

РАЗДЕЛ II

ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ

[ECOLOGY. BIODIVERSITY]

УДК: 581.9

DOI: 10.24411/2658-4441-2022-2-28-35

А.Д. САМБУУ, А.Ю. КАЛДАР-ООЛ

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

НЕКОТОРЫЕ ВИДЫ ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ ЛИХЕНОФЛОРЫ ГОРНЫХ КРИОФИТНЫХ СТЕПЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

Современный флористический состав растительного покрова того или иного региона представляет собой результат длительного исторического развития флоры. Реликтовые виды, сохранившиеся с древнейших времён геологической истории, — свидетели тех многообразных преобразований физико-географической обстановки, которые претерпела та или иная территория до настоящего времени. Главным фактором, обуславливавшим характер современного распределения растительного покрова Тувы, входящей в Алтай-Саянскую горную страну, является горный рельеф, свойственный большей части страны. С другой стороны, значительная протяжённость Алтай-Саянской страны, нарастание континентальности климата по направлению к югу также определяют зональные изменения растительных ландшафтов. Некоторые виды плейстоценовой лишенофлоры выявлены в Монгун-Тайгинском высокогорном тундрово-лугово-степном, Восточно-Саянском горном гольцово-таёжном, Тоджинском лугово-таёжном, Восточно-Тувинском гольцово-горно-таёжном, Каа-Хемском горно-таёжном, Сангиленском таёжном лугово-степном районах в Республике Тыва.

Ключевые слова: лишенофлора, плейстоцен, криофитная степь, Республика Тыва.

Рис. 6. Библ. 18 назв. С. 28–35.

Работа выполнена в рамках государственного задания ТувИКОПР СО РАН: Проект № 0307-2021-0003

A.D. SAMBUU, A.Yu. KALDAR-OOL

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

SOME TYPES OF PLEISTOCENE LICHENOFLORA OF MOUNTAIN CRYOPHYTIC STEPPES IN THE REPUBLIC OF TYVA

The current floral composition of the vegetation cover of a particular region is the result of a long historical development of flora. Relict species that have been preserved since the earliest times of geological history are witnesses of the many transformations of the physical-geographical situation that this or that territory has undergone to the present time. The main factor determining the nature of the current distribution of the vegetation cover of Tuva, which is part of the Altai-Sayan mountain country, is the mountainous relief characteristic of most of the country. On the other hand, the significant extent of the Altai-Sayan region, the increase in the continentality of the climate towards the south also determine the zonal changes in the plant landscapes of the country. Some species of Pleistocene lichenoflora have been identified in the

Mongun-Taiga high-mountain tundra-meadow-steppe, East Sayan high-mountain-taiga, Todzhinsky meadow-taiga, East Tuva high-mountain-taiga, Kaa-Khem mountain-taiga, Sangilensky taiga meadow-steppe areas.

Keywords: lichenophlora, pleistocene, cryophytic steppe, the Republic of Tyva.

Figures 6. References 18. P. 28–35.

ВВЕДЕНИЕ. В связи с усилением хозяйственного освоения территории Республики Тыва возросла актуальность изучения растительности, в особенности лишайнофлоры, так как, несмотря на удивительную выносливость, многие виды лишайников очень чувствительны к изменениям атмосферного воздуха и могут служить хорошим индикатором его загрязнений. Роль лишайников важна: как неотъемлемый компонент растительного покрова любой территории, они, наряду с другими живыми организмами, служат индикаторами его жизненной активности, саморегуляции и относительной устойчивости (Седельникова, 2017).

