголии не были в достаточной мере изучены, поняты и приняты в качестве ценных экосистем. Последние исследования показали, что болота занимают более 27 тысяч квадратных километров, или 1.7% территории страны. Результаты сравнительного анализа описаний болот в литературных источниках прошлого столетия с полученными современными данными, изучение палеоэкологических характеристик торфяных отложений (ботанический состав, степень разложения, спорово-пыльцевые спектры, объемный вес, зольность, содержание углерода) зафиксировали периоды различных экологических условий и явные тенденции к опустыниванию в последние десятилетия. Имеющиеся данные свидетельствуют о снижении роста болот Северной Евразии в периоды потепления последних трех тысячелетий. Современные изменения климата могут привести к деградации и даже исчезновению этих экосистем в критических условиях их существования. Этому способствуют растущие антропогенные нагрузки на болота, как на последние доступные продуктивные пастбища, процессы эрозии торфяных почв и торфяные пожары. Организация рационального природопользования на болотах должна рассматриваться как система мероприятий по адаптации к изменению климата, как препятствие опустыниванию и деградации земель.

Peatlands are highly integrated and important natural ecosystems with specific regulation functions, characteristic biodiversity, high value for environment and welfare (Joosten and Clark, 2002; Parish et al. 2008). These ecosystems are especially important under dry continental climate. They store water and regulate hydrology in headwaters and valleys of rivers and streams. Peatlands keep specific flora and fauna and support biodiversity far beyond their borders by regulation adjacent environment and providing temporary habitats for “non mire” species. Lands with wet conditions and relatively fertile peaty soils are characterized by higher productivity of vegetation. This makes them attractive pastures especially under drying conditions but with much less resilience to stock as compared to vegetation cover on mineral soils.

Peatlands located in the critical humidity conditions are the key objects to be affected by desertification processes and could indicate their overall trends in the region. In the constantly accumulating peat, peatlands preserve a unique record of their own development as well as of past changes in regional vegetation and climate. Plant macrofossils tell us about shifts in vegetation cover and ecological conditions of mire including hydrology and geochemistry. Spore-pollen data supported

by radiocarbon dating make a key input to information background for reconstruction of climate in the past. Temporal changes of peat increment and humification provide additional information on the changes of ecological conditions of these ecosystems.

As often happened in many regions peatlands were not recognized as specific ecosystems in Mongolia. Only in few exceptions they were the objects of floristic and vegetation studies (see Minayeva et al., 2005a, b, 2008). The last studies found that peatlands cover 27 thousand sq. km or over 1.7% of the country territory and play the significant socio-economic role providing high productive pastures (Minayeva et al., 2004, 2008). The comparative analysis of peatlands descriptions from 19–20th centuries and peatland relieves studied during fieldwork in 2003–2004 and in 2006 support the idea about dramatically changes in peatland landscapes during the recent times. The initial data (Sirin et al., 2005) was further supported by recent laboratory testing and complex analysis of the data obtained.

The paleoecological data based on peat macrofossil, decomposition rate, bulk density and ash content analyses, and radiocarbon dating demonstrates long-term changes in peatlands. Only the sloping mires in highlands, valley mires on permafrost and sphagnum-sedge mires in taiga zone demonstrate stable conditions nowadays. The peatlands of steppe and forest steppe zone, originated under more favorable climatic conditions in the past are degrading progressively during the last decades. This correlates with the overall trend of peat increment decrease during warm periods within last 3 millenniums found for the North Eurasia (Klimanov and Sirin, 1997).

It is expected that carbon sink in the region will likely decline under future climate conditions due to enhanced decay rates of soil organic matter and limited plant C uptake (Lu et al., 2009). Increased temperatures and evapotranspiration rates will make soils much drier and desiccation of peat surfaces will make them more susceptible to erosion. During droughts, the upper peat layers are eroded by wind and the surface becomes deflated, and during intense rainfall peat is moved down slope and lost in runoff. This is already seen in many regions of Mongolia and expected to expand in future.

Human activities can seriously increase the vulnerability of peatlands to climate change. The climate driven desertification of mires is strongly supported by over-pasturing, which leads to disturbance of plant and soil cover, and consequently to the mires drying up, peat degradation and sometimes peat fires. Wise use of peatlands as pastures could serve as a key measure for their adaptation to climate change. Composition of principles of rational nature management and aged traditions of coexistence of human and nature in Mongolia allows finding a balance between exploitation and protection of these valuable ecosystems and to combat desertification and land degradation in the region.

REFERENCES

Joosten H., Clarke D. Wise Use of Mires and Peatlands — Background and Principles including a Framework for Decision-making. IMCG and IPS 2002. 304 pp.

Klimanov V.A., Sirin A.A. The dynamics of peat accumulation by mires of northern Eurasia during the last three thousand years. Chapter 22 // Trettin C.C. et al. (eds.). Northern Forested Wetlands: Ecology and Management, Lewis Publishers/CRC Press, Boca Raton-N.Y.-London-Tokyo. 1997. P. 319–330.

Lu Y., Zhuang Q., Zhou G., Sirin A., Melillo J., Kicklighter D. Possible decline of the carbon sink in the Mongolian Plateau during the 21st century // Environ. Res. Lett. 2009. 4. 045023 (8pp.) doi:10.1088/1748-9326/4/4/045023.

Minayeva T.Yu., Andreev A.V., Bazha S.N., Bayasgalan D., et al. Peatland ecosystems of Mongolia. Moscow: A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Sciences, Joint Russian-Mongolian Complex Biological Expedition RAS and MAS, 2008. 188 pp. (in Russian and in English).

Minayeva T., Gunin P., Sirin A., Dugarjav Ch., Bazha S. Peatlands in Mongolia: the Typical and Disappearing Landscape // Peatlands International. 2004. N 2. P. 44–47.

Minayeva T., Gunin P., Sirin A., Dorofeyuk N., Bayasgalan D. et al. Peatlands of Mongolia: first study results // Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: natural resources, biodiversity and ecological prospects: Proc. Intern. Conf. Ulaanbaatar (Mongolia), September 5-9,

2005. Ulaanbaatar: Publ. House “Bembi San”, 2005a. P. 28–33. (in Russian with English summary).

Minayeva T., Sirin A., Dorofeyuk N., Smagin V., Bayasgalan D. et al. Mongolian Mires: from taiga to desert // Mires – from Siberia to Tierra del Fuego. Wiss. Red.: G.M. Steiner. Stapfia 85, zugleich Kataloge der OÖ. Landesmuseen Neue Serie 35. 2005b. P. 335–352.

Parish F., Sirin A., Charman D., Joosten H., Minayeva T., Silvius M., Stringer L. (eds.). Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen, 2008. 179 pp.

Sirin A., Gunin P., Minayeva T., Dugardjav Ch., Bazha S. et al. Peatland ecosystems as desertification processes indicators: some data from central and northern Mongolia // Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: natural resources, biodiversity and ecological prospects: Proc. Intern. Conf. Ulaanbaatar (Mongolia), September 5–9, 2005. Ulaanbaatar: Publ. House „Bembi San“, 2005. P. 230–232. (in Russian with English summary).

THE ZOOPLANKTON OF WATER BODYS OF THE WESTERN MONGOLIA ЗООПЛАНКТОН ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

A.V. Krylov¹, A. Dulmaa², B. Gantsooj³

¹*Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia, krylov@ibiw.yaroslavl.ru*

²*Institute of Biology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

³*Institute of Geoecology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

The basic indices of zooplankton of the Western Mongolia lakes in the beginning of 21st century are shown. On the example of the Orog lake influence of water level on a zooplankton condition and quality of its environment are revealed.

Усилиями ученых Института биологии АН МНР, Советско-Монгольской и Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АН МНР во второй половине XX-го века в озерах Центрально-Азиатского бассейна был изучен качественный и количественный состав одного из важных элементов структурно-функциональной организации водных экосистем — зоопланктона (Дулмаа, 1968, 1974; Дулмаа, Нансалмаа, 1970, 1977; Рыбы Монгольской..., 1983). В конце XX-го – начале XXI-го века биологические ресурсы водоемов и водотоков на территориях большинства стран стали испытывать влияние таких мощных факторов, как изменение климатических условий и антропогенное воздействие. Наиболее остро эти последствия проявляются на территориях стран, испытывающих дефицит водных ресурсов. В связи с этим в начале нового столетия было возобновлено изучение зоопланктона пресноводных экосистем Монголии.

