

3. *Aquilegia viridiflora* Pall. [elektron. resurs] // Flora of China. – Vol. 6. – P. 279. – URL: <http://www.eFloras.org>.
4. Prihod'ko L.A., Sorokopudova O.A. Osobennosti individual'nogo razvitiya redkogo vida *Aquilegia viridiflora* Pall. v kul'ture v Central'noj Jakutii // Nauka i obrazovanie. – 2012. – № 2. – S. 82–86.
5. Klimaticheskoe zonirovanie. Zony zimostojkosti // Landshaftnyj dizajn. – URL: <http://www.diy.ru/post/2969>.
6. Shreter A.I. Lekarstvennaja flora Sovetskogo Dal'nego Vostoka. – M.: Medicina, 1975. – 327 s.
7. Rastitel'nye resursy SSSR: cvetkovye rasteniya, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie. Semejstva Magnoliaceae – Limoniaceae. – L.: Nauka, 1984. – 460 s.
8. Prihod'ko L.A., Sorokopudova O.A. Harakteristika i izmenchivost' kolichestvennyh priznakov cvetkov vidov roda *Aquilegia* (L.) v Central'noj Jakutii // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 6. – S. 169–175.
9. Fedorov A.I., Kirpichnikov M.Je., Artjushenko Z.T. Atlas po opisatel'noj morfologii vysshih rastenij. List. – M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1956. – 303 s.
10. Zhmylev P.Ju., Alekseev Ju.E., Karpuhina E.A. [i dr.] Biomorfologija rastenij: illjustrirovannyj slovar': ucheb. posobie. – Izd. 2-e, ispr. i dop. – M., 2005. – S. 84–86, 217.
11. Zajcev G.N. Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaja statistika v jeksperimental'noj botanike. – M.: Nauka, 1973. – 256 s.
12. Hammer H., Harper D.A.T., Ryan P.D. Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Paleontologica electronica. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.



УДК 582.29

Н.В. Степанов

ОБЗОР ЛОБАРИЙ (*LOBARIA – LOBARIACEAE*) ЗАПАДНОГО САЯНА

N.V. Stepanov

THE SURVEY OF LUNGWORTS (*LOBARIA – LOBARIACEAE*)
IN THE WESTERN SAYAN MOUNTAINS

Степанов Н.В. – д-р биол. наук, проф. каф. водных и наземных экосистем Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: stepanov-nik@mail.ru

Stepanov N.V. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Water and Land Ecosystems, Institute of Fundamental Biology and Biotechnology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: stepanov-nik@mail.ru

Лобарии – крупные листоватые лишайники, широко распространенные в тропических, субтропических и умеренных климатических поясах Земли. В Саянах они тяготеют к территориям с влажным климатом. Разнообразие лобарий, в том числе реликтовых (*L. retigera*, *L. scrobiculata*, *L. isidiosa*), связано с уникальным природным явлением – бореальными дождевыми лесами (*temperate rain forest*), которые находятся на наветренных, чрезмерно влажных

склонах Саян. В результате инвентаризации видового разнообразия лобарий Западного Саяна на основании коллекционных сборов (660 образцов из 106 местонахождений) нами отмечены: *Lobaria pulmonaria*, *Lobaria retigera*, *Lobaria scrobiculata* и *Lobaria isidiosa*; только на основании данных литературы – *Lobaria linita* и *Lobaria meridionalis*. Образцы, ранее определявшиеся как *Lobaria isidiophora*, существенно отличаются от филиппинского типа таксона

и описаны как новый вид *Lobaria sajanensis*. Этот вид отличается от *Lobaria isidiophora* постоянным наличием изидий различных типов, лобулями, крупными размерами, лопастями слоевища, достигающими 6 см ширины. Среди массива образцов *Lobaria scrobiculata* выделены лишайники, похожие на *Lobaria hallii*, но специфические по ряду особенностей и описанные как новый вид *Lobaria jennisensis*. Этот вид отличается от *Lobaria scrobiculata* нитевидными ризинами, отсутствием реакций слоевища с K-, Pd-, C- и KC-, от *Lobaria hallii* новый вид отличается отсутствием реакции корового слоя с K- и отсутствием бесцветных волосков на кончиках лопастей. Общее видовое разнообразие лобарий Западного Саяна, таким образом, составляет в настоящее время 8 видов, большая часть из которых является очень редкими и требует специальных мер охраны.