Анализируя пути развития растительного покрова юга страны в плейстоцене, И.М. Крашенинников (1937, 1939) сформулировал концепцию «плейстоценового флористического комплекса», сочетавшего разнородные элементы, современные дизъюнктивные ареалы которых приурочены, в основном, к горным областям Южной Сибири и Северной Монголии. По мнению И.М. Крашенинникова, в средних широтах Евразии существовала специфическая сосновая и лиственничная лесостепь, возникшая в результате прямого и опосредованного воздействия континентальных оледенений, сформировавшаяся, в основном, за Уралом в плейстоцене, и в плейстоцене же мигрировавшая в Восточную Европу. Е.М. Лавренко (Лавренко и др., 1991) подчёркивал, что во время ледниковых фаз плейстоцена (в особенности последнего валдайского (вюрмского) оледенения), «...часто это были почти безлесные степи». По мнению Р.В. Камелина (1996), данный растительный комплекс начал формироваться на северо-восточной Евразии ещё в холодные фазы плиоцена. Развитие этого комплекса шло параллельно и на сходной основе в Восточной Европе, Западной и Восточной Сибири. В холодные и более влажные фазы плейстоцена «плейстоценовая лесостепь» представляла собою зональный комплекс, границы которого смещались к югу, где происходили как потери отдельных элементов, так и обогащение за счёт более южных зональных комплексов. Р.В. Камелин подчёркивал, что в ряде случаев «плейстоценовая лесостепь» была сосновой (южнопортовой), а не лиственничной.

В работе В.В. Ревердатто (1965) о развитии послетретичной флоры Средней Сибири показано, что в Сибири в плейстоцене, во время максимального горного оледенения, высокогорная растительность под влиянием постепенно опускавшейся снеговой линии, затем образовавшихся ледников, мигрировала в долины и межгорные равнины, происходило смешение высокогорной альпийской и степной ксерофитной флоры. В дальнейшем, в условиях холодного и сухого климата, часть «альпийцев», по-видимому, погибла, другие же сохранились до настоящего времени в составе современной степной и лесной флоры без изменений. Кроме того, в суровых условиях вблизи ледников как «альпийцы», так и степные ксерофиты образовали новые циклы форм. Исходя из этого, согласно В.В. Ревердатто, в современной флоре Сибири различают 2 группы плейстоценовых реликтов: *первая группа* — гляциальные реликты — растения, существовавшие в альпийской зоне горных хребтов в периоды, предшествовавшие оледенению, и отчасти во время оледенения, и в настоящее время произрастающие преимущественно в высокогорном поясе, т.е. это типичные альпийцы или арктоальпийцы. Они встречаются в степях и лесах в нижних поясах гор и на прилегающих возвышенных равнинах; *вторая группа реликтов* — перигляциально-степные — растения горных степей, развивающиеся в условиях перигляциальной зоны, впоследствии они стали компонентами флор обширных пространств горных и предгорных степей Сибири. К числу собственно гляциальных реликтов В.В. Ревердатто относит следующие виды лишайников: Коллема вязкая (*Collema*

temax (Sw.) Ach. em. Degel.), Аспицилия серая (*Aspicilia cinerea* (L.) Körb.), Леканора запутанная (*Lecanora argopholis* Ach.) и др.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — исследование некоторых видов плейстоценовой лишайнофлоры горных криофитных степей в высокогорном, лесном и степном поясах Тувы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Исследования проводились в горных криофитных степях в высокогорном, лесном и степном поясах Тувы в период 2019–2022 гг. Объект исследования — плейстоценовая лишайнофлора. Согласно схеме природного районирования (Носин, 1963) объекты исследования выявлены в Монгун-Тайгинском высокогорном тундрово-лугово-степном, Восточно-Саянском горном гольцово-таёжном, Тоджинском лугово-таёжном, Восточно-Тувинском гольцово-горно-таёжном, Каа-Хемском горно-таёжном, Сангиленском таёжном лугово-степном районах в Республике Тыва.

При изучении растительности Тувы лишайникам уделялось мало внимания, в большинстве случаев в геоботанических описаниях встречаются упоминания о 2–5 видах (Куминова и др., 1985). Наиболее крупные сведения о лишайниках Тувы можно найти в работах В.П. Седельникова (1988) и Н.В. Седельниковой (2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Основываясь на закономерностях широтно-зональных смен растительности и учитывая типы горной поясности, на территории Алтае-Саянской горной страны выделяют следующие пояса и зоны растительности: высокогорный пояс, горно-таёжный пояс, пояс горных степей и леса, зону степей, зону пустынных степей и зону пустынь (Юнатов, 1950).