В летние сезоны 2002–2008 гг. исследовали водоемы Западной Монголии. Отбор проб осуществляли в центральных областях озер с помощью планктонобатора, а при глубинах менее 1.0 м ведром с поверхности. Через газ с размером ячеек 64 мкм процеживали 25–50 л воды, пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика изучения..., 1975). Зоопланктон оценивали по числу видов, численности, биомассе, доле таксономических групп в общей численности и биомассе, индексу Шеннона, рассчитанному по численности (H_N) и биомассе (H_B), коэффициенту трофности (E) (Мяэметс, 1980), доле индикаторов эвтрофных вод (\mathcal{E}) (Андроникова, 1996).

Всего в июле – августе в составе зоопланктона водоемов Долины Озер, Котловины Больших озер и Алтайских озер в начале 21-го века обнаружено 94 вида беспозвоночных, среди которых 46 коловраток, 12 веслоногих и 36 ветвистоусых ракообразных. Наибольшим видовым разнообразием отличались Алтайские озера (62 вида), наименьшим — водоемы Долины озер (45 видов), а в водоемах Котловины Больших озер было отмечено 54 вида. Среди доминирующих видов наиболее часто отмечались *Hexarthra mira* (Hudson), *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Brachionus calyciflorus* Pallas, *B. urceus* (Linnaeus), *Keratella quadrata* (Müller), *Asplanchna priodonta* Gosse, *Cyclops vicinus* Uljanin, *Eudiaptomus graciloides* Lilljeborg, *Mesocyclops leuckarti* (Claus), *Thermocyclops crassus* (Fischer), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller),

Daphnia cucullata G. Sars, *Diaphanosoma brachyurum* Lievin, *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Lepdotora kindtii* (Focke).

Минимальные величины численности и биомассы зоопланктона отмечены в водоемах Долины Озер. Здесь ее основу составляли коловратки, доля которых в общей биомассе была максимальной относительно озер других районов Западной Монголии (табл. 1). Максимальная биомасса, основу которой составляли веслоногие ракообразные, была зарегистрирована в Алтайских озерах. В водоемах Котловины Больших озер наблюдалась наибольшая численность при высокой доле коловраток и промежуточная величина биомассы при доминировании ветвистоусых рачков.

По величине индекса сапробности Пантле-Букк в модификации Сладечека все исследованные водоемы характеризовались как β -мезосапробные, по величине коэффициента трофности — эвтрофные. Однако водоемы Долины Озер и Котловины Больших озер находились на стадии перехода к гипертрофности (величина коэффициента в среднем составляла 3.8 и 3.5 соответственно), а в Алтайских озерах величина коэффициента в среднем находилась на нижней границе эвтрофных вод (1.5).

Таблица 1. Средняя численность, биомасса, доля таксономических групп беспозвоночных в общей численности и биомассе зоопланктона озер Западной Монголии

Район	Численность				Биомасса			
	Rotifera, %	Copepoda, %	Cladocera, %	Общая, тыс. экз./м ³	Rotifera, %	Copepoda, %	Cladocera, %	Общая, г/м ³
I	65.5	24.5	10.0	65	16.1	24.4	59.5	0.67
II	48.3	32.1	36.1	140	11.2	24.5	64.3	1.02
III	19.4	36.1	44.5	89	1.8	67.6	30.6	1.52

Примечание. I — водоемы Долины Озер; II — водоемы Котловины Больших озер; III — Алтайские озера.

Необходимо отметить, что по сравнению с 1970-ми годами в зоопланктоне произошли значительные изменения. Это ярко демонстрирует сравнительный анализ данных, полученных на водоемах Котловины Больших озер. Так, в 70-е годы прошлого столетия средняя биомасса зоопланктона составляла 2.4 г/м³ (Рыбы Монгольской..., 1983; Лимнология..., 1994), а в исследованный нами период — 1.2 г/м³. Снижение биомассы зоопланктона происходило за счет увеличения доли коловраток (с 7.1 до 11.2%) и мелких видов ветвистоусых рачков *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris* (с 17.4 до 64.3%), сокращения доли веслоногих ракообразных (с 75.6 до 24.5%).

Следовательно, полученные результаты свидетельствуют об эвтрофировании озер Западной Монголии (Андроникова, 1996). Наиболее ярко эвтрофирование водоемов идет в Долине озер, наименее этот процесс выражен в Алтайских озерах, что, по всей видимости, связано с высотным расположением этих водоемов и минимальной интенсивностью хозяйственной деятельности человека.

Некоторые водоемы Западной Монголии подвержены значительным межгодовым колебаниям уровня воды и в отдельные периоды способны полностью пересыхать. К таким озерам относится Орог (бессточный Центрально-Азиатский бассейн, Гобийский район, Долина озер; 45°01' с.ш., 100°22' в.д.), расположенное на высоте 1216 м над у. м., с площадью зеркала 132 км². На берегах развито пастбищное скотоводство (Дгебуадзе, 2001).

За время нашего исследования наблюдались разные периоды наполнения водоема: в 2004 г., относительно первичного наблюдения в 2002 г., уровень воды значительно снижался и поддерживался благодаря стоку р. Туин; в 2008 г. лишь незначительная часть озера была заполнена, уровень воды был минимальным, а р. Туин в нижнем течении пересохла.

В 2002 г. в составе зоопланктона было отмечено 7 видов беспозвоночных при максимальном разнообразии коловраток (рис. 1а). При снижении уровня воды и заполнения ложа водами р. Туин в 2004 г. значительно сокращалось число видов Rotifera, а при максимальном уровне воды и пересыхании низовьев притока в 2008 г. в зоопланктоне возрастало разнообразие ветвистоусых рачков, благодаря чему общее количество видов достигало величины, наблюдаемой в

начальный период изучения.

Летом 2002 г. основу численности зоопланктона составляли коловратки за счет *Filinia longiseta*, *Brachionus quadridentatus* Hermann. Кроме них, доминировали копеподиты и взрослые особи *Eudiaptomus graciloides* (рис. 1а). В 2004 г. численность зоопланктона незначительно уменьшилась (в 1.3 раза), снизился индекс разнообразия, резко сократилась доля коловраток (в 327.5 раза), за счет доминирования ювенильных и взрослых особей *E. graciloides* повысилась доля веслоногих рачков (в 2.9 раза) (рис. 1б). В 2008 г. численность зоопланктона была ниже, чем в 2002 и 2004 гг. (в 1.7 и 1.3 раза соответственно), ее основу составлял *E. graciloides*, наибольшей за весь период исследований доли достигали ветвистоусые, среди которых в состав доминантов входила *Daphnia pulex* (De Geer) (рис. 1б, в). Индекс Шеннона-Уивера был больше, чем в 2004 г., но не достигал значения 2002 г. (рис. 1д)

