

УДК 56.071.7:551.763.1(571.54/55)

СЕВЕРНАЯ БИОТА ЖЕХОЛ

*Е. В. Бугдаева¹, Н. Г. Ядрищенская², А. В. Куриленко², Л. Б. Головнева³,
И. Н. Косенко⁴, С. А. Ондар⁵, Г. Д. Санжиев⁶.*

¹ *Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, bugdaeva@biosoil.ru*

² *Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, nataliya_yadr@mail.ru,
alena_kurilenko@mail.ru*

³ *Ботанический институт им. им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург,
lina_golovneva@mail.ru*

⁴ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, kosenkoin@ipgg.sbras.ru*

⁵ *Тывинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
Кызыл, ondarsa@tikopr.sbras.ru*

⁶ *Геологический институт им. Н. Л. Добрецова СО РАН, Улан-Удэ, Россия,
sandorzik@mail.ru*

THE NORTHERN JEHOL BIOTA

*E. V. Bugdaeva¹, N. G. Yadrishchenskaya², A. V. Kurilenko², L. B. Golovneva³,
I. N. Kosenko⁴, S. A. Ondar⁵, G. D. Sanzhiev⁶*

¹ *Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok,
bugdaeva@biosoil.ru*

² *A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg,
nataliya_yadr@mail.ru, alena_kurilenko@mail.ru*

³ *Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg,
lina_golovneva@mail.ru*

⁴ *Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, kosenkoin@ipgg.sbras.ru*

⁵ *Tyvinian Institute for Exploration of Natural Resources, Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Kyzyl, ondarsa@tikopr.sbras.ru*

⁶ *Dobretsov Geological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy
of Sciences, Ulan-Ude, sandorzik@mail.ru*

Нижнемеловые вулканогенно-осадочные и угленосные отложения, содержащие обильные фаунистические и флористические остатки, широко распространены на территории России (Забайкалье), Монголии, Кореи, Японии, Казахстана, Северо-Западного и Северо-Восточного Китая (Красилов, 1985; Bugdaeva, Golovneva, 2024; Li, 2023). Эти ископаемые флора и фауна высокой степени эндемизма известны под названием биота Жехол. Открытие оперенных динозавров и первых покрытосеменных в формациях Исянь и Цзюфотан группы Жехол (запад провинции Ляонин, Китай) принесло ей мировую известность и активизировало геологические и палеонтологические исследования региона. В частности, многочисленные абсолютные датировки позволили утвердиться мнению о баррем-аптском, возможно, валанжин-аптском возрасте биоты Жехол (Li, 2023).

История изучения этой биоты началась в XIX веке, когда были описаны находки из обнажения на р. Турга конхострак, остракод, насекомых, рыб и растений, собранных в ходе экспедиции А. Ф. Миддендорфа в Забайкалье. В этом местонахождении многочисленны ракушки конхострак *Eosestheria*, личинки поденок

Ephemeropsis и костные остатки рыб *Lycoptera middendorffii* Müller. Эти же таксоны доминируют и в биоте Жехол, поэтому ее иногда называют по их первым буквам "EEL комплекс".

Баррем-аптские вулканогенно-осадочные последовательности Забайкалья (Россия), Монголии и Северо-Восточного Китая очень сходны. Возникновение и эволюция биоты Жехол происходили на фоне обширного вулканизма и тектонической активизации, завершающихся пенеппенизацией рельефа, развитием болот и торфообразованием. Определена северная граница распространения этой биоты - примерно до 56 градусов северной широты. Она проходит в Забайкальском крае по бассейну р. Тундак (Среднекалканская впадина), где были найдены остатки рыб *Irenichthys* sp., характерных для нижнемеловых отложений ряда впадин Центрального и Западного Забайкалья (Государственная геологическая карта..., 2015). Самой восточной точкой распространения тургинской фауны, по-видимому, можно считать местонахождение Талдан (талданская свита, бассейн рек Ульдугичи и Осежина в верховьях р. Амур), в котором обнаружена *Lycoptera middendorffii* (Несов, 1997). В местонахождении Хасурта Бурятии найден *Schizolepidopsis canicularis* Leslie, Glasspool, Herendeen, Ichinnorov, Knopf, Takahashi et Crane, описанный из формации Тевшиин Гови, Монголия (Leslie et al., 2013), а также известный из селенгинской свиты Бурятии и букачачинской свиты Забайкальского края. Помимо него, указывается на находку *Prognethella minuta* Krassilov et Bugdaeva, описанного из местонахождения Байса зазинской свиты (Kopylov et al., 2020). По всей видимости, Хасурта – это самое западное местонахождение тургинских флоры и фауны в Забайкалье. На территории же Китая, самой западной точкой распространения биоты Жехол является разрез Ханься формации Чжунгоу бассейна Цзюцюань в провинции Ганьсу, Северо-Запад Китая (Zheng et al., 2015).

Традиционно считается, что ранний мел был типичным миром с «парниковым климатом». Но было высказано предположение, что оперенные динозавры на северо-востоке Китая жили в высокогорной среде обитания с морозными зимами и извержениями вулканов (Zhang et al., 2021). Такие холодные местообитания были обусловлены топографическими изменениями, по их мнению, вызванные значительной трансформацией тектонического режима в Восточном Китае.

На основании изотопного состава кислорода фосфата апатита ($\delta^{18}O_p$) из остатков различных рептилий Китая, Таиланда и Японии, установлено, что в баррем-раннеальбском интервале, по крайней мере, в этой части Азии, преобладал холодный наземный климат (Amiot et al., 2011). По их оценкам, средняя температура воздуха в средних широтах ($\sim 42^\circ$ с.ш.) составила около $10 \pm 4^\circ$ C. Такие низкие температуры согласуются с предыдущими сообщениями о низких морских температурах в этой части раннего мела, а также с отсутствием теплолюбивых рептилий, таких как крокодилы, на северо-востоке Китая. По мнению авторов, уникальный характер биоты Жехол является, таким образом, не только результатом ее эволюционной и биогеографической истории, но и обусловлен довольно холодными местными климатическими условиями северо-восточного Китая в барреме-раннем альбе.