Ключевые слова: лишайник, лобария, *Lobaria*, *Lobaria sajanensis*, *Lobaria jennisensis*, Западный Саян.

Lungworts are macrolichens, widely spread in tropical, subtropical and temperate regions of the Earth. *Lobaria* is associated with humid climate areas in the Sayan Mountains. The diversity of lungworts, including relict (*L. retigera*, *L. scrobiculata*, *L. isidiosa*), are closely related with unique natural phenomenon of temperate rain forest, which are tied to windward, humid slopes of the Sayan Mountains. As a result, the inventory of lungworts diversity from Western Sayan based on the herbarium specimens (660 samples from 106 locations) such species were registered: *Lobaria pulmonaria*, *Lobaria retigera*, *Lobaria scrobiculata* and *Lobaria isidiosa*; only according to the of literature data – *Lobaria linita* and *Lobaria meridionalis*. The samples, previously determined as "*Lobaria isidiophora*", as it turned out, significantly differ from the Philippine type of this taxon and were described as a new *Lobaria sajanensis*. This species differs from *Lobaria isidiophora* by constant presence of isidia various kind, lobules, large size, and lobes, up to 6 cm wide. Among a lot of "*Lobaria scrobiculata*" samples some specimens of lichens which similar to *Lobaria hallii* were found, but specimens were very peculiar and were described as a new *Lobaria jennisensis*. This species differs from

Lobaria scrobiculata by rope-like rizines, medulla K-, Pd-, C- and KC-, from *Lobaria hallii* differs by upper cortex K- and absence of colorless hairs in the lobe tips. Thus total species diversity of lungworts in the Western Sayan are 8 species, most of which are very rare and special measures for their protection are necessary.

Keywords: lichen, lungwort, *Lobaria*, *Lobaria sajanensis*, *Lobaria jennisensis*, Western Sayan.

Введение. Лобарии – крупные листоватые лишайники, широко распространенные в тропических, субтропических и умеренных поясах Земли, тяготеющие к горным территориям с влажным климатом. Род *Lobaria* (Schreber) Hoffm. включает около 60 видов [1]. В лесах умеренной зоны лобарии – показатель благоприятной экологической обстановки. Виды лобарий являются особенно уязвимыми к антропогенным факторам, атмосферному загрязнению, деградации старовозрастных лесов [1, 2]. Это обусловило и присутствие лобарий в Красных книгах разных стран, в том числе Российской Федерации [2]. В Красноярском крае также несколько видов рода внесены в Красную книгу [3]. Разнообразие лобарий, в том числе реликтовых (*L. retigera*, *L. scrobiculata*, *L. isidiosa*), связано в нашем регионе с бореальными дождевыми лесами (temperate rain forest) [4], находящихся на наветренных склонах Саян [5]. Незначительные изменения этих экосистем могут быстро привести к исчезновению ряда редких видов, и для их сохранения необходимы специальные меры.

Цель исследования: провести инвентаризацию рода *Lobaria* на территории Западного Саяна.

Задачи исследования: обработка собранных нами коллекционных материалов по роду Лобария с территории Западного Саяна в период с 1987 по 2016 г.; изучение данных литературных источников, касающихся таксономии некоторых видов рода и рассматриваемой территории (Западный Саян).