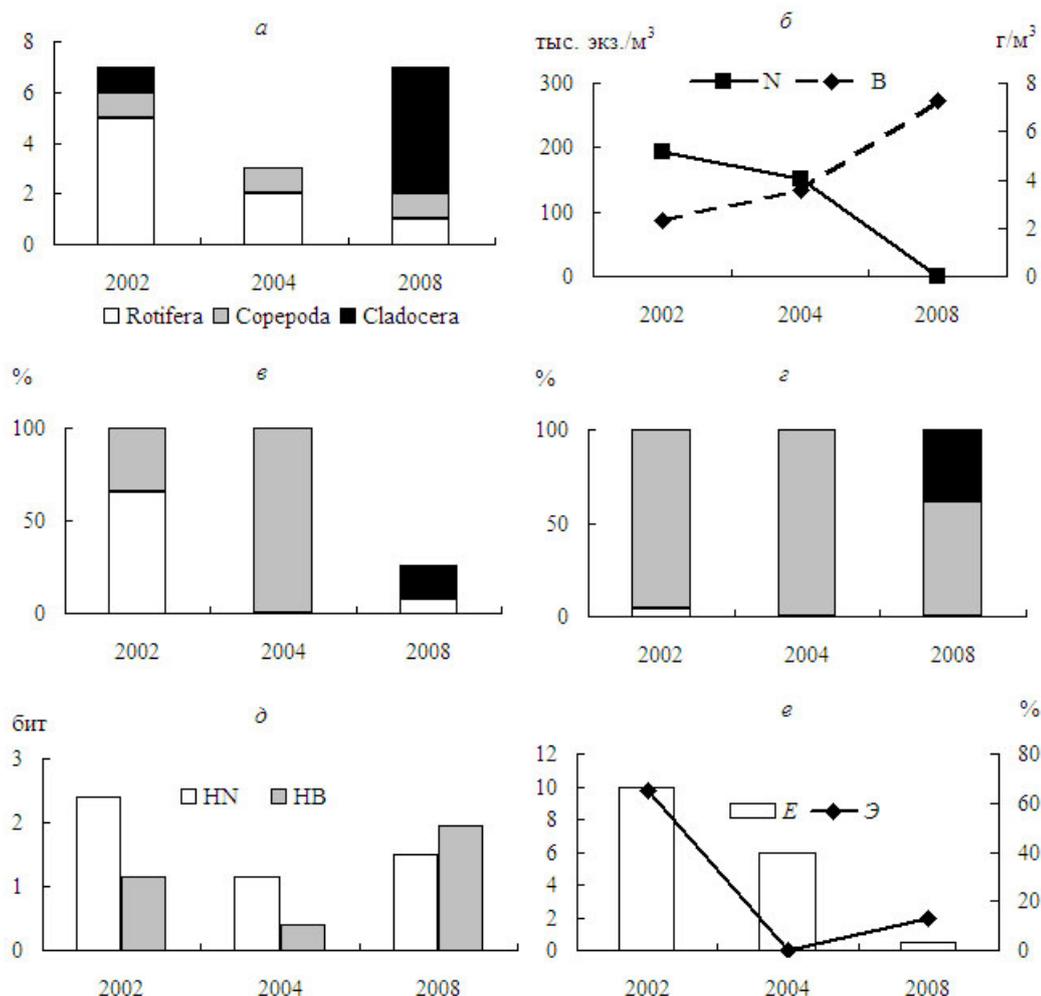


Рис. 1. Показатели зоопланктона оз. Орог: число видов (а), численность и биомасса (б), доля таксономических групп в общей численности (в) и биомассе (г), индекс Шеннона (д), коэффициент трофности и доля видов-индикаторов эвтрофных вод в общей численности (е)

Биомасса зоопланктона в 2008 г. была выше, чем в 2002 и 2004 гг. соответственно в 3.2 и 2 раза (рис.1 б). Во все периоды исследования ее основу составляли веслоногие ракообразные за счет копеподитов и взрослых *Eudiaptomus graciloides*, но в 2008 г. отмечена максимальная доля ветвистоусых рачков, из которых в составе доминантов была *Daphnia pulex* (рис. 1в). Кроме этого, в 2008 г. зарегистрирован наибольший индекс Шеннона-Уивера, рассчитанный по биомассе (рис. 1д).

Повеличине коэффициента трофности в 2002 и 2004 гг. воды центра озера характеризовались, как гипертрофные, в 2008 г. – мезотрофные (рис. 1е). Максимальная доля индикаторов эвтрофных вод зарегистрирована в 2002 г. (рис.1 е).

Все эти показатели свидетельствовали о высокой степени органической нагрузки на водоем

(Андроникова, 1996) вследствие пастбищного скотоводства на его берегах. При снижении уровня воды и значительном влиянии вод р. Туин в зоопланктоне озера сокращалась доля коловраток и индикаторов эвтрофных вод, основу численности и биомассы составляли веслоногие рачки, снижались величины индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера и абсолютной величины коэффициента трофности, хотя и соответствующей гипертрофным водам. При минимальном уровне воды и пересыхании нижнего течения р. Туин зоопланктон достигал максимальной биомассы за счет ракообразных, значительно снижалась величина коэффициента трофности, соответствующая на данном этапе мезотрофным водам. Доля индикаторов высокотрофных вод была значительно меньше, чем при максимальном уровне воды, но больше, чем при снижении уровня и значительном влиянии притока.

Следовательно, по мере снижения уровня воды в озере наблюдалось увеличение биомассы зоопланктона за счет ракообразных, уменьшение доли коловраток и коэффициента трофности. В большей степени такие изменения свидетельствовали о деэвтрофировании водоема, что, возможно, связано с уменьшением влияния скотоводства, т.к. обширные обсохшие участки ложа не могли служить местом выпаса и, следовательно, границы пастбищ были максимально удалены от уреза воды. Одновременно характер изменений зоопланктона озера определялся также водами притока — р. Туин. В частности, в период его наиболее значительного влияния при максимальном снижении уровня в зоопланктоне господствующее положение занимали Calanoida, максимально сокращалось разнообразие и доля в общей численности и биомассе коловраток и индикаторов высокотрофных вод, что является признаками олиготрофных озер (Андроникова, 1996). В период пересыхания нижнего течения р. Туин в общей численности и биомассе зоопланктона озера наряду с Calanoida заметную долю составляли Cladocera, среди которых отмечен индикатор α -мезосапробных вод — *Daphnia pulex*, биомасса достигала максимальных за исследованный период величин, повышалось обилие видов индикаторов эвтрофных вод.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 09-04-90213-Монг_а.

ЛИТЕРАТУРА

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
- Дулмаа А. Планктон озера Угий // Тр. Ин-та биологии АН МНР. 1968. № 4. На монг. яз.
- Дулмаа А. Биология озер Монгольской Народной Республики: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Иркутск, 1974. 52 с.
- Дулмаа А., Нансалмаа Б. Планктон оз. Тэрхийн-Цаган // Тр. Ин-та биологии АН МНР. 1970. № 4. С. 33–46. (На монг. яз.; рез.: рус.)
- Дулмаа А., Нансалмаа Б. К биологии озер бассейна Северного Ледовитого океана на территории МНР. Улан-Батор: Изд-во АН МНР, 1977. 362 с.
- Лимнология и палеолимнология Монголии / Отв. ред.: Д.В. Севастьянов, В.Ф. Шувалов, И.Ю. Неустроева. СПб.: Наука, 1994. 304 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Мязметс А.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 54–64.
- Рыбы Монгольской Народной Республики. Условия обитания, систематика, морфология, зоогеография / Отв. ред. В.Е. Соколов. М.: Наука, 1983. 277 с.

**FISHES OF MONGOLIA: FAUNA, ZOOGEOGRAPHY, CURRENT STATE OF
POPULATIONS, CONSERVATION**

**РЫБЫ МОНГОЛИИ: ФАУНА, ЗООГЕОГРАФИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ПОПУЛЯЦИЙ, ОХРАНА**

*Yu. V. Slynko¹, F. Dulmaa², Yu. Yu. Dgebuadze³, M. Erdenebat⁴, B. Mendsaikhan⁴,
D. P. Karabanov¹,*

¹*Papanin Institute for Biology for Inland Waters, RAS, Borok, Russia, syv@ibiw.yaroslavl.ru*

²*Institute of Biology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

³*Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow, Russia,*

⁴*Institute of Geoecology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

According to recent findings and investigations fauna of lampreys and fishes of Mongolia consist of about 75 species of 14 families and 2 orders. 11 new species of fish, including one new invader bream (*Abramis brama*) were noted in the country waters during last 10 years. According to new results two species of the Altai osmans (*Oreoleuciscus angusticephalus*, *O. dsapchynensis*) and one species of graylings (*Thymallus arcticus*) are excluded from the list of fish fauna of Mongolia.