Образование гор Южной Сибири, приведшие к формированию современного рельефа, началось в конце третичного периода, В.М. Синицын (1949, 1959) полагает, что высокогорная флора в этих районах сложилась в основном в конце плейстоцена.

В составе лишайнофлоры горных криофитных степей высокогорного, лесного и степного поясов Алтае-Саянской страны проявляются яркие реликтовые признаки «плейстоценового флористического комплекса, где преобладают лишайники с накипной и чешуйчатой формой роста, при этом особенно велика роль представителей семейств Lecanoraceae, Lecideaceae, Verrucariaceae, Acarosporaceae, Aspiciliaceae. Из листоватых лишайников наиболее распространены виды родов *Parmelia* — *P. vagans* Nyl., *P. taractica* Krempelh., *P. conspersa* (Ehrh.) Ach., *P. tominii* Oxn.; *Peltigera* — *P. lepidophora* (Nyl.) Vain., *P. spuria* (Ach.) DC., *P. malacea* (Ach.) Funck, *P. rufescens* (Weis.) Humb.; из кустистых — лишайники рода *Cladonia* — *C. symphylicarpa* Flk., *C. pocillum* (Ach.) O.-J. Rich., *C. pyxidata* (L.) Hoffm., *C. ochrochlora* Flk., *Stereocaulon glareosum* var. *brachyphylloides* Lamb. Основное ядро этой степной флоры образуют виды аридного элемента. Из них наиболее широко встречаются *Parmelia vagans* Nyl., *P. taractica* Krempelh., *Lecanora frustulosa* (Dicks.) Ach., *Aspicilia alphoplaca* (Wahlenb.) Poelt et Leuckert, *Acarospora schleicheri* (Ach.) Massal. и др. Обычны лишайники родов *Diploschistes* — *D. bryophilus* (Ehrh.) Zahlbr., *D. scruposus* (Schreb.) Norm., *D. steppicus* Reichert; *Endopyrenium* — *E. hepaticum* (Ach.) Koerb., *E. desertorum* (Tomin) Dzhur.; *Endocarpon* — *E. subfoliaceum* Tomin, *E. pusillum* Hedw.; *Dimelaena oreina* (Ach.) Norm., *Aspicilia cinerea* (L.) Koerb. (Синицын, 1961; Малышев, 1968, Соболевская, 1958).

Ряд видов аридного элемента, напр. *Aspicilia changaica* (Klem.) Golubk., *A. transbaicalica* Oxn., *Rhizoplaca baranowii* (Poelt) Golubk., *Phaeorrhiza sareptana* var. *sphaerocarpa* (Th. Fr.) Mayrh. et Poelt, может быть отнесён к «древнестепным плейстоценовым элементам» (Крашенинников, 1937). Об этом свидетельствуют их тесные генетические связи с арктовысокогорными формами, двойственность их экологии (из лесостепного пояса они нередко проникают в высокогорья), их современные ареалы. Насыщенность лишайнофлоры горных степей этого пояса арктовысокогорными, гипоарктомонотанными и бореальными формами лишайников, а также наличие в её составе «древнестепных плейстоценовых элементов» рассматривают как проявление реликтовых черт «голоцен-плейстоценового флористического комплекса».

Аспицилия серая (*Aspicilia cinerea* (L.) K rb.) — накипной лишайник из рода лишайнизированных аскомицетов *Aspicilia*, включаемый в семейство Мегаспоровые (Megasporeaceae). Слоевище накипное, иногда с небольшими лопастями по краям, иногда ареолированное, окрашенное в беловатые или зеленовато-серые тона. Апотеции леканорового типа, погружённые в слоевище, изредка поверхностные, с уплощённым или вогнутым диском, окрашенным в чёрные или тёмно-коричневые тона (рис. 1). Споры бесцветные по 4–8 в сумках, одноклеточные, широкоэллиптические до шаровидных, тонкостенные. Субстрат — камни и галька, редко — древесина. Встречается на высоте более 1800 н. ур. м (Сукачев, 1922; Окснер, 1974).



