

ЭВОЛЮЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ТУМАННАЯ В СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ (МИС 11-6)

Белянин П.С., Белянина Н.И.[†]

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

Аннотация. Палинологическое изучение колонки донных отложений палеоозера Лотос, позволило реконструировать эволюцию растительности в нижнем течении р. Туманной в среднем плейстоцене. Полученная пыльцевая летопись описывает шесть фаз, отражающих смены растительности. Установлено, что в теплые эпохи, коррелирующие с МИС 11, 9 и 7, в нижнем течении р. Туманной преобладали широколиственные и хвойные леса с разнообразным видовым составом. В них присутствовали теплолюбивые растения из Северо-Китайской и Северо-Корейской флор – *Pinus thunbergii*, *Castanea*, *Celtis*, *Magnolia*, *Tsuga* и Cupressaceae, ареалы которых в настоящее время охватывают северо-восток Китая, Корейский полуостров, а также острова Кюсю, Хонсю и Хоккайдо. При похолодании в МИС 10 увеличивалось распространение хвойно-мелколиственных лесов с участием кустарниковой березки. В МИС 8 и 6 основной облик растительности представляли хвойно-мелколиственные леса с доминированием сосен, берез, ели и участием вяза и дуба.

Ключевые слова: долина реки Туманная, палеоозеро Лотос, озерные отложения, смены растительности, спорово-пыльцевой анализ

EVOLUTION OF VEGETATION IN THE LOWER REACHES OF TUMEN RIVER DURING THE MIDDLE PLEISTOCENE (MIS 11-6)

Belyanin P.S., Belyanina N.I.[†]

The Pacific Geographical Institute of the FEB RAS

Abstract. A palynological study of the bottom sediment column of the paleolake Lotos allowed us to reconstruct the evolution of vegetation in the lower reaches of the Tumannaya River in the Middle Pleistocene. The pollen record obtained describes of six phases that reflecting changes in vegetation. A palynological study of the bottom sediment column of the Lotos Paleolake allowed us to reconstruct the evolution of vegetation in the lower reaches of the Tumannaya River in the Middle Pleistocene. The pollen record obtained describes of six phases that reflecting changes in vegetation. Their taxonomic composition indicates that during warm periods correlating with MIS 11, 9 and 7, broad-leaved and coniferous forests with a diverse species composition prevailed in the lower reaches of the Tumannaya River. Thermophilic plants from the Northern Chinese and Northern Korean floras – *Pinus thunbergii*, *Castanea*, *Celtis*, *Magnolia*, *Tsuga* and Cupressaceae were present in them. Currently, their geographic ranges cover northeastern of China, the Korean Peninsula, the Kyushu, Honshu and Hokkaido islands. Under cooling in the MIS 10, the distribution of coniferous-small-leaved forests with the participation of shrubby birch increased. In MIS 8 and 6, the main type of vegetation was represented by coniferous-small-leaved forests with the dominance of pine, birch, spruce and the participation of elm and oak.

Keywords: Tumen River Valley, Lotus Paleolake, lacustrine sediments, vegetation changes, spore-pollen analysis

Введение. Особенности развития природной среды среднего звена плейстоцена являются одними из самых интересных и малоизученных страниц в четвертичной истории. Наиболее полные летописи эволюции палеорастительности отражены в пыльцевых спектрах озерных отложений, имеющих весьма ограниченное распространение на юге Дальнего

Востока России. Наибольшие по мощности их осадки присутствуют в разрезах Приханкайской впадины и в отложениях шельфа залива Петра Великого. В ходе изучения геологического строения четвертичных отложений в приустьевой части р. Туманной, бурением были вскрыты значительные по мощности толщи озерных осадков, что позволило реконструировать эволюцию растительности на юге Дальнего Востока России в среднем плейстоцене (МИС 11-6).

Материалы и методы.

Объект исследования. Исток р. Туманной находится на плоскогорье Чанбайшань, возле вулкана Пэктусан. На значительном протяжении река течёт в узкой и глубокой долине между Северо-Корейскими и Восточно-Маньчжурскими горами. В приустьевой зоне р. Туманная выходит на холмистую равнину, сильно меандрируя и делясь на рукава. Река впадает в Японское море у мыса Сесура, образуя обширную аккумулятивную равнину.

В приустьевой части р. Туманной расположены серия озёр, одним из них является оз. Лотос. В настоящее время, это небольшое пресноводное озеро, расположенное на крайнем юге Дальнего Востока России, в устье реки Туманной (42 °25' с. ш., 130 °39' в. д.), в 9 км к западу от залива Петра Великого (Японское море). Площадь водной поверхности озера составляет около 12.3 км², а его глубина не превышает 2.0 м. Водная поверхность озера лежит на высоте около 2 м над уровнем моря. С севера, запада и востока озеро окружено невысокими холмами с заболоченными небольшими долинами. С юга оно обрамлено валом высотой около 2 м, за которым начинается аккумулятивная равнина реки Туманной.