Essential climate change and increasing of human impact transformed fish population during last 30 years. As a result bias of ratio of ecological guilds, pathology number increasing, local diversity declining, and changes in species distribution, rate of growth and fecundity of many species of fish are observed. In particular influence of water supply and density of population changes due to fishery on growth, fecundity and distribution of fish in Central Asiatic closed basin waters were revealed.

In new conditions more attention demand both commercially important species as taimen, lenok, Baikal and Amur graylings, Amur carp, goldfish, Amur catfish, Amur and northern pikes, and endangered and endemic species as Altai osmans, Mongolian, upper Enisey and Kosogol graylings, stone loaches and sculpins.

За последнее время представления о видовом разнообразии и распространении рыб Монголии претерпели значительные изменения. Это обусловлено многочисленными номенклатурными исправлениями названий видов, обнаружениями новых для фауны Монголии видов, уточнениями ареалов их распространения на территории Монголии, таксономическими ревизиями ряда наиболее сложных в этом отношении групп рыб, в том числе с применением молекулярно-генетических методов. С учетом всех новейших литературных данных и результатов собственных исследований фауна миног и рыб Монголии насчитывает порядка 75 видов, представляющих 14 семейств из 2-х отрядов. При составлении настоящего списка видов учтены последние таксономические ревизии в отношении хариусов (Книжин, 2009; Книжин, Вайс, 2009) и балиторных (Прокофьев, 2007), обнаружения новых для фауны Монголии видов (Batsaikhan, Battulga, 2004; Neely et al., 2006;), наши данные по уточнению разнообразия и распространению алтайских османов, головешки-ротана, востробрюшки (Дгебуадзе и др., 2003; Dulmaa et al., 2004; Эрдэнэбат, 2006; Монгол орны..., 2006; Слынько, Дгебуадзе, 2009; Слынько и др., 2010; Мэндсайхан, 2010). В результате к настоящему времени в фауне Монголии отмечено 11 новых видов рыб, в том числе один новый вид-вселенец — лещ (*Abramis brama*), у 23 видов изменены номенклатурные названия; в связи с сомнительностью первоописаний и новыми данными по популяционной изменчивости из фауны исключены 2 вида алтайских османов (*Oreoleuciscus angusticephalus*, *O. dsapchynensis*) и 1 вид хариуса (*Thymallus arcticus*). Установлено, что ареал рода алтайских османов охватывает не только водоемы Центральноазиатского бессточного бассейна (ЦАББ), но и водоемы бассейна Северного Ледовитого океана (бассейны рек Селенга, Орхон, Тола). Востробрюшка распространена по всей равнинной части р. Керулен. Ротан-головешка на территории Монголии обитает не только в р. Халхин, но и в акватории озера Буйр.

На территории Монголии на основании распространения пресноводных видов рыб ранее выделяли (Берг, 1949) Голарктическую область, к которой относили Ледовитоморскую провинцию Циркумпольной подобласти (бассейны рек Селенга и Булган) и Западно-Монгольскую провинцию Нагорно-Азиатской подобласти (водоемы ЦАББ), а также Амурскую

(Манджурскую) переходную область с Амурской провинцией (бассейны рек Керулен, Онон и Халхин). Бассейн оз. Убс был отнесен Л.С. Бергом (1949) к Западно-Монгольской провинции. В настоящее время установлено, что обитающие в бассейне 3 вида рыб — *Thymallus svetovidovi*, *Oreoleuciscus* sp. и *Triplophysa gundriseri*, не встречаются в других водоемах Западно-Монгольской провинции, зато имеются в водоемах Ледовитоморской провинции — в верховьях р. Обь (хариус Световидова и триплофиза Гундризера) и в бассейне р. Селенга (алтайский осман и триплофиза Гундризера), что дает некоторые основания относить водоемы Убснурской котловины не к Западно-Монгольской провинции Нагорно-Азиатской подобласти, а к Ледовитоморской провинции Циркумпольной подобласти. Однако следует принять во внимание, что продолжается таксономическое и фаунистическое уточнение в отношении балиторных рыб бассейна Убс, что, несомненно, может внести коррективы в предлагаемое зоогеографическое районирование. Большинство видов рыб Монголии распространено в водоемах Тихоокеанской подобласти (50 видов); наименьшее видовое разнообразие отмечено в водоемах Западно-Монгольской провинции (10 видов), в водоемах Циркумпольной подобласти — 32 вида, при этом самая высокая степень эндемизма характерна для Западно-Монгольской провинции — 60%. Подтверждается тезис о Селенгинском инвазионном коридоре, по которому продолжается проникновение новых видов. Теперь в бассейне р. Селенги насчитывается наибольшее количество видов-вселенцев (пять), тогда как в бассейне Амура и ЦАББ всего 1–2 вида.

Особенности географического положения, рельефа, климата и исторические условия формирования гидрографической сети Монголии обусловили формирование своеобразной ихтиофауны, характеризующейся бедностью видового состава и эндемизмом, что делает рыбное население этого региона особенно уязвимым при любых изменениях условий его существования. В последние 30 лет произошли значительные климатические изменения (потепление) и усиление антропогенных воздействий (эвтрофирование, загрязнение, изменение стока рек, водозаборы, уничтожение пойменных лесов, нерегулируемый промысел, строительство гидротехнических сооружений), которые оказали существенное влияние на популяции рыб.

В результате потепления климата за первое десятилетие 2000-х годов полностью высохло 780 малых рек, 590 озер, 1600 ручьев, 6 минеральных источников. Из года в год наблюдается снижение уровня воды в озерах и расхода воды в реках.

В связи с притоком населения в бассейн р. Селенги и развитием добычи и переработки полезных ископаемых из года в год увеличивается загрязнение рек. К настоящему времени только в бассейне р. Селенги зарегистрировано более 140 золотодобывающих предприятий. Во многих случаях нарушения технологического процесса и изменения русел рек привели к загрязнению вод и повышению содержания взвешенных веществ (в 3–5 раз выше допустимых концентраций). Сильное негативное воздействие на водоемы бассейна р. Селенги, и особенно на реки бассейна Амура, оказывает вырубка пойменных лесов и лесные пожары. В наибольшей степени пострадали верховья и среднее течение р. Онон. На всем протяжении равнинных частей рек Керулен и Халхин возросли объемы водозаборов для поливного земледелия. Прямым результатом действия всех этих факторов стало повышение проницаемости естественных гидрохимических барьеров рек для биогенных стоков и минерализации вод.

С начала 1990 года в крупных городах Монголии из-за увеличения потребления и роста цен на рыбу резко возросло число рыбаков-любителей и браконьеров. С середины 90-х годов быстрыми темпами стал развиваться туризм. Все это обусловило резкое падение численности таких ценных реофильных рыб, как таймень, ленок и хариус. Кроме того, климатические изменения и возросшее воздействие человека привели к росту инвазий чужеродных видов.

В аборигенном рыбном населении произошли сдвиги в соотношении экологических форм, выросло числа патологий, снизилось локальное разнообразие, изменились характер распределения в водоеме, темпы роста и плодовитость ряда видов рыб. В частности, установлено, что первостепенное влияние на рост, питание и распределение рыб в ЦАББ вызывает уменьшение водности и плотностной регуляции, связанной с промыслом.

В сложившихся условиях большого внимания требуют как хозяйственно ценные виды рыб (таймень, ленок, байкальский и амурский хариусы, амурский сазан, серебряный карась, амурский сом, обыкновенная и амурская щуки), так и узкоареальные эндемичные виды рыб Монголии (алтайский осман, монгольский, верхнеенисейский и хубсугульский хариусы, а также балиторные и рогатковые рыбы).