Рисунок 1. Внешний вид слоевища *Aspicilia cinerea* (L.) K rb.

Биотора весенняя (*Biotora vernalis* (L.) Fr.) — накипной лишайник из рода *Biotora*, семейства Ramalinaceae С. Agardh. Таллом корковый, чешуйчатый, вздуто чешуйчатый или карликово-кустистый. Апотеции не бывают чёрными. Парафизы склеенные, без апикальных «шапочек». Сумки булабовидные до цилиндрических, покрытые слизистой оболочкой, с маленькой окулярной камерой и узко коническим аксиальным телом (рис. 2), содержат от 2 до 8 спор.



Рисунок 2. Внешний вид слоевища *Biotora vernalis* (L.) Fr.

Споры бесцветные, эллипсоидные, удлинённо-эллипсоидные, палочковидные, игловидные или веретеновидные, простые до 8-миклеточных или муральные (Сукачев, 1922; Окснер, 1974).

Встречается в основном на коре деревьев, на скалах, изредка на богатой карбонатами почве или мхах на высоте более 1800 м н. ур. м. Распространён по всей России.

Коллема вязкая (*Collema tetax* (Sw.) Ach. em. Degel.) — листовая или накипная сумчатый лишайник из рода студенистых лишайников *Collema*, семейства Коллемовые (Collemataceae). В сырую погоду эти лишайники набухают и превращаются в слизистую, студенистую массу, листик или кустик. В сухую же погоду их тело подсыхает, становясь хрящевато-кожистым (рис. 3). Слизь происходит от сильного разбухания оболочек грибных гиф, входящих в состав



Рисунок 3. Внешний вид слоевища *Collema tetax* (Sw.) Ach. em. Degel.

этого лишайника, другая же составная часть его, гонидии, представляют собой синезелёные водоросли рода *Nostoc* (Сукачев, 1922; Окснер, 1974).

Плодовые тела, или апотеции, у коллем имеют буроватый окрас, достигают 1–2 мм шириной. Споры многоклеточные. В сумках имеется по 8 спор.

Виды коллем растут на камнях, земле, древесных стволах. Наиболее обыкновенны в Европе, России. Встречаются в высокогорьях, на хвойных и смешанных лесах, на скалах, в ущельях на высоте более 1600 м н. ур. м. Распространён по всей России.



Рисунок 4. Внешний вид слоевища *Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr. var.

Ксантория элегантная (*Xanthoria elegans* (Link) Th. Fr. var.) — накипной лишайник рода *Xanthoria*, семейства Teloschistaceae Zahlbr. Слоевище листоватое, состоит из одной или нескольких приподнимающихся или прижатых к субстрату листовидных пластинок и чешуек, с чаще желтоватой или красновато-оранжевой верхней поверхностью, от гидроксида калия становящейся ярко-красной (рис. 4). Нижняя поверхность покрыта короткими ризоидами, светло-коричневого или беловатого цвета.

Характерный цвет придаёт лишайнику особое вещество — париедин, которое в виде кристаллов покрывает верхний коровой слой. Нижний слой — бесцветный или с многочисленными париединовыми кристаллами. Споры бесцветные, эллиптические.

Эпилитный листоватый красно-оранжевый лишайник, широко распространённый в горных и арктических районах. В некоторых горных районах Центральной Азии этот вид встречается столь часто, что отдельные горные массивы имеют явно выраженный оранжевый оттенок. Встречается на скалах, в ущельях на высоте более 1500 м н. ур. м. Распространён по всей России (Сукачев, 1922; Окснер, 1974).



Рисунок 5. Внешний вид слоевища *Lecanora argopholis* Ach.