Материалом для исследований явились образцы лобарий, собранных нами на территории Западного Саяна с 1987 по 2016 г. Всего изучено 660 образцов из 106 пунктов. При определении видов учитывались стандартные цветные реакции слоевища лишайника с едким калием (KOH – обозначение «K+» или «K-» в за-

висимости от наличия или отсутствия реакции), гипохлоритом кальция (С), совместном воздействии первого и второго реактива (КС) и парафенилендиаминам (Pd).

Результаты исследования. Первично для территории Западного Саяна приводилось три вида лобарий, обычных для этой части Южной Сибири: *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. – самый известный и распространенный вид и более редкие – *Lobaria retigera* (Bory) Trevis и *Lobaria scrobiculata* (Scop.) DC. [6]. После специального обследования Западного Саяна Н.В. Седелникова [7] дополняет список еще несколькими редкими видами: *Lobaria isidiophora* Yoschim. (единичные сборы из окр. пос. Танзыбей Ермаковского р-на), *Lobaria isidiosa* (Mull. Arg.) Vain. (без указания точек, для черневой тайги), *Lobaria linita* (Ach.) Rabenh. (без указания точек, для верхней границы леса). Еще один вид – *Lobaria meridionalis* Vain приводится для сопредельных районов Восточного Саяна. Нами сбор материала по роду *Lobaria* начат в 1987 г. параллельно с исследованием флоры высших растений Западного Саяна. Особый интерес представляли изидиозные лобарии. Одна из черневой горной полосы была нами определена как *L. isidiophora* и под этим названием включена в Красную книгу региона [3]. По данным J.A. Elix [8], базионимом для *L. isidiophora* является описанная с Филиппин разновидность *L. meridionalis* var. *minor* Räsänen. Типовой образец хранится в гербарии г. Хельсинки (Н). Уже

при изучении общего вида его слоевища видно, что этот сравнительно мелкий лишайник (ширина лопастей составляет менее 1 см) контрастирует с нашими *Lobaria isidiophora*, которые довольно крупные, с лопастями до 5 см шириной и более (рис. 1). При детальном изучении характера вегетативного размножения было выяснено, что наши лобарии нельзя соотнести ни с *L. isidiophora*, ни с другими известными лобариями. Строго говоря, наши лобарии изидиозные, но вследствие обламывания изидий могут выглядеть соредиозными. Особенно «соредиозность» проявляется в условиях гербария, поскольку изидии легко разрушаются при малейших механических воздействиях на сухие образцы. Однако длительное наблюдение и репрезентативные сборы позволили установить, что изидии являются первичными и их тип наиболее полноценно можно наблюдать на старых слоевищах (рис. 2). Так, изначально зернистые изидии становятся цилиндрическими (до 1 мм длиной и более), затем могут ветвиться или становятся булавовидной либо коралловидной формы, еще более старые могут уплощаться, а в ряде случаев наряду с изидиями развиваются и лобули (рис. 3). Наличие лобул, форма и размеры лопастей достаточно стабильны на массовом материале из разных высотных горных поясов, и в итоге мы пришли к заключению, что имеем дело с новым видом, описание которого и известные местонахождения даются ниже.



Рис. 1. *Lobaria sajanensis* – фрагмент из двух лопастей слоевища (слева) в сравнении с *L. Pulmonaria*



