НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Проблемы изучения растительного покрова Сибири

Труды VII Международной научной конференции,
посвященной 135-летию Гербария им. П.Н. Крылова
Томского государственного университета
и 170-летию со дня рождения П.Н. Крылова

(Томск, 28–30 сентября 2020 г.)

Томск
Издательство ТГУ
2020

Субрецентные палиноспектры ландшафтов Ямало-Ненецкого автономного округа

Н.В. Шефер¹, Л.С. Шумиловских², И.И. Гуреева^{1,3}

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия; vchifz@mail.ru

² Гёттингенский университет имени Георга-Августа, Гёттинген, Германия

³ Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, Томск, Россия; gureyeva@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ состава субрецентных спорово-пыльцевых спектров (СПС) лесотундры и северной тайги на основе 20 субрецентных мохово-лишайниковых спорово-пыльцевых проб, отобранных на территории Надымского и Пуровского районов Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). Во всех изученных субрецентных СПС присутствует пыльца *Larix sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sibirica* Du Tour, *P. sylvestris* L., *Betula pubescens* Ehrh., *B. nana* L., семейств Ericaceae, Asteraceae и Cyperaceae. В СПС исследованных сообществ наблюдается увеличение участия пыльцы видов *Pinus*, уменьшение содержания пыльцы *Betula nana* и увеличение разнообразия таксономического состава трав в направлении от лесотундры к северной тайге. Для спектров лесотундры и северной тайги характерно низкое содержание пыльцы *Picea obovata*, что отражает малое участие ели в древостое сообществ. Низкое содержание пыльцы *Larix sibirica* в лесотундре и северной тайге не отражает фактического участия лиственницы в древостое, а связано с ее быстрой разрушаемостью и низкой летучестью.

Ключевые слова: палинологический анализ; субрецентные спорово-пыльцевые спектры; Ямало-Ненецкий автономный округ.

Sub-recent palynological spectra of landscapes of the Yamalo-Nenets Autonomous Area, Russia

N.V. Shefer¹, L. S. Shumilovskikh², I.I. Gureyeva^{1,3}

¹ National Research Tomsk state university, Tomsk, Russia; vchifz@mail.ru

² Department of Palynology and Climate Dynamics, University of Goettingen, Goettingen, Germany

³ Tomsk Oil and Gas Design and Research Institute, Tomsk, Russia; gureyeva@yandex.ru

Abstract. An analysis of the composition of surface spore-pollen spectra (SPS) was carried out within a gradient from forest-tundra to northern taiga. In total, 20 sub-recent moss-lichen surface samples were obtained on the territory of the Nadymsky and Purovsky districts of Yamalo-Nenets Autonomous Area. All studied spectra contain pollen of *Larix sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sibirica* Du Tour, *P. sylvestris* L., *Betula pubescens* Ehrh., *B. nana* L., as well as Ericaceae, Asteraceae and Cyperaceae. In the SPS of the studied communities, an increase in the participation of the pollen of *Pinus* species, a decrease in the content of *Betula nana* pollen, and an increase in the diversity of the taxonomic composition of herbs at the transition from the forest-tundra to the northern taiga are observed. The low content of *Picea obovata* pollen in the forest-tundra and northern taiga spectra reflects the low proportion of spruce in the studied communities. The low pollen proportion of *Larix sibirica* in the forest-tundra and northern taiga does not reflect the actual participation of *L. sibirica* in the vegetation cover, but is associated with rapid destruction of pollen and its low flight ability. The low content of *Larix sibirica* pollen in the forest-tundra and northern taiga does not reflect the actual participation of larch in the stand,

Key words: palynological analysis; sub-recent palynological spectra; Yamalo-Nenets Autonomous Area.

Значительным числом работ по сопоставлению растительности с её спорово-пыльцевыми спектрами из поверхностных проб различного генеза доказано, что спорово-пыльцевые спектры поверхностных проб в основном правильно отражают зональный тип растительности (Пермяков, 1964; Пьявченко, 1966; Букреева, Левковская, 2000). Е.Ю. Новенко с соавторами (2017) рассматривают решение проблемы интерпретации результатов палинологического анализа – соотношения элементов спектров и локального видового состава растительности каждого конкретного региона, путём совместного изучения рецентных проб и описания растительности. Экстраполируя закономерности по данным одних территорий на отдалённые и даже смежные районы, необходимо учитывать пыльцевую продуктивность отдельных видов (Новенко и др., 2017).