Для сохранения среды обитания рыб, охраны и воспроизводства рыбных ресурсов предлагаются следующие мероприятия: а) организовать мониторинг всех параметров среды, связанных с водностью; б) соблюдать особую осторожность при организации водозабора на хозяйственные нужды людей; в) снижать уровень загрязнения вод; г) исключить создание гидротехнических сооружений (плотин), а в случае их постройки предусмотреть рыбопропускные сооружения (рыбоходы, рыбоходные шлюзы и др.), которые обеспечивают в условиях зарегулированного стока пропуск рыб через плотины на нерест и нагул; д) при разработке полезных ископаемых необходимо проводить мероприятия по созданию условий жизни для рыб и рекультивации рек; е) усилить контроль и жестко регламентировать хозяйственную деятельность в поймах водоемов (рубка лесов, распашка земель, количество и размер зимников, поливной водозабор и др.); ж) создать ряд охраняемых территорий с целью сохранения уникальных эндемиков; з) для особо ценных видов рыб создать нерестово-воспроизводственные станции; и) ввести бассейновые корректировки правил любительского и промыслового рыболовства и реорганизовать службу охраны рыб; к) организовать системный мониторинг популяций рыб-вселенцев, предусматривающий оценку их численности и воздействия на аборигенные виды гидробионтов и экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 3. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 928–1382.
- Дгебуадзе Ю.Ю., Дулмаа А., Мунхбаяр Х. О находке представителя рода *Oreoleuciscus* (Cyprinidae) в бассейне р. Селенги. // Вопр. ихтиологии. 2003. Т. 43, № 3. С. 420–422.
- Книжин И.Б. Хариусы (*Thymallus* Cuvier, 1829) Голарктики (систематика, филогеография, особенности экологии): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2009. 52 с.
- Книжин И.Б., Вайс Дж.С. Новый вид хариуса *Thymallus svetovidovi* sp. nova (Thymallidae) из бассейна Енисея и его положение в роде *Thymallus* // Вопр. ихтиологии. 2009. Т. 49, № 1. С. 5–14.
- Монгол орны загасны Улаан данс / Ред. Эмхэтгэсэн. London: ZSL, 2006. 65 с.
- Мэндсайхан Б. Рыбное население Центрально-Азиатского бессточного бассейна (Монголия): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 25 с.
- Прокофьев А.М. Морфология, систематика и происхождение усатых гольцов рода *Orthrias* (Teleostei: Balitoridae: Nemacheilinae). М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2007. 110 с.
- Слынько Ю.В., Дгебуадзе Ю.Ю. Популяционно-генетический анализ алтайских османов (*Oreoleuciscus*, Cyprinidae) из водоёмов Монголии // Вопр. ихтиологии. 2009. Т. 49, № 5. С. 632–645.
- Слынько Ю.В., Мэндсайхан Б., Касьянов А.Н. К вопросу о внутривидовых формах монгольского хариуса (*Thymallus brevirostris* Kessl.) озера Хотон Нур (Западная Монголия) // Вопр. ихтиологии. 2010. Т. 50, № 1. С. 32–41.
- Эрдэнэбат М. Рыбное население водоемов монгольской части бассейна р. Селенги в условиях глобального изменения климата и антропогенного воздействия: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2006. 132 с.
- Batsaikhan N., Battulga S. New discovery of Bream fish (*Abramis brama orientalis* Berg, 1949) in the Orhon river, Northern Mongolia // Mongol. J. Biol. Sci. 2004. V. 2, № 1. P. 69–70.
- Dulmaa A., Munkhbayar Kh., Nakagawa M. New recorded of *Oreoleuciscus humilis* (Cyprinidae) in the Orkhon River Basin: Book of Abs. Int. Confer. "Biodiversity of Euro-Asia continental wetlands". Mongolia, Ulaanbaatar, 2004. P. 8–9.
- Neely D.A., Sabaj Perez M.H., Mendsaikhan B. First Records of *Rhinogobius lindbergi* (Teleostei: Gobiidae) and *Abbottina rivularis* (Teleostei: Cyprinidae) in the Lake Buyr Drainage, Mongolia // J. Great Lakes Res. 2008. V. 34, № 2. P. 334–341.

GENETICO-BIOCHEMICAL FEATURES OF THE ALTAY OSMAN (GENUS *OREOLEUCISCUS*) IN VARIOUS RESERVOIRS OF MONGOLIA**ГЕНЕТИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛТАЙСКОГО ОСМАНА (род *Oreoleuciscus*) В РАЗЛИЧНЫХ ВОДОЕМАХ МОНГОЛИИ***D.P. Karabanov, J.V. Slynko**Papanin Institute for Biology of Inland Water RAS, Borok, Russia, syv@ibiw.yaroslavl.ru*

In work the data on features of an expression of loci LDH and G6PD from «Selenga» and «central-Asian» bunches of populations is introduced. The hypotheses was that during the process of species differentiation of Altai osmans (genus *Oreoleuciscus*) that happened after the geographic isolation of populations from blind drainage areas and adaptation to critical conditions (salinity also) the part of Ldh^b allele has first arisen. This led to its fixation and monomorphism of regulatory locus LDH with consequent total repression of LDH-A gene. It seems that the strategy of genetic-biochemistry adaptation of Altai osmans to the conditions of habitation is caused by the realization of available, wide biochemical optimum.

На рубеже плейстоцена и плиоцена большая часть территории современной Монголии подверглась сильному воздействию интенсивных горообразовательных и денудационных процессов, приведших к существенной перестройке рельефа и изменению водной сети региона. Основными результатами этих процессов стало образование Центральноазиатского бессточного бассейна, что обусловило формирование неустойчивого водного режима, большой принос терригенного материала и растворимых солей в водоёмы. Сложившиеся экстремальные условия жизни в этих водоёмах, изолированных от других областей, привели к почти полному исчезновению древней пресноводной неогеновой ихтиофауны, практически единственным уцелевшим представителем которой в настоящее время являются рыбы р. *Oreoleuciscus* (алтайский осман) (Сычевская, 1991). Алтайский осман не только сохранился, но и стал самым массовым, а зачастую и единственным обитателем всех типов водоёмов бассейна (Дгебуадзе, 1982). Эти рыбы обитают как в горных, так и в равнинных реках и ручьях, мелководных и глубоководных озёрах с различной степенью минерализации, что свидетельствует об исключительной адаптационной способности алтайского османа. Примерно с середины плейстоцена эволюция алтайского османа в водоёмах Центральноазиатского бессточного бассейна стала протекать в неконкурентных биологических условиях, под воздействием сильно флуктуирующих и нередко имеющих критические значения абиотических факторов, среди которых наиболее значимыми являются уровень режим, температура и общая минерализация воды. Отчетливым проявлением высоких адаптивных способностей алтайских османов на морфологическом и физиологическом уровнях являются широкие интервалы изменчивости морфологических признаков (в том числе диагностических), наличие внутривидовых морфо-экологических форм, растянутый нерест, высокая плодовитость.

Несомненно, что адаптации к столь жестким и регулярно изменяющимся условиям обитания должны проявляться и на генетико-биохимическом уровне. Надежным способом оценки степени и значимости происходящих адаптивных преобразований в процессе эволюции вида является анализ функциональных свойств внутриклеточных изоферментов, прежде всего выражающийся в дифференциации их активности, обусловленных изменениями структурных и регуляторных генов (Хочачка, Сомеро, 1988). Таким образом, определение генетических локусов, кодирующих изоферменты, характерные для различных популяций алтайского османа, дает возможность анализа адаптаций на внутриклеточном уровне. В данной работе представлены особенности экспрессии генетических локусов, кодирующих изоферменты α -GPDH (Е.С. 1.1.1.8), LDH (Е.С. 1.1.1.27), Me (Е.С. 1.1.1.40), G6PDH (Е.С. 1.1.1.49), SOD (Е.С. 1.15.1.1), ААТ (Е.С. 2.6.1.1), β -EST и D-EST (Е.С. 3.1.1.x), MDH (Е.С. 1.1.1.37), 6PGDH (Е.С. 1.1.1.44), AP (Е.С. 3.1.3.1), а также спектр общего белка (GP). Методом генетико-биохимических исследований был выбран диск-электрофорез полипептидов в полиакриламидном геле (disc-PAGE) с последующим гистохимическим субстратспецифическим окрашиванием электрофореграмм (Smith, 2002). Для проведения анализа изучено по 40 экз. рыб из озёр Айраг,

Ногон и р. Ховд (Котловина Больших Озёр); озёра Бон-Цаган, Орог и реки Байдраг, Туин, Онгийн, Цаган (Долина озёр); озёра Сангийн-Далай, Тэлмэн и реки Хара-Бухын, Тэс, Хавчиг (Селенгинский бассейн).

