

УДК 581.522.68; 581.522.4; 581.45; 58.056; 58.006
DOI 10.25587/2222-5404-2024-21-2-21-28

Адаптация двух видов древесных растений – *Betula pubescens* и *Salix udensis* к условиям высокоширотной Арктики (пос. Тикси, Россия)

Е. Г. Николин¹ ✉, И. А. Адриан²

¹Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Россия,

²Государственный природный заповедник «Усть-Ленский», Булунский улус, п. Тикси, Россия

✉ enikolin@yandex.ru

Аннотация. Положительные тенденции изменения климата, проявляющиеся в течение последних десятилетий, сопровождаются смещением границ ареалов многих видов бореальных растений все дальше на север, к побережью Северного Ледовитого океана. Мониторинг смещения этих границ, заноса в Арктику несвойственных ей растений, как и наблюдение за их адаптацией к новым условиям, являются важной составляющей ботанических исследований. В 2016 г. в пос. Тикси было выявлено 2 вида древесных растений – *Betula pubescens* и *Salix udensis*, известные из лесной зоны и ранее не отмечавшиеся в данной местности. Очевидно, оба вида появились здесь вследствие непреднамеренного заноса семян человеком. Повторные наблюдения за состоянием этих видов, проведенные в 2023 г., показали, что они проявляют стабильную жизненность, выдержали 7 зимних периодов и дали некоторый прирост фитомассы. Промеры площади листовой пластинки *Betula pubescens* и размеров 10 листьев *Salix udensis* показали, что они находятся в пределах нормальных биологических параметров данных видов. Оба вида пока не формируют генеративных структур. *Salix udensis* за период наблюдений значительно приросло, достигло высоты около 2,5 м. Возможно, это является результатом защитного влияния постройки, за которой оно развивается. *Betula pubescens* прирастает медленнее, с трудом сохраняет ортотропные побеги, превышающие средние уровни снежного покрова. Они достигают 54 см высоты, но при этом частично осушиваются и лишаются листвы. Тем не менее нижняя часть растения имеет полноценно облиственные ветви. Оба вида представляют собой ценные объекты для дальнейших наблюдений за их адаптацией к условиям Арктики. Поскольку *Betula pubescens* произрастает близ откоса автомобильной дороги, рекомендуется перенести ее в безопасное место, менее подверженное антропогенному влиянию. Расположенный в высоких широтах поселок Тикси мог бы послужить хорошей опорной базой для широкого спектра научных наблюдений за адаптацией растений к условиям Арктики. Оптимальным решением для этого было бы создание Тиксинского арктического ботанического сада.

Ключевые слова: древесные растения, *Betula pubescens*, *Salix udensis*, инвазия, адаптация, Арктика, Якутия, Тикси, размер листьев, площадь листовой пластинки березы.

Для цитирования: Николин Е. Г., Адриан И. А. Адаптация двух видов древесных растений – *Betula pubescens* и *Salix udensis* к условиям высокоширотной Арктики (пос. Тикси, Россия). *Вестник СВФУ*. 2024, Т. 21, №2. С. 21–28. DOI: 10.25587/2222-5404-2024-21-2-21-28

Благодарности. Благодарим коллег по Усть-Ленскому заповеднику И. Н. Леонтьева, М. Ю. Гладышеву за помощь в проведении натурных наблюдений.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России «Растительный покров криолитозоны таежной Якутии: биоразнообразие, средообразующие функции, охрана и рациональное использование» (№ госрегистрации в ЕГИСУ: АААА-А21-121012190038-0; и с применением оборудования ЦКП ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» (грант № 13. ЦКП.21.0016).

Adaptation of two woody plant species – *Betula pubescens* and *Salix udensis* to the high Arctic conditions (Tiksi settlement, Russia)

E. G. Nikolin¹ ✉, I. A. Adrian²

¹Institute for Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch of RAS, Yakutsk, Russia