Рис. 2. *Lobaria sajanensis* – часть слоевища с лобулями

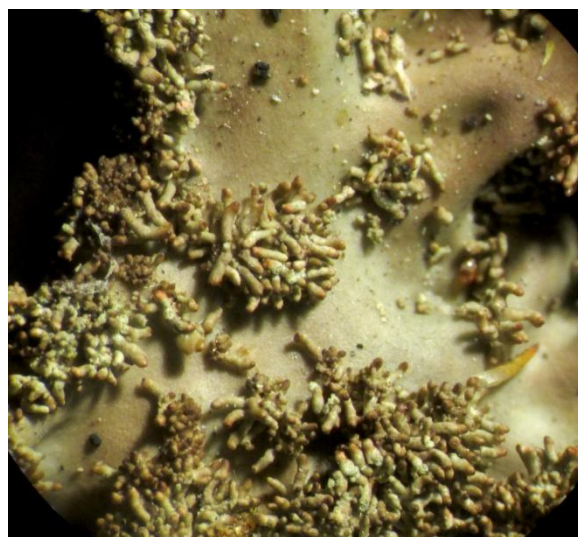


Рис. 3. *Lobaria sajanensis* – фрагмент слоевища с изидиями

***Lobaria sajanensis* Stepanov sp. nov. (Лобария саянская – рис. 1–4), – *Lobaria isidiophora* auct. –** Thallus wide-spreading, often exceeding 20–30 cm; lobes 2–5 cm wide, dichotomously divided, often ovate (fig. a); upper surface pale green-brown, pale green or light green when dry, bright green when wet; strongly reticulately ridges with marked depressions, with coarse isidia or soredia along ridges. Isidia are primary (fig. в), cylindrical, often branched, rarely clavate or flattened, there are lobules on large lobes (fig. б); soredia are secondary, forming after breaking of isidia. Apothecia occasional, disc 3–4 mm diam., brown, hymenium 80–90 μm , hypothecium 160–180 μm , exciple 80–90 μm (fig. г). Ascospores 23–28 μm , colorless, fusiform, 4-septate. Medulla C–, K+ red, KC–, Pd+ yel-

low. From related species *L. pulmonaria* and *L. isidiophora* differs by size and shape of lobes and isidia, presence of lobules. **Holotype:** Krasnoyarsk region, Ermakovskiy district, locality Tanzybeyka in valley of the Malyi Kebesz river, on bark of *Salix rorida*, **2016, August 15**. N.V. Stepanov (KRSU); **isotypes** – LE, KRSU. **Paratypes** (* – Krasnoyarsk region, Ermakovskiy district; N.V. Stepanov is collector for all specimens, Herbarium – KRSU): * locality Tanzybeyka in valley of the Malyi Kebesz river, on bark of willow, **2005, Oct. 23**; * Ergaki park, Smotrovaya Ploshchadka locality, 4 km to North from Polka locality, on *Sorbus sibirica*, **2007, June 15**; * West Sayan, Kulumys ridge, watershed of rivers Pervaya Belaya and Vtoraya Belaya, **2008, Aug. 13**; * in the

neighborhood of Tanzybey village, valley of Isakina channel of Malyi Kebesh river, near Kitaeva hill, **1998, May 1**; * in the neighborhood of Tanzybey village, Vtoroe Koltzo locality, on willow, **2014, Nov. 2**; * *ibid*, **1994, Sept. 18**; * *ibid*, **2005, Oct. 31**; * in the neighborhood of Tanzybey village, Pervoye Koltzo locality, **2014, Apr. 30**; * locality Tanzybeyka in valley of the Malyi Kebesz river, **2007, June 13**; * *ibid*, **2006, Nov. 1**; * few km to East from Tanzybey village, boggy winter road behind the village school, on tree bark, **2006, Aug. 12**; * West Sayan, Kedranskiy ridge, mouth of Krutoy stream, **2008, July 18**; * in the neighborhood of Tanzybey village, winter road along Mutnaya river, on willow, **2008, Aug. 17**; * West Sayan, Kulumys ridge, valley of the Chernyi Tanzybey river, **2007, July 15**; * West Sayan, Kulumys ridge, valley of the Ambuk river near mouth of Gorelyi stream, **2007, July 18**; * Osinovskie Kosogory hills, headwaters of Bezymyanni stream, **1997, July 11**; * *ibid*, **1998, May 14**; * *ibid*, valley of Medovyi stream, on *Betula*, **2007, July 12**; * valley of Maramzina channel of Bolshoy Kebesz river, valley chern taiga, **2008, Aug. 26**; * *ibid*, **2015, Aug. 15**; * *ibid*, **2016, Oct. 9**; * in the neighborhood of Osinovka village, Bolshoy Kebesz river, near bridge, on willow, **2007, Apr. 25**; * in the neighborhood of Osinovka village, slope of Osinovskaya hill, valley of the Mogilnyi stream, **2004, Aug. 13**; * *ibid*, valley of Solonechnyi stream, **2005, Oct. 25**; * in the neighborhood of Tanzybey village, chern taiga, **2014, Oct. 15**; * locality Tanzybeyka in valley of the Malyi Kebesz river, **2007, June 13**; * *ibid*, **2006, Nov. 1**; * *ibid*, Sosnovchik locality, **2010, July 10**; * West Sayan, Kulumys ridge, mouth of the Bagazyul river, on willow, **2010, July 12**; * Ergaki park, valley of the Uss river, below the mouth of the Tretya Buyba river, **2010, Aug. 12**; Karatuzskiy district, valley of the Taigish river near the mouth Bolshoy Kluch river, taiga, **2009, July 13**; Shushenskiy district, Shushenskiy Bor Park, Borus ridge, Vyshka locality, **2015, Aug. 1**; Khakassia, in the neighborhood of Snezhnyi Bars hostel, Most Lyubvi locality, **2005, July 29**; (fig. 1–4).