По уровню полиморфизма имеются существенные различия между популяциями алтайского османа из разных частей ареала. Так, для селенгинской группы популяций доля полиморфных локусов составляет 44%, тогда как для популяций Центральноазиатского бессточного бассейна этот показатель существенно меньше: в Долине озёр — 35%, а для Котловины Больших Озёр — 38%. Возникновение и дивергенция аллопатрических популяционных групп алтайских османов могут быть связаны с географическим разделением некогда единого водного бассейна Центральной Азии на рубеже плиоцена и плейстоцена в результате формирования Хангайского горного массива (Сычевская, 1991). По мере повышения аридности климата в Центральной Азии к началу голоцена прекратилась связь бассейнов Котловины Больших Озёр и Долины озёр (Мурзаев, 1948), что в свою очередь определило эволюционную судьбу алтайских османов в этих двух регионах. Дальнейшая независимая эволюция алтайских османов протекала в различных условиях. Селенгинские популяции формировались в относительно более стабильных абиотических условиях. Становление популяций Центральноазиатского бессточного бассейна, наоборот — происходило в крайне обедненных экосистемах с сильно варьирующими абиотическими условиями. Таким образом, для селенгинских популяций характерно увеличение доли полиморфных локусов, тогда как в Долине и Котловине озёр произошло обеднение генетического разнообразия и закрепление константного мономорфизма по многим генетическим локусам. К примеру, анализ LDH алтайского османа из центральноазиатской части ареала — водоемов бассейнов Котловины Больших Озер (оз. Ногон, Айраг; р. Ховд), Долины Озер (оз. Бон-Цаган, Орог; рек Байдраг и Туин) показал отсутствие электрофоретического спектра изоферментов, кодируемых локусом LDH-A. На электрофореграммах выявлялся только гомополимер LDH-B. В выборках из селенгинской части ареала алтайского османа (оз. Сангийн-Далай и р. Хара-Бухын) и в оз. Сангийн-Далай, на границе бессточного и селенгинского бассейнов, набор изоферментов лактатдегидрогеназы был представлен полным пятиполосочным спектром. Более того, в популяциях этого вида выявлен наследственный полиморфизм по регуляторному гену LDH. Сходная картина по распределению полиморфности наблюдается и по другим полиморфным локусам. Вместе с тем, уникальная популяция алтайского османа в оз. Орог (Долина озёр) характеризуется четырёхполосным спектром изоферментов G6PD. Как правило, у большинства животных этот фермент представлен мономорфной фракцией, а появление альтернативных изозимов может свидетельствовать о частных адаптациях к условиям обитания (Kidder, 1983). Вероятно, данное явление связано с особенностями существования рыб, а именно — с регулярным пересыханием и крайне высокой минерализацией водоёма. В общем, центральноазиатская группа популяций в сравнении с селенгинской характеризуется возрастанием доли специфичных (как правило, более подвижных) аллельных вариантов, что характерно и для других рыб с разорванным ареалом (Кирпичников, 1987). Утрата полиморфизма по регуляторному локусу LDH во всех центральноазиатских популяциях и почти полная репрессия локуса LDH-A, вероятно, связана с микроэволюционными изменениями различных групп популяций алтайского османа.

В целом, представленные данные соответствуют предположению Д.А. Базыкина (1973) о том, что популяции в различных изолированных частях ареала при сколь угодно слабо отличающихся начальных состояниях могут эволюционировать фенотипически сходно или даже тождественно, а генотипически совершенно различно. Этот автор на математической модели доказал возможность возникновения сильной пространственной дифференциации между различными популяциями ареала под воздействием стабилизирующего отбора. К схожим выводам, только в терминах общей биологии, пришёл М.А. Шишкин (1984), выдвинувший гипотезу о постоянной смене оптимума нормы реакции, индикаторами чего выступают онтогенетические модификации. Следовательно, во всех природных популяциях происходит постоянный стабилизирующий отбор, сдвигающий норму в направлении

постоянно изменяющегося физиологического оптимума. На примере популяции алтайского османа из регулярно пересыхающего оз. Орог можно предположить значительное давление отбора, приведшее к реализации либо программы увеличения генетического разнообразия и возникновения максимального числа модификаций (для локуса G6PD), либо к программе снижения разнообразия и закрепления некоего «оптимального» генотипа (для ряда мономорфных локусов).

Работа выполнена при поддержке грант РФФИ № 09-04-90213-Монг_а.

ЛИТЕРАТУРА

Базыкин А.Д. Отбор и генетическая дивергенция в системах локальных популяций и популяциях с непрерывным ареалом (математическая модель) // Проблемы эволюции. Т. 3. Новосибирск: Наука, 1973. С. 231–241.

Дгебуадзе Ю.Ю. Механизмы формообразования и систематики рыб рода *Oreoleuciscus* (Cyprinidae, Pisces) // Зоологические исследования в МНР. М.: Наука, 1982. С. 81–92.

Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 1987. 520 с.

Мурзаев Э.М. Географические исследования Монгольской Народной Республики. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948.

Сычевская Е.К. История пресноводной ихтиофауны Кайнозоя Северной Евразии: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1991. 48 с.

Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. М.: Мир, 1988. 568 с.

Шушкин М.А. Фенотипические реакции и эволюционный процесс (еще раз об эволюционной роли модификаций) // Экология и эволюционная теория. Л.: Наука, 1984. С. 196–216.

Kidder G.M. Glucose-6-phosphate dehydrogenase isozymes in fish — a comparative study // J. Exp. Zool. 1983. V. 226. P. 385–390.

Smith J.B. Quantification of proteins on polyacrylamide gels // The Protein Protocols Handbook (Walker J.M., ed.). Totowa, NJ: Humana Press Inc., 2002. P. 57–60.

FORMATION, EVOLUTION, AND MODERN STATE OF ENDEMICIS OF THE CENTRAL ASIA — THE ALTAY'S OSMANS G. *OREOLEUCISCUS*

СТАНОВЛЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АЛТАЙСКИХ ОСМАНОВ (P. *OREOLEUCISCUS*) — ЭНДЕМИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Yu. V. Slynko

Papanin Institute for Biology of Inland Waters, RAS, Borok, Russia, syv@ibiw.yaroslavl.ru

Interrelation of global and local geo-climatic changes in territory of Mongolia in Cenozoic Era with evolution of endemic fishes of genera *Oreoleuciscus* is analyzed. It is shown, that all basic stages of geo-climatic transformations directly defined occurrence, formation of species, morfo-ecological specialization and formation of geographic areas of species and their population organization. Evolutionary and population characteristics of the Altay's osmans are given on the basis of genetically analysis of locuses mtDNA and the nuclear locuses coding isoenzymes. Theses about the Amur river basin parentage ancestors forms of the Altay's osmans are proved and that endemity of the given group is paleohistorically, occurrence and sort formation is entirely dated for midland ranges of the Central Asia in territory of present Mongolia.

Роль крупных геоклиматических колебаний в геологическом масштабе времени весьма сложно оценивать в отношении изменений таксонов видового уровня и популяций. Наличие на территории Монголии уникального эндемичного комплекса видов карповых рыб рода *Oreoleuciscus* позволяет решать задачу такого рода. Предполагается, что история возникновения и эволюции этих рыб всецело связана с водоемами Центральноазиатского бессточного бассейна (ЦАББ) и бассейном Северного Ледовитого океана на территории Монголии и по времени не выходит за пределы кайнозоя (Сычевская, 1983).