²State Nature Reserve Ust-Lensky, Bulunsky ulus, Tiksi, Russia

✉ enikolin@yandex.ru

Abstract. The positive trends in climate change that have become apparent in recent decades are accompanied by a shift in the range boundaries of many boreal plant species further north, to the shores of the Arctic Ocean. Monitoring the displacement of these boundaries, the introduction of plants unusual to the Arctic, as well as monitoring their adaptation to new conditions, is an important component of botanical research. In 2016, in the village Tiksi identified 2 species of woody plants – *Betula pubescens* and *Salix udensis*, known from the forest zone and not previously observed in this area. Obviously, both species appeared here due to the unintentional introduction of seeds by humans. Repeated observations of the condition of these species, conducted in 2023, showed that they exhibit stable vitality, withstood 7 winter periods and gave some increase in phytomass. Measurements of the area of the leaf blade of *Betula pubescens* and the size of 10 leaves of *Salix udensis* showed that these indicators are within the normal biological parameters of these species. Both species do not form generative structures yet. *Salix udensis* has grown significantly during the observation period, reaching a height of about 2.5 m. Perhaps this is the result of the protective influence of the building behind which it develops. *Betula pubescens* grows more slowly, hardly retains orthotropic shoots exceeding the average snow cover levels, which reach a height of 54 cm, but at the same time partially drained and deprived of foliage. Nevertheless, the lower part of the plant has fully leafy branches. Both species are valuable objects for further observations of their adaptation to Arctic conditions. Since *Betula pubescens* grows near the slope of the highway, it is recommended to move it to a safe place less susceptible to anthropogenic influence. Tiksi village, located in high latitudes, could serve as a good reference base for a wide range of scientific observations of plant adaptation to Arctic conditions. The optimal solution for this would be the creation of the Arctic Botanical Garden in Tiksi.

Keywords: Woody plants, *Betula pubescens*, *Salix udensis*, invasion, adaptation, Arctic, Yakutia, Tiksi, leaf size, area of the birch leaf blade.

For citation: Nikolin EG, Adrian IA. Adaptation of two woody plant species – *Betula pubescens* and *Salix udensis* to the high Arctic conditions (Tiksi settlement, Russia). *Vestnik of NEFU*. 2024, Vol. 21, No. 2. Pp. 21–28. DOI: 10.25587/2222-5404-2024-21-2-21-28

Acknowledgements. We thank I.N. Leontiev and M.Y. Gladysheva, colleagues in the Ust-Lensky Reserve, for their help in conducting field observations.

The work was carried out under the state task of the Ministry of Education and Science of Russia ‘Vegetation cover of the cryolithozone of taiga Yakutia: biodiversity, environment-forming functions, protection and rational use’ (state registration number in EGISU: AAAA-A21-121012190038-0; and with the use of the equipment of the Central Research Centre of FIC YaNTs SB RAS (grant No. 13. CKP.21.0016).

Введение

Береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) – широко распространенное дерево бореальной области Евразии, в хороших условиях достигающее 15–20 м выс. Основные различия белокорых берез, к которым относится и б. пушистая, связаны с формой листовой пластинки, нижний край которой может быть клиновидным (*B. pendula* Roth.), почти округлым или несколько сердцевидным (*B. pubescens*) или прямо срезанным,



Рис. 1. *Betula pubescens* в окрестностях пос. Тикси по состоянию на 18.07.2016.

Fig. 1. *Betula pubescens* in the vicinity of Tiksi settlement as of 18.07.2016.

отходящим от черешка под прямым углом (*B. platyphylla* Sukacz.) (Определитель..., 2020). Однако в разграничение этих видов по параметрам листа закралась некоторая запутанность, которая по Сибири в разных таксономических источниках описывается по-разному [1, 2, 3]. В данном случае нами приняты параметры вида в соответствии со вторым изданием Определителя высших растений Якутии [4]. Поскольку все виды берез между собой образуют гибриды, трудно утверждать, какой из видов белокорых берез дальше заходит на север. Но все они в пределах области распространения лесов имеют полноценную древовидную жизненную форму. А по данным И. Ю. Коропачинского и Т. Н. Встовской [3], северная граница ареала *Betula pubescens* и *B. pendula* на Лене проходит приблизительно по одной широте – ок. 68° с. ш.

Результаты и обсуждение: береза пушистая и ива удская в поселке Тикси

Впервые в пос. Тикси береза пушистая была отмечена нами в июле 2016 г. Одинокое полупростратный куст ее был найден в тундре, на южной окраине поселка, на обочине дороги, ведущей к обсерватории ИКФИА СО РАН, в удалении от поселка ок. 300 м (координаты: 71°37'52,9" с. ш., 128°50'27,0" в. д.). Тогда растение имело высоту до 35 см, его ветви занимали горизонтальное пространство ок. 60 x 90 см (рис. 1). Без сомнения, появление его здесь оказалось следствием случайного заноса семян, связанным с непреднамеренной деятельностью человека. Сведения об этой находке публиковались нами в статьях и тезисах [5, 6]. Несколько позже мы упомянули об этом растении под наименованием *B. pendula* [7], в соответствии с первым изданием Определителя высших растений Якутии [1], которое фактически относится к *B. pubescens* (*B. alba* L.).