Всего нами изучено и отнесено к *L. sajanensis* 204 образца из 37 пунктов. В целом описываемый вид является сравнительно распространенным в избыточно влажных районах Западного Саяна и встречается тут даже чаще, чем *L. pulmonaria*. Гораздо более редка *L.*

scrobiculata, имеющая характерное голубоватое слоевище во влажном состоянии. Этот вид хоть и встречается на всех континентах, кроме Антарктиды [6], приурочен большей частью к океаническим районам, имеет дизъюнктивный ареал и является редким в общеземном плане [9]. Кроме типичной *L. scrobiculata* нами были обнаружены образцы (рис. 5), имеющие во влажном состоянии специфический запах, напоминающий триметиламин, отмеченный у некоторых сибирских видов стикт (*Sticta*) [6]. Как оказалось, «душистые» лобарии отличаются и цветными реакциями слоевища, другими особенностями. Из родства обсуждаемого вида известен еще один, более редкий вид – *L. hallii* (Tuck.) Zahlbr., описанный из Северной Америки, позднее обнаруженный в Европе [12], а также в России на Северном Урале [10]. Этот, более редкий вид, очень похож на *L. scrobiculata*, отличаясь отсутствием видимых реакций слоевища с Pd–, K–, C– и KC–, коровый слой реагирует только с K+ (желтеет), с мелким опушением молодых развивающихся лопастей и неветвистыми («горелке») ризидами [11]. У *L. scrobiculata* ризины ветвистые, кисточковидные («tufted»), коровый слой от K– не меняется, сердцевинный слой от K+ краснеет (у российских образцов желтеет), от Pd+ желтеет, от C+ розовеет [6, 9, 11]. Наши образцы не имеют видимых реакций корового и сердцевинного слоев (Pd–, K–, C–, KC–), не имеют опушения молодых долей и характеризуются неветвистыми ризидами (рис. 6). Можно было бы обозначить наши образцы как особую расу *L. hallii*, но они не только имеют своеобразие в строении и химическом составе, но и сильно оторваны от участков ареала родственного вида. На основании этого считаем, что наши образцы могут быть описаны как новый для науки вид.