Леканора запутанная (*Lecanora argopholis* Ach.) — накипной лишайник из рода *Lecanora*, семейства Леканоровые (Lecanogaceae). Таллом преимущественно накипной до фигурнолопастного, также чешуйчатый, листовато-пелътатный, реже кустистый. Апотеции леканориновые, с развитым слоевищным краем или содержащие в эксципеле или под гипотецием клетки водоросли, сидячие или погружённые в таллом (рис. 5). Диск чёрно-коричневый, коричневый, красно-коричневый, красный, жёлтый, телесного цвета и др., как правило, не чёрный гимениальный слой. Сумки булабовидные с амилоидным толусом с широкой окулярной камерой, отличаются вариабельностью форм аксиального

тела толуса — с широким цилиндрическим или конусообразным аксиальным телом, расширяющимся кверху.

На различных субстратах: эпилитный (лишайники в условиях высоких широт адаптируются к повышенной инсоляции, продолжительному фотопериоду, сильным ветрам, низким температурам и другим стрессовым факторам среды), эпифитный, эпиксильный, эпибриофитный и эпигейный, реже растёт на талломах других лишайников (Сукачев, 1922; Окснер, 1974).

Ризокарпон географический (*Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.) — накипной литофильный лишайник рода *Rhizocarpon*, семейства Rhizocarpaceae. Таллом имеет вид лимонно-жёлтой или соломенно-жёлтой, иногда отчасти пепельно-серой цельной или потрескавшейся корки (рис. 6). Диск апотеция чёрный. На диске развивается зеленовато-чёрный или оливковый слой — эпитеций, что придаёт таллому характерную пёструю окраску, напоминающую расцветку географической карты. Радиальный прирост лишайника всегда меньше 1 мм в год, а в высокоарктических условиях он составляет лишь 0,25–0,5 мм в год.



Рисунок 6. Внешний вид слоевища *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.

Ареал этого вида разорванный. Северная часть охватывает Северную Канаду, Гренландию, Исландию, Скандинавию и Сибирь. Южная часть охватывает Патагонию, Антарктический полуостров, Фолклендские острова и другие острова, лежащие вблизи Антарктиды. В тропических широтах лишайник распространён в высокогорьях Перу и Колумбии. Субстратом для лишайника служат валуны и скалы (Сукачев, 1922; Окснер, 1974).

ТАКИМ ОБРАЗОМ, в различные периоды голоцена происходило расселение лишайников по Сибири, также проникновение видов на территорию Тувы. Результаты исследований выявили, что некоторые виды плейстоценовой лишайнофлоры встречаются в горных криофитных степях в Восточно-Саянском горном гольцово-таёжном, Тоджинском лугово-таёжном, Восточно-Тувинском горном гольцово-таёжном, Каа-Хемском горно-таёжном, Сангиленском горном таёжно-лугово-степном районах в Республике Тыва.

Проблема биоразнообразия признана важной экологической проблемой, поэтому исследование лишайнофлоры может рассматриваться как информация о стабильности экосистем биосферы.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ТувИКОПР СО РАН:
Проект № 0307-2021-0003.*

ЛИТЕРАТУРА

- Камелин Р.В. Азиатские горные элементы во флоре Кавказа // Флора и растительность Алтая: Сб. ст. Южно-Сибирского бот. сада. – Барнаул: АГУ, 1996. – С. 5–22.
- Крашенинников И.М. Анализ реликтовой флоры Южного Урала в связи с историей растительности и палеогеографией плейстоцена // Советская ботаника. – 1937. – № 4. – С. 16–45.
- Крашенинников И.М. Основные пути развития растительности Южного Урала в связи с палеогеографией Северной Евразии в плейстоцене и голоцене // Советская ботаника. – 1939. – Т. 6–7. – С. 10–20.