В первой декаде августа 2023 г. мы посетили место произрастания этого растения. Как выяснилось, береза благополучно пережила семилетний период. Несколько увеличилась в своих размерах (рис. 2). При прежней горизонтальной проекции ветвей (до 90 см) главный ортотропный побег ее имел высоту 54 см. Но при этом верхняя половина его оказалась частично обсохшей (лишенной листьев).

Для дальнейших более объективных наблюдений за состоянием этой березы с помощью миллиметровой бумаги были сделаны промеры 10 листьев. Длина и ширина листовых пластинок на дату промера (05.08.2023) варьировали от 4,4 x 3,3 до 8,1 x 7,5 см, а их площадь – от 799 до 3894 мм² (средняя площадь – 1934,8 мм²). Это вполне нормальные значения, т. к. усредненные показатели размеров листа данного вида находятся в пределах 2,5–7,0 x 2,0–5,0 [3]. Можно также отметить, что листовые пластинки четырех листьев были частично повреждены насекомыми: потери их площади составили соответственно около 20, 26, 31 и 57 мм².



Рис. 2. То же растение по состоянию на 05.08.2023.

Fig. 2. The same plant as of 05.08.2023.



Рис. 3, 4. То же растение в зимних условиях на 05.04.2024 (место расположения березы на рис. 3 находится во внутреннем пространстве, обозначенном красными точками)

Fig. 3, 4. The same plant in winter conditions on 05 April 2024

(the location of the birch tree in Fig. 3 is located in the inner space marked with red dots)

В зимнее время береза почти полностью заносится снегом (рис. 3, 4). На 5 апреля 2024 г. над поверхностью снега были видны лишь верхушечные ветви 10–15 см длиной. Покрывавший растение снег имел высокую плотность, не поддающуюся копке лопатой. С одной стороны, высокая плотность снега обеспечивает смягчение температурного режима в приземном слое и защищает березу от механических повреждений. Однако при этом на рис. 3 видно, что зимний транспортный путь сместился еще ближе к самой березе, что может привести к ее дополнительным повреждениям.

Сам факт адаптации этого вида к экстремальным условиям Арктики представляет чрезвычайный интерес и может иметь практическое значение в подборе растений для озеленения населенных пунктов, расположенных в высоких широтах. Для дальнейших наблюдений за состоянием этого вида растение стоит перенести в какое-то более безопасное пространство в пределах поселка, так как расположение его на обочине дороги не гарантирует сохранности не только от зимнего движения транспорта, но и при чистке или реконструкции дорожного полотна, а также от других случайных факторов.

Ива удская (*Salix udensis* Trautv. et С.А. Mey.) – восточносибирско-дальневосточный бореальный вид, заходящий в Японию, Корею и Китай. Имеет жизненную форму

листопадного дерева (на раннем этапе развития – куст) 8–10 м выс., в благоприятных условиях Дальнего Востока достигающего 30 м [8]. Облик растения близок к иве боганидской (*S. boganidensis* Trautv.) и иве корзиночной (*S. viminalis* L.), с которыми его иногда можно спутать. От ивы боганидской, которая еще ранее была выявлена в Тикси [9], отличается в основном формой листьев, несколько более широких, с ровными (не мелкозубчатыми) краями, слегка подвернутыми книзу. Кроме того, в окраске побегов ивы удской обычно преобладают зеленоватые тона, тогда как у ивы боганидской доминирует красноватый оттенок. В отличие от ивы корзиночной, разница в длине и ширине листьев у ивы удской меньше. Обычно это соотношение не более чем 5 : 1, тогда как у ивы корзиночной нередко до 10–15 : 1. Кроме того, у последней нижняя часть листа часто бывает опушена шелковистыми волосками. А у ивы удской листья обычно лишены опушения, либо снизу имеют разреженные волоски. Ива корзиночная по р. Лене заносится в Арктику [10, 11], но непосредственно в пос. Тикси пока не отмечалась. По данным Н. М. Большакова [2], ива удская на Лене доходит приблизительно до 68° с. ш. И. Ю. Коропачинский и Т. Н. Встовская [3] приводят ее немного севернее 70° с. ш. Мы отмечали занос этого вида паводками р. Лена в междуречье рек Чинке и Соболев-Юряге, на 72°07' с. ш. [12, 13, 14]. Впервые ива удская была обнаружена в Тикси 17 июля 2016 г. Одиночный куст ок. 1 м выс. был найден на западной окраине улицы Восточная, на участке, прилежащем к Тиксинскому филиалу ФГБУ «Якутское УГМС», у южной стены хозяйственной постройки. Координаты данного пункта 71°37'58,25" с. ш., 128°51'51,47" в. д. Тогда растение имело шесть прикорневых побегов (ветвей) максимальным диаметром в основании ок. 2 см (рис. 5). Большая часть листьев была сосредоточена на высоте 60–70 см, что, очевидно, было связано с высотой снежных сугробов, концентрирующихся в заветрии постройки. Выше побеги были подвержены снеговой корразии, отчего листовые почки гнили и побеги оставались безлистными. На высоте 50–60 см наблюдалось усиленное кущение. Листья имели все признаки, свойственные порослевым побегам с расширением листовой пластинки до широко овальной формы.