***Lobaria jennisensis* Stepanov sp. nov. (Лобария енисейская** – рис. 4–6). Thallus 5–14 cm, often adnate; lobes rounded, more or less wrinkly and scrobiculate, to 25 mm wide; upper surface light gray, light yellowish when dry, bluish gray when wet, with punctiform or confluent bluish gray soralia on surface or margins of lobes; lobe tips without colorless hairs; lower surface densely tomentose with small naked areas; rhizines rope-like, unbranched. Upper cortex and medulla C–, K–, KC–, Pd–. Wet thallus has a specific smell like

trimethylamine. From related species *L. scrobiculata* differs by reaction of medulla and rope-like rhizines; from *L. hallii* differs by reaction of cortex and lacking colorless hairs on lobe tips. **Holotype**: Krasnoyarsk region, Ermakovskiy district, West Sayan, Kulumys ridge, valley of the Ambuk river near mouth of Gorelyi stream, **2007, July 18**, N.V. Stepanov (KRSU); **isotypes** – LE, KRSU. **Paratypes** (* – Krasnoyarsk region, Ermakovskiy district; N.V. Stepanov is collector for all specimens, Herbarium – KRSU): * Ergaki park,

valley of the Uss river, below the mouth of the Chap river, **2010, Aug. 10**; * West Sayan, Kulumys ridge, valley of the Aleev Klyuch river, **2008, July 18**; * *ibid*, left bank of the Bolshoy Kebesh river, shaded rock, **1989, Aug. 29**; * West Sayan, Kurtushibinskiy ridge, valley of the Tikhaya river, **2013, Aug. 23**; *in the neighborhood of Osinovka village, slope of Osinovskaya hill, valley of the Mogilnyi stream, **2004, Aug. 13**; (fig. 4–6). Изучено и отнесено к *Lobaria jennisseensis* 25 образцов.



Рис. 4. *Lobaria sajanensis* – общий вид сухого слоевища (классическое местонахождение)

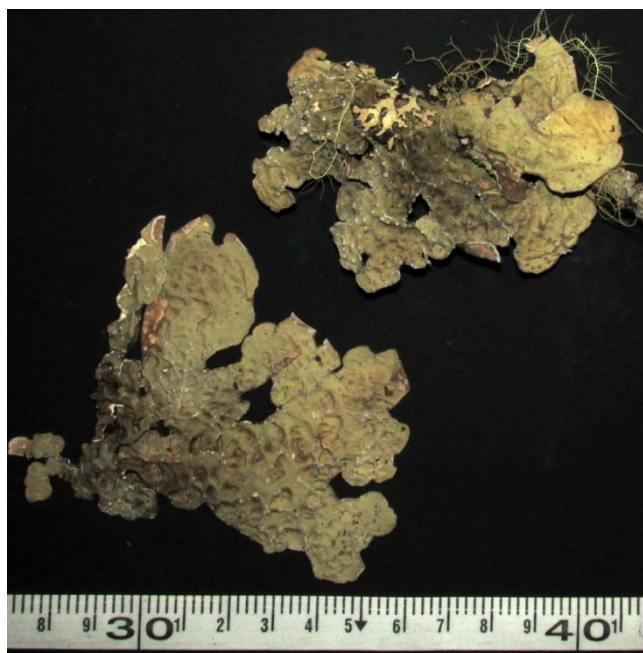


Рис. 5. *Lobaria sajanensis* – голотип (внизу слева)

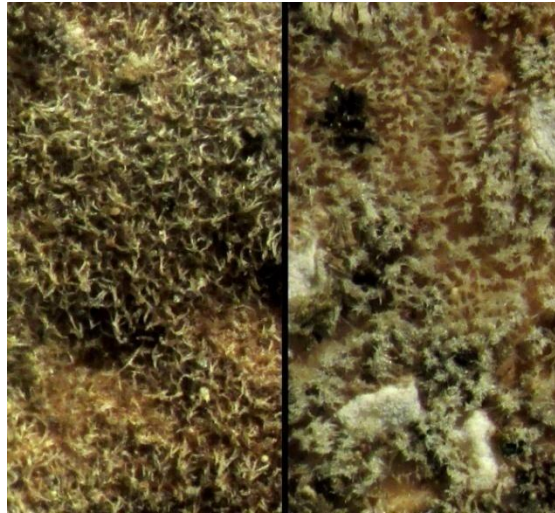


Рис. 6. *Lobaria sajanensis* – нитевидные ризины на нижней стороне (слева) в сравнении с кисточковидными ризинами *L. scrobiculata* (справа)