Цель работы – определение состава поверхностных спорово-пыльцевых спектров (СПС) в фитоценозах растительных зон севера Западной Сибири для выявления их фитодиагностических особенностей.

Материалы и методы

Отбор поверхностных мохово-лишайниковых субрецентных проб проводился в августе 2018 г. на территории Надымского и Пуровского районов ЯНАО в лесотундре и северной тайге (рис. 1); всего отобрано 20 проб. В местах отбора проб выполнены описания современных фитоценозов с указанием основных таксонов растений. Поскольку в спорово-пыльцевых спектрах отдельные виды не всегда отличимы, при составлении списков растений основной упор сделан не на видовой состав, а на основные пыльцевые таксоны (Cyperaceae, *Artemisia* sp. и др.). Для составления общего зонального

спектра лесотундры отобрано 10 проб в Надымском районе ЯНАО на плоско-бугристом болоте (N-1 – N-4), в смешанных хвойно-березовых редколесьях (N-5 – N-9) и в смешанном хвойно-березовом лесу (N-10). Для составления зонального спектра подзоны северной тайги отобрано 10 проб в Пуровском районе ЯНАО в заболоченном смешанном хвойно-березовом лесу (X-1 – X-10) в окрестностях пос. Ханымей.

Рис. 1. Карта-схема точек отбора проб в районе исследования:
N-1 – N-10 – номера проб в Надымском районе; X-1 – X-10 – номера проб в Пуровском районе

Для проведения химической обработки проб использовался метод Эрдмана. Подсчёт, изучение и определение пыльцы и спор в препаратах проводили с помощью светового микроскопа при увеличении 400× и 1000×. Каждую пробу подсчитывали до 500 пыльцевых зёрен. При определении палиноморф использовались специальные определители (Куприянова, Алешина, 1972; 1978; Споры..., 1983). Споры и пыльцу фотографировали на программно-аппаратном комплексе «Carl Zeiss Axiostar» (Германия). Анализ препаратов и микрофотографирование проводили на приборной базе лаборатории структурного и молекулярного анализа растений Биологического института Томского государственного университета.

Результаты

В лесотундре постоянными участниками изученных ценозов являются *Betula nana* и *Ledum palustre* L. Непосредственно на площадках встречаются виды *Carex*, *Eriophorum polystachion* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Empetrum nigrum* L., *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., виды *Ranunculus*, *Rosa acicularis* Lindl., *Rubus chamaemorus* L., *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *V. uliginosum* L., виды рода *Equisetum*. Для площадок N-1 – N-9 отмечено близкое (300–800 м) расположение хвойного леса с участием видов *Pinus* и *Larix sibirica*, для площадок N-5 – N-9 – присутствие колка из *Betula pendula* Roth (100–400 м), вблизи площадок N-9, N-8, N-1 растёт *Larix sibirica* (±50 м). В точке отбора N-10 в смешанном сосново-берёзовом лесу отмечены *Betula pendula*, *Larix sibirica*, *Pinus sibirica*, *P. sylvestris*.

В подзоне северной тайги в районе отбора проб сочетаются типичные зональные и интразональные сообщества. Пробы отбирались в пределах интразонального сообщества (плоско-бугристое болото) вблизи типичных зональных сообществ; на расстоянии 800–2000 м отмечены берёзово-ивовые ценозы. На площадках, где проводился отбор проб, встречаются *Betula nana*, *B. pendula*, *Pinus sibirica*, *P. sylvestris*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium vitis-idea*, *Rubus chamaemorus*, виды семейства Poaceae, виды рода *Carex*, *Eriophorum polystachion*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus microcarpus*, *Andromeda polifolia* L., *Drosera anglica* Huds.