На 4 августа 2017 г. растение существенно не изменилось. Лишь несколько увеличились размеры листьев порослевых побегов. 19 июля 2023 г. было отмечено, что растение поднялось выше крыши защищавшего его строения (ок. 2,5 м выс.). У него обособилось пять основных побегов (диаметром ок. 4 см), шесть боковых побегов в основании куста и значительное ветвление на высоте ок. 1 м (рис. 6). Верхние ветви были отчасти облиственны, отчасти оббиты ветрами. Сережки отсутствовали.



Рис. 5. *Salix udensis* в пос. Тикси по состоянию на 17.07.2016.

Fig. 5. *Salix udensis* in Tiksi settlement as of 17 July 2016.



Рис. 6. То же растение по состоянию на 19.07.2023.

Fig. 6. The same plant as of 19 July 2023.



Рис. 7. То же растение в зимних условиях 05.04.2024 (фото сотрудника Усть-Ленского заповедника И. Н. Леонтьева)

Fig. 7. The same plant in winter conditions 5 April 2024 (photo was taken by I.N. Leontiev, an employee of the Ust-Lensky Reserve)

Промеры наиболее развитых листьев, сделанные по гербарным образцам растения, показали увеличение их длины и ширины в среднем от 4,2 x 1,3 см в 2016 г. до 5,9 x 1,9 см в 2023 г. В 2017 г. был взят порослевой побег с увеличенными листовыми пластинками, которые максимально достигали 9,2 см длины и 2,2 см ширины. Средняя длина и ширина листьев за весь период наблюдений составили 6,0 x 1,7 (соотношение 3,5 : 1). Размеры листьев этого вида в литературе указываются по-разному: от 2,5–15 x (0,5) 0,8–3,5 см, соотношение 3,5–8 (10) : 1 [3], до 2–4 (10) x 1 см [8], соответственно, соотношение 2–10 : 1. В нашем случае эти параметры вполне характерны данному виду.

По наблюдению 1 и 5 апреля 2024 г. было установлено, что снеговой покров в месте произрастания этой ивы нестабилен. Так, 1 апреля за постройкой на удалении 1,0–1,5 м снег был выдут до земли, а в районе куста ивы формировался косой надув, прикрывавший основание стволов на 10–30 см. Уже 5 апреля непосредственно за постройкой стал формироваться снежный сугроб с тенденцией смещения к надуву, прикрывавшему основание ствола ивы (рис. 7). Глубина снега в основании куста достигала 40 см. С сожалением вынуждены констатировать, что этой зимой ива была сильно повреждена людьми. Боковые и верхушечные ветви ее были срезаны. Тем не менее, основная часть ее стволиков сохранилась и имела высоту 195 см. Есть надежда, что в летний период текущего года растение восстановится.

В 2023 г. на южной окраине поселка, в тундре, близ участка с березой пушистой было отмечено еще несколько низкорослых (ок. 1,0–1,3 м выс.) кустов ивы удской тоже в вегетативной форме, без сережек. Это позволяет полагать, что занос данного вида в окрестностях Тикси был не единственным и может иметь перспективы в развитии.

Заключение

Два представителя бореальной флоры – береза пушистая и ива удская – являются характерным примером инвазии чужеродной флоры в экосистемы Арктики. Появившись в Тикси, на северной широте 71°37', в течение семилетнего периода наблюдений они проявляют стабильную жизнестойкость. Выдерживают необычные для них климатические условия высоких широт. При этом ива удская более успешна в адаптации к этому климату, чем береза пушистая. Оба вида пока не формируют генеративной сферы и либо развиваются под ветровой защитой строений (ива удская), либо едва превышают высоту защитного слоя снежного покрова, с временным успехом поднимаясь над его средним уровнем (береза пушистая). Оба объекта представляют собой большую ценность для дальнейших наблюдений за их адаптацией к условиям высокоширотной Арктики.