На протяжении кайнозоя территория нынешней Монголии испытывала значительные

воздействие мощных геологических трансформаций территории. Геоклиматическая история данного региона в целом и его отдельных участков изучена весьма основательно (Мурзаев, 1948; Маринов, 1954; Девяткин, 1981; Ярмолюк и др., 1995; Геншафт, Салтыковский, 2000), что с высокой степенью надежности позволяет выделить несколько наиболее значимых в отношении водоемов и их фауны этапов геоклиматического воздействия: 1 — ледниковый период конца плиоцена, 2 — орогенез и вулканическая активность на рубеже плиоцена и плейстоцена, 3 — малый ледниковый период и, наконец, 4 — глобальное потепление с середины 20-го века. Имеющийся у нас материал по анализу современной популяционно-генетической структуры алтайских османов на всем его ареале на территории нынешней Монголии и расчеты генетических дистанций, как по изоферментным локусам, так и локусу мтДНК дает возможность проанализировать связь указанных геоклиматических событий с эволюцией рода *Oreoleuciscus*.

Вплоть до конца плиоцена большая часть территории Монголии была покрыта водами обширного внутриконтинентального озера-моря, гидрографически связанного с бассейнами Северного Ледовитого и Тихого океанов. Ихтиофауна этого периода носила смешанный сино-бореальный характер. К периоду среднего плиоцена относятся первые находки праореолеуцисковой формы, характеризующейся двурядными глоточными зубами, что, вероятней всего, указывает на гольяновое происхождение из палеоамурского бассейна. Существенным подтверждением этому служит выявленное нами количество нуклеотидных по локусу мтДНК Cyt-b нуклеотидных и аминокислотных по локусам, кодирующих изоферменты, замен у нынешних алтайских османов при сравнении с наиболее вероятным близким к предковой форме видом — гольяном Лаговского. Величина выявляемых генетических различий, согласно концепции молекулярных часов указывает на возраст расхождения порядка 3–5 млн лет назад, что в основном совпадает с периодом середины плиоцена. Ледниковый период конца плиоцена привел к значительному обеднению существовавшей неогеновой ихтиофауны, в основном за счет выпадения теплолюбивых и оксифильных элементов евросибирской и китайской фаун. Последовавший в начале плейстоцена тектонический подъем территории и активная вулканическая деятельность привели к расчленению некогда единого водного бассейна на группу межгорных долинных водоемов, сильно загрязненных вулканическими наносами. Полностью исчезает вся верхнетретичная фауна. Сохраняются только обитатели высокогорных водоемов преимущественно Большого Алтая и Саян. Не исключено, что именно эти водоемы явились рефугиями для сохранения алтайского османа ЦАББ. Продолжающееся пологое тектоническое поднятие территории обусловило утрату гидрографической связи Долины Озер и Котловины Больших Озер (КБО), р. Дзабхан приобретает нынешний сток в направлении КБО. К концу плейстоцена при завершении активной фазы орогенеза ЦАББ полностью изолируется. В этот период утрачивается гидрографическая связь его водоемов с бассейном Амура и формируется нынешнее направление стока рек Селенга и Орхон в бассейн Северного Ледовитого океана. Вероятно, именно с этого момента начинается и независимое становление и формообразование в роде *Oreoleuciscus*. Однако ряд водоемов, ныне относимых к ЦАББ — оз. Убс с притоками и западнохангайские озера, по-видимому, сохраняли связь с бассейном р. Селенги, будучи при этом изолированными от остальных водоемов ЦАББ. Основанием для такого суждения служит степень генетической дифференциации популяций алтайского османа из бассейнов рек Селенга и Орхон, с одной стороны, и популяций Котловины Больших Озер, Долины Озер, водоемов Большого Алтайского хребта, с другой. При этом популяции из западнохангайских озер и водоемов Убсунурской котловины генетически относятся к селенгинско-орхонской популяционной группе. Уровень генетической дифференциации этих двух макропопуляционных групп достигает видового уровня.

Последствия глобального потепления, несомненно, сказались на усилении аридизации, особенно в Долине Озер, что привело к полному высыханию во второй половине 20-го – начале 21 веков большинства озер и соответственно к утрате популяций этих водоемов. В генетическом отношении наблюдается отчетливая внутривидовая дифференциация популяционных групп водоемов бассейнов Долины Озер и Котловины Больших Озер. Популяционная группа

алтайского османа Долины Озер в настоящее время сохраняется только в оз. Бон-Цаган и в реках, стекающих с южного макросклона Хангая в направлении Долины Озер. Отсутствие в настоящее время гидрографической связи водоемов Убсунурской котловины и западнохангайских озер с бассейном р. Селенга, вероятно, возникло совсем недавно, поскольку значимых популяционно-генетических различий между популяциями этих водоемов и бассейнов рек Селенга и Орхон не выявлено. Выявленная взаимосвязь геоклиматических и эволюционных преобразований свидетельствует, что, по всей видимости, происхождение и развитие алтайских османов всецело связано только с внутренними водоемами территории Монголии. Их происхождение из евросибирской фауны маловероятно. Это в свою очередь позволяет дать логичное объяснение и отсутствию алтайских османов в водоемах современной Сибири. Наличие популяций в ряде водоемов верховьев Оби может быть вызвано существованием в самом недавнем прошлом гидрографической связи этих водоемов с бассейном р. Тес (приток оз. Убс) и/или верховьями р. Селенга.

Таким образом, гео-климатические преобразования на протяжении всего кайнозоя на территории Монголии самым непосредственным образом обусловили происхождение, аллопатрическое видообразование и современную популяционную структуру обоих генетически достоверных видов в роде *Oreoleuciscus*. Принимая во внимание, что анализировался небольшой в геологическом масштабе отрезок времени, следует учесть, что мощные и сравнительно быстрые гео-климатические трансформации ведут к развитию столь же быстрых адаптивных и эволюционных ответов со стороны популяций видов, оказавшихся под воздействием последствий этих трансформаций. Наиболее сильно эта реакция проявляется на генетическом уровне, затрагивая как структурную, так и регуляторную части генома.

ЛИТЕРАТУРА

Геншафт Ю.С., Салтыковский А.Я. Кайнозойский вулканизм Монголии // Российский журн. наук о Земле. 2000. Т. 2, № 2. (http://elpub.wdcb.ru/journals/rjes/rus/v02/v02con_r.htm#no2).

Девяткин Е.В. Кайнозой внутренней Азии. М.: Наука, 1981. 196 с.

Маринов Н.А. Древнее оледенение Монголии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1954. № 6. С. 28–40.

Мурзаев Э.М. Котловина Больших Озер в Западной Монголии и происхождение ее ландшафтов // Тр. 2-го Всесоюз. географического съезда. Т. 1. М.: Географгиз, 1948. С. 367–378.

Сычевская Е.К. Глава 4. История формирования ихтиофауны Монголии и проблема фаунистических комплексов // Рыбы Монгольской Народной Республики. М.: Наука, 1983. С. 225–249.

Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Самойлов В.С., Аракелянц М.М. Этапы формирования позднемезозойского-кайнозойского внутриплитного вулканизма Южной Монголии // ДАН. 1995. Т. 344, № 5. С. 673–676.

COMPARATIVE ANALYSES OF PARASITE FAUNAS OF *Oreoleuciscus humilis* FROM UST LAKE (SELENGA RIVER BASIN), TESIIN RIVER (WESTERN KHANGAI), TUIN RIVER (LAKES VALLEY)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАЗИТОФАУНЫ КАРЛИКОВОГО АЛТАЙСКОГО ОСМАНА (*Oreoleuciscus humilis*) ОЗ. УСТ (БАСЕЙН Р. СЕЛЕНГИ), Р. ТЭС (ЗАПАДНЫЙ ХАНГАЙ), Р. ТУИН (ДОЛИНА ОЗЕР)

M.D. Batueva¹, M. Erdenebat²

¹ Institute of General and Experimental Biology of the SB RAS, Ulan-Ude, Russia, badmm@rambler.ru

² Institute of Geoecology ASM, Ulaanbaatar, Mongolia

We found 10 species of *Oreoleuciscus humilis* parasites, 5 species is revealed for the first time for this host and region. The level of diversity of parasites in *Oreoleuciscus humilis* in Ust Lake and Tes River is

not high, probably, the reason in insulation of ecosystems. General species of parasite, which localized in all investigated fishes are — *Diplostomum pusillum*. The variety of parasite species numbers and prevalence of species with complex life cycles in *Oreoleuciscus humilis* from Tuin River. Therefore, infracommunity of parasites *Oreoleuciscus humilis* in Tuin River are most balanced and adult than other investigated water bodies.