Другим подтверждением высокострессовых условий среды является выявление смешанного способа размножения у остракод *Cypridea*, в том числе *C. vitimensis* Mandelstam, характерных для формаций Исянь и Цзюфотан группы Жехол (Wang et al., 2017). Этот вид, встречается, помимо Китая, также в Монголии и Забайкалье и имеет в последних регионах широкое распространение.

Для раннемеловых углей Забайкалья, особенно развитых в аптской селенгинской и апт-раннеальбской кутинской свитах, характерно высокое содержание инертинита. Его изучение показало, что он представлен обожженной древесиной (charcoal) хвойных. Подобная древесина обильна и в формации Чжунгоу в провинции Ганьсу, Северо-Запад Китая (Zheng et al., 2015). Интересна локализация аптских пожаров по западной окраине площади распространения биоты Жехол. Также в селенгинской свите и в формации Чжунгоу многочисленны побеги чешуелистных

хвойных, по всей видимости, хорошо противостоявших пожарам, несомненно, являвшихся фактором стресса для всего живого.

Раннемеловая флора Забайкалья имеет несомненное сходство с флорами Монголии и Китая. Она включает в своем составе сезонно опадающие растения и единичные цикадофиты, широко распространенных и в более высоких широтах. Ее умеренный характер и невысокое разнообразие наталкивает на мысль о существовании в не очень благоприятных условиях.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012200182-1).

Литература:

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Олекминская. Лист N-50-X (Сайваки). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2008. 178 с. (Минприроды России, ФГУГП «Читагеолсъёмка»).

Красилов В. А. 1985. Меловой период. Эволюция земной коры и биосферы. М.: Наука, 239 с.

Несов Л. А. 1997. Неморские позвоночные мелового периода Северной Евразии. СПб: БИН РАН, 218 с.

Amiot R., Wang X., Zhou Z., Wang X., Buffetaut E., Lécuyer C., Ding Z.L., Fluteau F., Hibino T., Kusuhashi N., Mo J.Y., Suteethorn V., Wang Y.Q., Xu X., Zhang F.S. 2011. Oxygen isotopes of East Asian dinosaurs reveal exceptionally cold Early Cretaceous climates // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 108. P. 5179–5183. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011369108>.

Bugdaeva E. V., Golovneva L. B. 2024. Siberian Jehol Biota // M. B. Hart, S. J. Batenburg, B. T. Huber, G. D. Price, N. Thibault, M. Wagnreich, I. Walaszczyk (eds). *Cretaceous Project 200. Volume 2: Regional Studies*. London: Geological Society, London, Special Publications, 545, <https://doi.org/10.1144/SP545-2023-155>.

Kopylov D. S., Rasnitsyn A. P., Aristov D. S., Bashkuev A. S., Bazhenova N. V., Dmitriev V. Yu., Gorochov A. V., Ignatov M. S., Ivanov V. D., Khramov A. V., Legalov A. A., Lukashevich E. D., Mamontov Yu. S., Melnitsky S. I., Ogłaza B., Ponomarenko A. G., Prokin A. A., Ryzhkova O. V., Shmakov A. S., Sinitshenkova N. D., Solodovnikov A. Yu., Strelnikova O. D., Sukacheva I. D., Uliakhin A.V., Vasilenko D.V., Wegierek P., Yan E. V., and Zmarzły M. 2020. The Khasurty Fossil Insect Lagerstätte // *Paleontological Journal*. Vol. 54. No. 11. P. 1221–1394.

Leslie A. B., Glasspool I., Herendeen P. S., Ichinnorov N., Knopf P., Takahashi M., Crane P. 2013. Pinaceae-like reproductive morphology in *Schizolepidopsis canicularis* sp. nov. from the Early Cretaceous (Aptian-Albian) of Mongolia // *American Journal of Botany*. Vol. 100. P. 2426–2436.

Li G. 2023. New spinicaudatan species (Crustacea) of the Lower Cretaceous (Valanginian–Hauterivian) Jehol Biota from northern Hebei, China // *Cretaceous Research*, 143, 105425. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2022.105425>.

Wang Y. Q., Yang W. G., Pan Y. H., Liao H. Y. 2017. Species of the genus *Cypridea* Bosquet, 1852 (Ostracoda) from the Lower Cretaceous Yixian and Jiufotang formations of western Liaoning, China // *Palaeoworld*, Vol. 26. P. 339–351.

Zhang L., Yin Y., Wang C. 2021. High-altitude and cold habitat for the Early Cretaceous feathered dinosaurs at Sihetun, western Liaoning, China // *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL094370. <https://doi.org/10.1029/2021GL094370>.

Zheng D. R., Zhang H. C., Zhang Q. et al. 2015. The discovery of an Early Cretaceous dragonfly *Hemeroscopus baissicus* Pritykina, 1977 (Hemeroscopidae) in Jiuquan, Northwest China, and its stratigraphic implications // *Cretaceous Research*. Vol. 52. P. 316–22.

Резюме. Выявлены границы распространения северной биоты Жехол, подтверждено, что она существовала в высокострессовых неблагоприятных условиях.

Ключевые слова: ранний мел, биота Жехол, Забайкалье.

Abstract. The boundaries of the distribution of the northern Jehol Biota were revealed, and it was confirmed that it existed in highly stressful unfavorable conditions.

Key words: Early Cretaceous, Jehol Biota, Transbaikalia.