Такие объекты еще раз подводят к необходимости создания научного полигона для систематических наблюдений за адаптацией растений к условиям Арктической Якутии. Идеальной формой такого полигона мог бы быть Тиксинский арктический ботанический сад, о чем мы поднимали вопрос еще ранее [15].

В любом случае мы рекомендуем заинтересованным экологам, натуралистам пос. Тикси перенести в безопасное, но не слишком людное место березу пушистую. А на иве удской разместить табличку, информирующую население, что растение находится под наблюдением Российской академии наук.

Л и т е р а т у р а

1. Определитель высших растений Якутии / В. Н. Андреев, Т. Ф. Галактионова, П. Г. Горовой [и др.] ; под общей редакцией А. И. Толмачева. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1974. – 544 с.
2. Флора Сибири. Т. 5. Salicaceae – Amaranthaceae / М. Н. Ломоносова, Н. М. Большаков, И. М. Красноборов [и др.] ; под общей редакцией И. М. Красноборова, Л. И. Малышева. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1992. – 312 с.
3. Коропачинский, И. Ю. Древесные растения Азиатской России : Монография / И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Встовская. – [2-е изд.] – Новосибирск : Гео, 2012. – 707 с.
4. Определитель высших растений Якутии / Е. А. Афанасьева, К. С. Байков, Ф. Ф. Бобров [и др.] ; под общей редакцией Е. Г. Николина. – [2-е изд., перераб. и допол.] – Москва : Товарищество научных изданий КМК ; Новосибирск : Наука, 2020. – 896 с.
5. Николин, Е. Г. Внедрение бореальных элементов флоры в арктическую Якутию (пос. Тикси) / Е. Г. Николин, И. А. Якшина // Экологический вестник Северного Кавказа, 2017 а. – № 3 (13). – С. 36–37.
6. Николин, Е. Г. Инвазия чужеродных видов растений в арктические экосистемы пос. Тикси (Якутия) / Е. Г. Николин, И. А. Якшина // Материалы V Международной научной конференции «Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья : итоги, проблемы, перспективы». – Москва ; Ижевск : Ижевский институт компьютерных исследований, 2017 б. – С. 141–144.
7. Николин, Е. Г. Находки новых видов сосудистых растений в пос. Тикси (Арктическая Якутия) / Е. Г. Николин, И. А. Якшина // 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 «Проблемы изучения растительного покрова Сибири». – Томск : Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2020. – С. 88–90. DOI: 10.17223/978-5-94621-927-3-2020-27.
8. Валягина-Малютина, Е. Т. Ивы России : Иллюстрированный определитель : Монография / Е. Т. Валягина-Малютина – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2018. – 371 с.
9. Секретарева, Н. А. Мониторинг флоры окрестностей бухты Тикси (Арктическая Якутия) / Н. А. Секретарева, А. К. Сытин // Ботанический журнал, 2006. – № 1 (91). – С. 3–22.
10. Николин, Е. Г. Флора окрестностей международной биологической станции «Лена-Норденшельд» (Усть-Ленский заповедник, Якутия) / Е. Г. Николин, И. А. Якшина, В. В. Петровский // Ботанический журнал, 2017. – № 10 (102). – С. 1402–1420.
11. Николин, Е. Г. Иллюстрированная флора окрестностей Международной биологической станции «Лена-Норденшельд» : Монография / Е. Г. Николин, И. А. Якшина, В. В. Петровский. – Новосибирск : Наука, 2018. – 116 с. (Серия «Усть-Ленский государственный природный заповедник : Биологическое разнообразие»).
12. Николин, Е. Г. Дальнейшее развитие ботанических садов в Арктике – актуальная проблема сохранения северной природы и повышения разнообразия культурной флоры / Е. Г. Николин, Т. С. Коробкова, И. А. Якшина [и др.] // Материалы VI Международной конференции «Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов». – Кемерово, 2021. – С. 72–73.
13. Николин, Е. Г. Иллюстрированная флора бассейнов рек Чинке и Соболь-Юряге : Монография / Е. Г. Николин, И. А. Якшина. Вып. 3. – Новосибирск : Наука, 2022. – 260 с. (Серия «Усть-Ленский государственный природный заповедник : Биологическое разнообразие»).
14. Nikolin EG. Invasion of boreal flora elements in the Arctic along the Lena River watercourse (Russia, Yakutia). Book of abstracts. Sixth International Symposium “Invasion of Alien Species in Holarctic”. Kazan: Buk, 2021:158.