Ареал алтайских карликовых османов включает в себя водоемы Центральноазиатского бессточного бассейна (Котловина Больших Озер, Долина Озер), пойменные водоемы среднего течения р. Селенги и её крупных притоков Орхон и Тола (Дгебуадзе и др., 2003; Эрдэнэбат, 2006; Мэндсайхан, 2010). Исследование популяций османа из трех пространственно обособленных районов выявило различия: на генетическом уровне — Селенгинской популяции (реки Тэс и Селенга) от центральноазиатской (Долина Озер и Котловина Больших Озер) (Слынько, Дгебуадзе, 2009); на фенетическом уровне — популяций османа из бассейна р. Селенги и Долины Озер от озер Хангайского нагорья (Дгебуадзе и др., 2008).

В данной работе рассматривается паразитофауна карликового алтайского османа в оз. Уст (бассейн р. Селенги в среднем течении) и р. Тэс (Западный Хангай), р. Туин (Долина Озер). Материал был собран в июле–августе 2004–2006 гг. во время работы ихтиологического отряда Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ. Методом полного паразитологического вскрытия (Быховская-Павловская, 1985) исследовано 46 экз. карликового алтайского османа в возрасте от 4+ до 7+. Паразиты рыб идентифицированы до вида (Определитель..., 1984).

Всего выявлено 10 видов паразитов. *Muxobolus mongolicus* (Pronin, 1973) — специфичный паразит османов, локализующийся в стенке кишечника, отмечен нами в оз. Уст и р. Туин с примерно одинаковой зараженностью (табл.). *Muxobolus* sp. 1 найден в ретине глаз. *Muxobolus* sp. 2 и *Muxobolus ellipsoides* Thelohan, 1892 выявлены в почках рыб. *Paradiplozoon zeller* (Gyntovt, 1967) — ранее отмечавшийся только у карповых рыб Европы, встречается у османа в жабрах. *Diplostomum pusillum* (Dubois, 1928) — паразит хрусталика глаз, выявлен впервые у османов. Метациклические ранее отмечались у сибирского усатого гольца и монгольского хариуса в Долине Озер (Пэрэнлэйжамц, 1993). *Tylodelphus clavata* (Nordmann, 1832) паразитирует в стекловидном теле у широкого круга хозяев, отмечен при невысокой зараженности у исследованных рыб в р. Тэс и р. Туин. *Ergasilus briani* (Markewitsch, 1932) выявлен впервые для данного хозяина. *Paradilepsis scolecina* (Rudolphi, 1819) — личиночная стадия цестоды, образует в кишечнике прозрачные капсулы. *Contracaecum microcephalum* (Rudolphi, 1819) — нематода, локализующаяся в стенках кишечника, выявлена впервые для османа. Ранее он был выявлен у серого гольца в оз. Убс (Гундризер, 1976). *P. scolecina* и *C. microcephalum* имеют окончательных хозяев — рыбоядных птиц (баклана, цаплю, квакву).

Общим паразитом, встречающимся у всех исследованных рыб, является *Diplostomum pusillum*, зараженность которым уменьшается в ряду: р. Тэс — оз. Уст — р. Туин (табл. 1).

Наиболее высокая зараженность паразитами наблюдалась в оз. Уст. Плотность жаберных паразитов с прямым жизненным циклом: *Ergasilus briani* и *Paradiplozoon zeller* была столь высокой, что отчетливой дифференциации по эндостациям в жабрах между видами не наблюдалось. Высокая интенсивность инвазии, вероятно, обусловлена высокой плотностью популяции османа в водоеме, а также наложением двух генераций рачков в конце лета.

В реках Тэс и Туин выявлены миксоспоридии, которые, возможно, являются новыми для науки и специфичными для алтайского карликового османа: *Muxobolus* sp.1, *Muxobolus* sp. 2.

Паразитофауна алтайского карликового османа в исследованных водоемах характеризуется относительно небольшим разнообразием, что, вероятно, обусловлено обедненными экосистемами водоемов и их изолированностью. Тем не менее, в р. Туин выявлено 7 видов, имеющих сложный цикл развития. Некоторые из них не встречаются в Северной Азии: *Muxobolus mongolicus*, *Diplostomum pusillum*, *Paradilepsis scolecina*. Более высокое видовое разнообразие паразитов, преобладание паразитов со сложным циклом развития и отсутствие гиперинвазии говорит о том, что инфрасообщества паразитов в водоеме из Долины Озер более сбалансированы и зрелые.

Таблица. Фауна паразитов алтайского карликового османа исследованных водоемов Монголии

Вид паразита	Оз. Уст		Р. Тэс		Р. Туин	
	Э.И. (%)	И.О. (экз.)	Э.И. (%)	И.О. (экз.)	Э.И. (%)	И.О. (экз.)
<i>Mухоболus mongolicus</i>	20	0.2	–	–	37.5	0.8
<i>Mухоболus</i> sp. 1	–	–	8.33	0.16	–	–
<i>Mухоболus</i> sp. 2	–	–	–	–	6.25	0.06
<i>Mухоболus ellipsoides</i>	–	–	–	–	6.25	0.06
<i>Paradiplozoon zeller</i>	97.4	7	–	–	–	–
<i>Diplostomum pusillum</i>	44.5	0.83	66.6	1.83	18.75	0.43
<i>Tylodelphus clavata</i>	–	–	16.6	0.4	12.5	0.43
<i>Contracaecum microcephalum</i>	–	–	–	–	18.75	0.18
<i>Paradilepsis scolecina</i>	–	–	–	–	31.25	0.81
<i>Ergasilus briani</i>	83.33	61.5	–	–	–	–
Всего видов	4		3		7	
Вскрыто рыб, экз.	18		12		16	

Примечание: Э.И.— экстенсивность инвазии; И.О. — индекс обилия.

Благодарности: Выражаем благодарность д.б.н. П.Д. Гунину — начальнику Российской части Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ за содействие и помощь в сборе материала и заведующему лабораторией паразитологии и экологии гидробионтов ИОЭБ СО РАН, д.б.н. Н.М. Пронину за помощь в сборе материала и определении видов паразитов.

Работа выполнена при поддержке базового проекта РАН № 6.1.1.3.

ЛИТЕРАТУРА

Быховская–Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.

Гундризер А.Н. К изучению алтайских османов рода *Oreoleuciscus* Warр. // Проблемы экологии. 1976. Вып.4. С. 157–166.

Дгебуадзе Ю.Ю., Дулмаа А., Мунхбаяр Х. О находке представителя рода *Oreoleuciscus* (Сургинidae) в бассейне р. Селенги // Вопросы ихтиологии. 2003. Т.43, № 3. С. 420–422.

Дгебуадзе Ю.Ю., Мина М.В., Мироновский А.Н. К оценке фенетических отношений алтайских османов (*Oreoleuciscus*: Сургинidae) из трех озер Монголии по признакам черепа // Вопросы ихтиологии. 2008. Т. 48, № 3. С. 315–323.

Мэндсайхан Б. Рыбное население Центрально-Азиатского бессточного бассейна (Монголия): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИПЭЭ РАН, 2010. 30 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л.: Наука, 1984. 428 с.

Пэрэнлэйжамц Ж. Гельминты и другие группы паразитов рыб Монголии (фауна, эколого-фаунистическая характеристика, зоогеография): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1993. 33 с.

Слынько Ю.В., Дгебуадзе Ю.Ю. Популяционно-генетический анализ алтайских османов (*Oreoleuciscus*: Сургинidae) из водоемов Монголии // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49, № 5. С. 632–645.

Эрдэнэбат М. Рыбное население водоемов монгольской части бассейна р. Селенги в условиях глобального изменения климата и антропогенного воздействия: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИПЭЭ РАН, 2006. 22 с.