- Куминова А.В., Седельников В.П., Маскаев Ю.М., Шоба В.А., Еришова Э.А., Намзалов Б.Б., Павлова Г.Г., Мальцева Т.В., Париштина Л.П. Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. – Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1985. – 256 с.
- Лавренко Е.М. Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. – Л.: Наука, 1991. – 146 с.
- Мальцев Л.И. Генетические связи высокогорных флор Южной Сибири и Монголии // Изв. СО АН СССР. Сер. биол.-мед. наук. – 1968. – Т. 15. – № 3. – С. 23–31.
- Носин В.А. Почвы Тувы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 342 с.
- Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР. Морфология, систематика и географическое распространение. Вып. 2. – Л.: Наука, 1974. – 284 с.
- Ревдатов В.В. Плейстоценовые и степные реликты во флоре Средней Сибири // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. – 1965. – Вып. 4. – С. 3–14.
- Седельников В.П. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 223 с.
- Седельникова Н.В. Лишайники Западного и Восточного Саяна. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 190 с.
- Седельникова Н.В. Видовое разнообразие лишайнофлоры Западной Сибири и оценка участия видов лишайников в основных её горных и равнинных фитоценозах. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2017. – 211 с.
- Синицын В.М. Геотектонический фактор в изменении климата Центральной Азии // Бюлл. МОИП. Отд-ние геол. – 1949. – Т. 24. – № 5. – С. 2–19.
- Синицын В.М. Центральная Азия. – М.: Географиз, 1959. – 456 с.
- Синицын В.М. История аридной области Центральной Азии в Мезокайнозое // Чтения памяти В.А. Обручева. – М., – Л.: АН СССР, 1961. – С. 21–38.
- Соболевская К.А. Основные моменты истории формирования флоры и растительности Тувы с третичного времени // Материалы по истории флоры и растительности СССР. – М., – Л., 1958. – Вып. 3. – С. 249–315.
- Сукачев В.Н. К вопросу об изменении климата и растительности в послетретичное время на севере Сибири // Метеорологический вестн. – 1922. – Т. 32. – № 1–4. – С. 25–43.
- Юнатов А.А. Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики // Тр. Монгольской комиссии АН СССР. – 1950. – Вып. 39. – 223 с.

REFERENCES

- Kamelin R.V. Aziatskiye gornyye elementy vo flore Kavkaza [Asian mountain elements in the flora of the Caucasus]. *Flora i rastitel'nost' Altaya = Flora and Vegetation of Altai*: Collection of articles of the South Siberian Botanical Garden, Barnaul, Altai State University Publ., 1996, pp. S. 5–22.
- Krasheninnikov I.M. Analiz reliktovoy flory Yuzhnogo Urala v svyazi s istoriyey rastitel'nosti i paleogeografiyey pleystotsena [Analysis of the relict flora of the Southern Urals in connection with the history of vegetation and paleogeography of the Pleistocene]. *Sovetskaya botanika = Soviet Botany*, 1937, no. 4, pp. 16–45. (In Russ.)
- Krasheninnikov I.M. Osnovnyye puti razvitiya rastitel'nosti Yuzhnogo Urala v svyazi s paleogeografiyey Severnoy Yevrazii v pleystotsene i golotsene [The main ways of development of the vegetation of the Southern Urals in connection with the paleogeography of Northern Eurasia in the Pleistocene and Holocene]. *Sovetskaya botanika = Soviet Botany*, 1939, no. 6–7, pp. 10–20. (In Russ.)
- Kuminova A.V., Sedel'nikov V.P., Maskayev Yu.M., Shoba V.A., Yershova E.A., Namzalov B.B., Pavlova G.G., Mal'tseva T.V., Parshutina L.P. *Rastitel'nyy pokrov i yestestvennyye kormovyye ugod'ya Tuvinskoy ASSR* [Vegetation cover and natural fodder lands of the Tuva ASSR]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985, 256 p. (In Russ.)
- Lavrenko Ye.M. Karamysheva Z.V., Nikulina R.I. *Stepi Yevrazii* [Steppes of Eurasia]. Leningrad, Nauka Publ., 1991, 146 p. (In Russ.)
- Malyshev L.I. Geneticheskiye svyazi vysokogornyykh flor Yuzhnoy Sibiri i Mongolii [Genetic connections of high-mountain flora of South Siberia and Mongolia]. Proceedings of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR. Series of biological and medical sciences, 1968, vol. 15, no. 3, pp. 23–31. (In Russ.)