15. Николин, Е. Г. Конкретная флора бассейнов рек Чинке и Собо́ль-Юряге (Усть-Ленский заповедник, Якутия) / Е. Г. Николин, И. А. Якшина // Ботанический журнал, 2021. – № 8 (106). – С. 756–768. DOI: 10.31857/S000681362108007X.

References

1. Andreev VN, Galaktionova TF, Gorovoy PG, et al. Determinant of higher plants of Yakutia. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch, 1974:544.
2. Lomonosova MN, Bolshakov NM, Krasnoborov IM, et al. Flora of Siberia. Salicaceae – Amaranthaceae. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch, 1992;5:312.
3. Koropachinsky IYu. Woody plants of Asian Russia: Monograph. Novosibirsk: Geo, 2012;(2):707.
4. Afanasyeva EA, Baikov KS, Bobrov FF, et al. Determinant of higher plants of Yakutia. Moscow: Partnership of scientific editions KMK; Novosibirsk: Nauka, 2020;2:896.
5. Nikolin EG. Introduction of boreal flora elements in Arctic Yakutia (Tiksi settlement). Ecological Bulletin of the North Caucasus, 2017;(3(13)):36-37.
6. Nikolin EG. Invasion of alien plant species in the Arctic ecosystems of Tiksi settlement (Yakutia). In: Proceedings of the V International Scientific Conference ‘Study of Adventive and Synanthropic Flora of Russia and Near Abroad: results, problems, prospects. Izhevsk: Izhevsk Institute of Computer Research, 2017:141-144.
7. Nikolin EG. Findings of new species of vascular plants in the settlement of Tiksi (Arctic Yakutia). In: Proceedings of the 7th International Scientific Conference. Tomsk: National Research Tomsk State University, 2020:88-90. DOI: 10.17223/978-5-94621-927-3-2020-27.
8. Valyagina-Malyutina ET. Willows of Russia: Illustrated identifier: Monograph. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2018:371.
9. Secretareva NA. Monitoring of the flora of the vicinity of Tiksi Bay (Arctic Yakutia). Botanical Journal, 2006;(1(91)):3-22.
10. Nikolin EG. Flora of the neighbourhood of the international biological station ‘Lena-Nordenskyold’ (Ust-Lensky Reserve, Yakutia). Botanical Journal, 2017;(10(102)):1402-1420.
11. Nikolin EG. Illustrated flora of the neighbourhood of the International Biological Station ‘Lena-Nordenskyold’: Monograph. Novosibirsk: Nauka, 2018:116. (Series ‘Ust-Lensky State Nature Reserve: Biological diversity’).
12. Nikolin EG, Korobkova TS, Yakshina IA, et al. Further development of botanical gardens in the Arctic - an urgent problem of preserving northern nature and increasing the diversity of cultural flora. In: Proceedings of the 6th International Conference ‘Problems of industrial botany of industrially developed regions’. Kemerovo, 2021:72-73.
13. Nikolin EG. Illustrated flora of the Chinke and Sobol-Yuryage river basins: Monograph. Novosibirsk: Nauka, 2022;(3):260. (Series ‘Ust-Lensky’ State Natural Reserve: Biological diversity).
14. Nikolin EG. Invasion of boreal flora elements in the Arctic along the Lena River watercourse (Russia, Yakutia). Book of abstracts. Sixth International Symposium ‘Invasion of Alien Species in Holarctic’. Kazan: Buk, 2021:158.
15. Nikolin EG. Specific flora of the basins of the Chinke and Sobol-Yuryage rivers (Ust-Lensky Reserve, Yakutia). Botanical Journal, 2021;(8(106)):756-768. DOI: 10.31857/S000681362108007X.

НИКОЛИН Евгений Георгиевич – д. б. н., г. н. с., Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН.

Email: enikolin@yandex.ru

Evgeny G. NIKOLIN – Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS.

АДРИАН Ирина Александровна – зам. дир. по научной работе, Государственный природный заповедник «Усть-Ленский».

Email: i_yakshina@rambler.ru

Irina A. ADRIAN – Deputy Director for Scientific Work, State Nature Reserve Ust-Lensky.