Район расположен в зоне контакта Маньчжурской и Северо-Китайской флористических провинций [3]. Заболоченные берега оз. Лотос покрыты вейниково-разнотравными, осоковыми лугами и травяными болотами. Водная поверхность частично заросла *Nelumbo komarovii*. На склонах водосборного бассейна преобладают редкостойные широколиственные леса из *Quercus dentata* и *Quercus mongolica*, с участием *Fraxinus rhynchophylla*, *Tilia amurensis* и *Tilia taquetii* и кустарниковых зарослей из *Lespedeza*, *Corylus* и *Rhododendron* [6].

Это самый тёплый район Дальнего Востока, где среднесуточная температура опускается ниже +8 °С обычно после 1 ноября. Климат в нижнем течении р. Туманной умеренный муссонный, со среднегодовой температурой +7 °С и среднегодовым количеством осадков около 500 мм.

Бурение и отбор проб. Скважины 26, 28 и 31 были пробурены в нижнем течении р. Туманной, в 12 км от побережья Японского моря. Отбор проб с интервалом 5–10 см и литологическое описание кернов выполнены Б.И. Павлюткиным (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН), а палинологический анализ Н.И. Беляниной (ТИГ ДВО РАН).

Палинологический анализ. Образцы из разрезов отбирались с интервалом 5–10 см. Спорово-пыльцевой анализ проведен по стандартной методике, включающей обработку 10% NaOH, отделение минералов раствором KJ и CdJ₂ (2.2 г/см³), после чего образцы помещали в глицериновое желе [5]. Пыльцу и споры идентифицировали и подсчитывали с помощью оптического микроскопа Axio Scope A1 при увеличении ×400. Доля каждого таксона пыльцы рассчитывалась в процентах от суммы пыльцы деревьев, кустарников, трав и кустарничков. Доли групп растений (деревья и кустарники – AP, травы, злаки и карликовые кустарники – NAP, споры – SP) рассчитывали в процентах от общего количества микрофоссилий. В каждой пробе подсчитывали не менее 250 пыльцевых зерен древесных и кустарниковых растений. Идентификацию пыльцевых зерен проводили с помощью пыльцевых атласов [5; 11].



Рис. 1. Схема расположения изученных скважин на аккумулятивной равнине в устье реки Туманной

Результаты и обсуждение.

Литологические особенности отложений. Бурение показало, что под слоем верхнеплейстоцен-голоценовых эстуарных отложений, в интервале глубин 76,2–33,2 м, обнажается пачка зеленовато-серых тонкослоистых мелкопесчано-алевритовых пород. Характер слоистости носит ярко выраженный сезонный характер: микрослои состоят из двух элементов – мелкопесчаного и алевритового. Мощность микрослоев не превышает 1–2 мм. В основании они подстилаются слабоокатанной галькой, щебнем и порфиритами, сцементированными супесью. Их перекрывают слои позднеплейстоценовых отложений аллювиально-морского генезиса и голоценовых отложений – песков, супесей и суглинков.

Результаты палинологического анализа. Таксономический состав палиноспектров из интервалов глубин 75,7–67,6 м, 60,3–51,9 м и 50,3–34,8 м свидетельствуют, что основными элементами растительности в нижнем течении р. Туманной в теплые эпохи среднего плейстоцена – МИС 11, 9 и 7 были разнообразные по составу широколиственные и хвойные леса. Среди хвойных деревьев преобладали представители подродов *Haploxylon* и *Diploxylon*, а также рода *Picea*. Среди широколиственных пород присутствовали растения Северо-Китайской и Маньчжурской флористических провинций, такие, как представители родов *Castanea*, *Celtis*, *Magnolia*, *Tsuga*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Juglans*, *Phellodendron*, *Carpinus*, а также семейства Cupressaceae. В настоящее время, ареалы многих из них охватывают теплоумеренные и субтропические области Корейского п-ова [10], а также о-вов Хонсю, Кюсю и Сикоку [12]. Стоит отметить, что сейчас южнее 40 °с. ш. в Корее и на северо-востоке Китая род *Carpinus* насчитывает 7 видов [8], рода *Quercus* 11 видов [7], а род *Pinus* – 6 видов [9]. Из них на юге Дальнего Востока встречается только *Quercus mongolica*, *Quercus dentata*, *Pinus koraiensis* и *Pinus densiflora* [6].

Значительные климатические колебания, вызвавшие перестройку растительности в среднем плейстоцене, отмечены и для более северных регионов Дальнего Востока. Так, на Чукотке в МИС 11, 9 и 7 происходили неоднократные смены травянисто-березовых кустарниковых тундр травянистыми или травянисто-ольхово-березовыми тундрами [4]. В это же время в Западной Сибири, в низовьях Иртыша среднегодовая температура была на 8–10 ° выше современной, а северная граница ареала широколиственных и хвойных лесов и степей смещалась к северу на 1000–1300 км [1].