- Nosin V.A. *Pochvy Tuvy* [Soils of Tuva]. Moscow, Publ. house of the Academy of Sciences of the USSR, 1963, 342 p.
- Oksner A.N. *Opredelitel' lishaynikov SSSR. Morfologiya, sistematika i geograficheskoye raspredeleniye* [Key to lichens of the USSR. Morphology, systematics and geographical distribution]. Is. 2, Leningrad, Nauka Publ., 1974, 284 p. (In Russ.)
- Reverdatto V.V. Pleystotsenovyie i stepnyye relikty vo flore Sredney Sibiri [Pleistocene and steppe relics in the flora of Central Siberia]. Proceedings of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1965, is. 4, pp. 3–14. (In Russ.)
- Sedel'nikov V.P. *Vysokogornaya rastitel'nost' Altaye-Sayanskoy gornoy oblasti* [Alpine vegetation of the Altai-Sayan mountain region]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1988, 223 p. (In Russ.)
- Sedel'nikova N.V. *Lishayniki Zapadnogo i Vostochnogo Sayana* [Lichens of the Western and Eastern Sayan]. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2001, 190 p. (In Russ.)
- Sedel'nikova N.V. Vidovoye raznoobraziye likhenoflory Zapadnoy Sibiri i otsenka uchastiya vidov lishaynikov v osnovnykh yeyë gornykh i ravninnykh fitotsenozakh [Species diversity of the lichen flora of Western Siberia and assessment of the participation of lichen species in its main mountain and plain phytocenoses]. Novosibirsk, Geo Publ., 2017, 211 p. (In Russ.)
- Sinitsyn V.M. Geotektonicheskiy faktor v izmenenii klimata Tsentral'noy Azii [Geotectonic factor in climate change in Central Asia]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel geologicheskii = Bulletin of the Moscow society of nature testers*. Geological department, 1949, vol. 24, no. 5, pp. 2–19. (In Russ.)
- Sinitsyn V.M. *Tsentral'naya Aziya* [Central Asia]. Moscow, Geografgiz Publ., 1959, 456 p. (In Russ.)
- Sinitsyn V.M. Istoriya aridnoy oblasti Tsentral'noy Azii v Mezokaynozoye [History of the arid region of Central Asia in the Meso-Cenozoic]. *Chteniya pamyati V.A. Obrucheva = Readings in memory of V.A. Obruchev*. Moscow, Leningrad, Academy of Sciences of the USSR, 1961, pp. 21–38. (In Russ.)
- Sobolevskaya K.A. Osnovnyye momenty istorii formirovaniya flory i rastitel'nosti Tuvy s tretichnogo vremeni [The main moments of the history of the formation of the flora and vegetation of Tuva since the Tertiary period]. *Materialy po istorii flory i rastitel'nosti SSSR = Materials on the history of flora and vegetation of the USSR*, Moscow, Leningrad, 1958, no. 3, 249–315 pp. (In Russ.)
- Sukachev V.N. K voprosu ob izmenenii klimata i rastitel'nosti v posletretichnoye vremya na severe Sibiri [On the issue of climate and vegetation changes in the post-Tertiary time in the north of Siberia]. *Meteorologicheskii vestnik = Meteorological Bulletin*, 1922, vol. 32, no. 1–4, pp. 25–43. (In Russ.)
- Yunatov A.A. Osnovnyye cherty rastitel'nogo pokrova Mongol'skoy Narodnoy Respubliki [The main features of the vegetation cover of the Mongolian People's Republic]. *Trudy Mongol'skoy komisii AN SSSR = Proceedings of the Mongolian Commission of the Academy of Sciences of the USSR*, 1950, is. 39, 223 p. (In Russ.)