Во всех изученных СПС (рис. 2) лесотундры выявлены пыльцевые зерна ели, сосны сибирской и обыкновенной, ольхи, березки карликовой и др. Общая доля пыльцевых зерен (ПЗ) древесных растений в среднем составляет 87,1 %. В большинстве изученных спектров доминирует пыльца берёзы «древовидной» (*Betula pubescens*-type), берёзы кустарниковой (*Betula nana*) и хвойных, пыльца которых в сумме составляет от 38 до 46 %, за исключением лиственницы, содержание пыльцы которой в среднем 0,8 %. Общая доля пыльцы трав и кустарничков в среднем составляет 12,9 %; из них самой многочисленной группой является пыльца семейства осоковых Cyperaceae – в среднем 4,8 % от состава всего СПС, что связано со значительным участием осоковых в травяном покрове и их ветроопыляемостью. В спектрах исследованных смешанных хвойно-берёзовых редколесий лесотундры доминирующее положение занимают пыльцевые зёрна «древовидной» берёзы (*Betula pubescens*-type), для спектров облеснённых болот в составе лесотундры характерно доминирование пыльцы хвойных или приблизительно равное их соотношение с пылью *Betula* sp. Состав пыльцевых спектров травяно-кустарничкового яруса лесотундры динамичен. В спектрах редколесий встречается пыльца Chenopodiaceae, *Rubus chamaemorus*, Rosaceae, Asteraceae. В спектрах болот лесотундры присутствует пыльца этих же групп, кроме того, появляется пыльца злаков, значительно участие пыльцы морозники, во всех пробах присутствует пыльца Ericaceae и Cyperaceae; содержание последних увеличивается в спектрах из более увлажнённых местообитаний.

Переход от лесотундры к северной тайге, характеризуется увеличением в составе субрецентных СПС доли пыльцевых зёрен видов строителей лесных ценозов – *Pinus sibirica* и *P. sylvestris*. В субрецентных спектрах северной тайги общая доля пыльцевых зерен древесных растений в среднем составляет 89,7 %. В большинстве изученных СПС доминирует пыльца сосен сибирской и обыкновенной, в среднем составляя 58,2 % (в сумме) от всего СПС. Уменьшается содержание пыльцы березки карликовой *Betula nana*, пыльцевые зёрна ив и ольхи встречаются в спектрах единично. Это является следствием доминирования видов хвойных и локального присутствия в пределах подзоны ольхи и видов *Salix*. Наблюдается тенденция увеличения разнообразия в спектрах пыльцы травянистых растений (разнотравья): среднее число таксонов трав в спектрах, от лесотундры к северной тайге увеличивается от 5,5 до 5,9. При этом увеличивается число пыльцевых зёрен василистника (*Thalictrum*), мареновых (Rubiaceae), появляется пыльца Ranunculaceae (*Ranunculus* sp.) и Brassicaceae. В спектрах северной тайги, как и в спектрах лесотундры, присутствуют пыльцевые зёрна Ericaceae, *Rubus chamaemorus*, Cyperaceae, но их присутствие скорее характеризует наличие в исследуемой зоне интразональных сообществ – болот, чем отражает зональный тип растительности. Общая доля пыльцы трав и кустарничков в среднем 10,3 %, самой многочисленной группой среди них является пыльца вересковых, в среднем составляя 4,2 % от всего СПС.