Палиноспектры, выделенные из интервалов глубин 67,6–60,3 м, 51,9–50,3 м и 34,8–33,9 м формировались в условиях похолоданий. В МИС 10 широкое распространение в бассейне оз. Лотос получили хвойно-мелколиственные леса с преобладанием *Betula* sect. *Nanae*, *Betula* sp., *Duschekia*, *Picea*, *Pinus* subgen. *Haploxylon* и *Pinus* subgen. *Diploxylon*, *Ulmus* и *Quercus*. В МИС 8, основными компонентами растительности склонов были *Duschekia*, *Picea* и *Pinus*

subgen. *Haploxyton* растительности. На прибрежных равнинах Японского моря преобладали сфагновые болота с *Betula* sect. *Nanae*. В МИС 6, в растительности доминировали пихтово-сосново-березовые леса с участием *Quercus* и *Ulmus*. Сходная по составу растительность выделена из субфоссильного палиноспектра, отобранного на абсолютной высоте 600 м у подножия вулкана Байтоушань в бассейне р. Туманной (42 °03' с. ш., 128 °03' в. д.). Это указывает на значительные пространственные миграции растений при климатических колебаниях в среднем плейстоцене на юге Дальнего Востока.

Заключение.

Пыльцевая летопись, полученная в ходе палинологического изучения озерных осадков среднего плейстоцена палеоозера Лотос, отражает реакцию региональной растительности на глобальные климатические колебания. Сложное литологическое строение пачки озерных отложений свидетельствует о многократных перестройках природной среды аккумулятивной равнины в нижнем течении р. Туманной. Есть основание предполагать, что история осадконакопления соответствует эпохам с климатическими условиями теплее современных и близких к ним. На холодные периоды, по-видимому, приходятся перерывы в осадконакоплении. В разрезе зафиксированы только отдельные их фрагменты. Об этом же свидетельствуют и перерывы в литологической колонке. Полученная пыльцевая запись изменений палеорастительности существенно дополняет представление о возрасте озерных отложений, слагающих прибрежную аккумулятивную равнину р. Туманной, и влиянии глобальных природных событий среднего плейстоцена, соответствующих МИС 11-6, на эволюцию ландшафтов крайнего юга Дальнего Востока.

Литература

1. Волкова В.С. 2008. Ландшафты и климат межледниковой и межстадиальной эпох плейстоцена Западной Сибири. В: Прищепа О.М., Суббето Д.А., Дзюба О.Ф. (Ред.), Палинология: Стратиграфия и геоэкология. Санкт-Петербург, с. 88–91.
2. Гричук М.П., Каревская И.А., Полосохина З.М., Тер-Григорян Е.В. 1975. Палеоботаническое обоснование возрастной корреляции позднекайнозойских отложений в Индигиро-Колымском горном районе. М., С. 3–80.
3. Комаров В.Л. 1908. Введение в флору Китая и Монголии. Труды Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада XXIX(1) Типо-литография Герольд, Санкт-Петербург: 1–176.
4. Ложкин А.В., Андерсон П.М., Матросова Т.В. и др. 2007. Непрерывная запись изменений окружающей среды на Чукотке за последние 350 тыс. лет. Тихоокеанская геология 26(6): 53–59. DOI: [10.1134/S1819714007060048](https://doi.org/10.1134/S1819714007060048)
5. Покровская И.М. 1950. Пыльцевой анализ. Москва: Госгеолиздат.
6. Чубарь Е.А. 2000. Природные особенности района р. Туманной в нижнем течении и сопредельной территории. В: Касьянов В.Л. и др. (Ред.), Состояние окружающей среды и биоты юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Том 2. Владивосток, С. 15–41
7. Chang C.S. 2007. *Fagaceae*. In: Park C.W. (Ed.), The genera of vascular plants of Korea. Seoul, South Korea: Academy Publishing Co, P. 268–274.
8. Chang C.S., Jeon J.I. 2018. *Betulaceae*. In The Genera of Vascular Plants of Korea (Korean ver.). Seoul: Flora of Korea Editorial Committee (ed.), Hongrunc Publishing Co, P. 364–376.
9. Farjon A. 2010. A Handbook of the World's Conifers (two vols.). The Netherlands: Brill Leiden, Academic Publishers.
10. Lee K.J. 2002. Major factors causing disturbance in forests and its effects on forest ecosystem in Korea. In: Ecology of Korea (D.W. Lee, V. Jin, J.C. Choe., Y.H. Son, S.J. Yoo, H.Y. Lee, S.K. Hong et al., eds), pp. 105–118, Bumwoo Publisher, Seoul.
11. Nakamura J. 1980. Diagnostic characters of pollen grains of Japan, Part I. Special Publications from the Osaka Museum of Natural History, Osaka, Japan 13: 1–91.
12. Ohwi J. 1965. Flora of Japan. Washington: Switsonian Institute.