Доля пыльцевых зерен древесных растений в общих спорово-пыльцевых спектрах лесотундры и северной тайги в среднем составляет 87,1 % и 89,7 % соответственно. Малая разница в процентном соотношении между общими спектрами этих зон объясняется следующим: количество пыльцы *Pinus* увеличивается от лесотундры (10–60 %) к северной тайге (50–65,8 %), в то время как количество пыльцевых зёрен *Betula* уменьшается от (38–46 %) к (21–37,6 %), что связано с увеличением участия видов *Pinus* и уменьшением участия *Betula*, особенно – *B. nana* в изученных ценозах. Участие прочих древесных таксонов в спектрах также снижается, за исключением пыльцевого таксона *Betula pubescens*-type, у которого снижение незначительно. Относительно высокое содержание пыльцы *Pinus* в лесотундре объясняется переносом пыльцы сосны на далекие расстояния в связи с ее высокой приспособленностью к полету (пыльца имеет воздушные мешки). Так пробы N1-N9 были отобраны на открытых участках с сосново-лиственничным лесом в пределах видимости. Однако процентное соотношение сосны в этих пробах сходно с пробой N-10, отобранной непосредственно в смешанном хвойно-берёзовом лесу с доминированием *Pinus sibirica* и *P. sylvestris* в древостое. Низкое содержание пыльцы *Larix sibirica* как в лесотундре (0,2–1,8 %), так и в северной тайге (0,2–1,2 %) не отражает фактического участия *L. sibirica* в древостое, что связано с низкой летучестью пыльцы (пыльца без воздушных мешков) и разрушаемостью при ацетолизе. Интересно наличие в спектрах единичных пыльцевых зёрен *Tilia cordata* Mill. Липа не произрастает ни в лесотундре, ни в северной тайге. Присутствие её пыльцы можно объяснить небольшой удалённостью населённых пунктов от мест сбора проб, в которых липа часто используется как элемент озеленения.

Спорово-пыльцевые спектры лесотундры характеризуются примерно равным соотношением пыльцы *Betula* и *Pinus*, изменяющимся локально, в зависимости от того какой вид доминирует в лесных сообществах, зачастую расположенных колками и полосами на возвышенности. В северной тайге наблюдается устойчивая тенденция к преобладанию видов *Pinus* в составе спектров.

Рис. 2. Спорово-пыльцевые спектры изученных подзон растительности:

Pollen concentration – концентрация пыльцы в пробах (пыльцевые зерна / см^3); All pollen – общее число пыльцевых зерен;
 Number of herb taxa – число таксонов трав в пробе; NAP – общее число пыльцевых зёрен травянистых растений и кустарничков;
 AP – общее число пыльцевых зёрен древесных растений и кустарников.

По вертикали – пробы, по горизонтали состав спорово-пыльцевых спектров, %

Заключение

В субрецентных спектрах выявлен 21 тип палиноморф, в том числе пыльцевые зерна 7 таксонов деревьев, 3 таксонов кустарников, 1 таксона кустарничков (Ericaceae) и 11 таксонов травянистых растений. Состав изученных поверхностных спорово-пыльцевых спектров для исследованных зон севера Западной Сибири в целом соответствует составу современной растительности. Пиковые значения содержания пыльцы *Pinus* (N-10 – 60 %), *Betula* (N-8 – 49 %), *Cyperaceae* (N-1 – 7,6 %; N-2 – 7,4 %; N-7 – 8,8 %), *Rubus chamaemorus* (N-1 – 11,6 %), Ericaceae (X-3 – 12,8 %) – обусловлены доминированием растений составляющих эти пыльцевые таксоны в точках отбора проб.

ЛИТЕРАТУРА

- Букреева Г.Ф., Левковская Г.М. Зональные особенности составов рецентных спорово-пыльцевых спектров долины р. Оби и их взаимосвязь с показателями современного климата // Проблемы реконструкции климата и природы среды Голоцена и Плейстоцена Сибири. Новосибирск : Изд-во ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. С. 48–55.
- Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Л. : Наука, 1972. 256 с.
- Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР. Л. : Наука, 1978. 219 с.
- Новенко Е.Ю., Мазей Н.Г., Зерницкая В.П. Рецентные спорово-пыльцевые спектры заповедных территорий европейской части России как ключ к интерпретации результатов палеоэкологических исследований // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2, № 2. С. 55–65.
- Пермяков А.И. Особенности формирования спорово-пыльцевых спектров современных континентальных осадочных отложений // Четвертичная геология и морфология Западно-сибирской низменности: Труды ИГиГ. 1964. Вып. 25. С. 82–90.
- Пьявченко Н.И. Результаты палинологического изучения торфяников Енисейской полосы Сибири // Значение палинологического анализа для стратиграфии и палеогеографии. М. : Наука, 1966. С. 232–238.
- Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры Европейской части СССР / под ред. Л.А. Куприяновой. Л. : Наука, 1983. 303 с.