Заключение. В результате инвентаризации видового разнообразия лобарий Западного Саяна на основании коллекционных сборов нами отмечены: *Lobaria pulmonaria*, *Lobaria retigera*, *Lobaria scrobiculata* и *Lobaria isidiosa*; на основании данных литературы – *Lobaria linita* и *Lobaria meridionalis*.

Образцы, ранее определявшиеся как *Lobaria isidiophora*, отнесены к новому виду *Lobaria sajanensis*, а из массива *Lobaria scrobiculata* выделен вид *Lobaria jensiseensis*. Общее видовое разнообразие лобарий Западного Саяна, таким образом, составляет в настоящее время 8 видов, большая часть из которых является очень редкими и требует специальных мер охраны.

Литература

1. Wirth V. Die Flechten Baden-Württembergs. – Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co., 1995. – Т. 6. – С. 533–1006.
2. Истомина Н.Б. Лобария лёгочная // Красная книга Российской Федерации. – М.: КМК, 2008. – С. 715–716.
3. Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2012. – 576 с.
4. Goward T., Spribille T. Lichenological evidence for the Recognition of Inland Rain Forest in Western North America // Journal of Biogeography. – 2005. – Vol. 32. – № 7. – P. 1209–1219.

5. Krestov P., Nazimova D., Stepanov N. et al. Rainforest at the Margins: Regional Profiles: Humidity-Dependent Forests of the Russian Far East, Inland Southern Siberia, and the Eastern Korean Peninsula // Temperate and Boreal Rainforest of the World: Ecology and Conservation. – Washington, London: Island Press, 2011. – С. 222–234.
6. Блюм О.Б. Семейство Stictaceae – Стиктовые // Определитель лишайников СССР. – Л.: Наука, 1975. – Вып. 3. – С. 197–230.
7. Седельникова Н.В. Лишайники Западного и Восточного Саяна. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 190 с.
8. Elix J.A. *Lobaria* // Flora of Australia. – Canberra, Melbourne, 2001. – Vol. 58A. – Lichens 3. – P. 39–47.
9. Brodo I.M., Sharnoff S.D., Sharnoff S. Lichens of North America. – New Haven & London: Yale University Press, 2001. – 795 p.
10. Урбанавичюс Г.П. Список лишайнофлоры России. – СПб.: Наука, 2010. – 194 с.
11. Brodo I.M. Key to Lichens of North America. – New Haven & London: Yale University Press, 2016. – 427 p.
12. Thomson J.W. American Arctic Lichens. 1. Macrolichens. – New York: Columbia University Press, 1984. – 504 p.

Literatura

1. Wirth V. Die Flechten Baden-Württembergs. – Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co., 1995. – Т. 6. – С. 533–1006.

2. *Istomina N.B.* Lobarija ljogochnaja // Krasnaja kniga Rossijskoj Federacii. – M.: KMK, 2008. – S. 715–716.
3. Krasnaja kniga Krasnojarskogo kraja. Redkie i nahodjashiesja pod ugrozj ischeznovenija vidy dikorastushhij rastenij i gribov. – Krasnojarsk: Izd-vo SFU, 2012. – 576 s.
4. *Goward T., Spribille T.* Lichenological evidence for the Recognition of Inland Rain Forest in Western North America // *Journal of Biogeography*. – 2005. – Vol. 32. – № 7. – P. 1209–1219.
5. *Krestov P., Nazimova D., Stepanov N.* et al. Rainforest at the Margins: Regional Profiles: Humidity-Dependent Forests of the Russian Far East, Inland Southern Siberia, and the Eastern Korean Peninsula // *Temperate and Boreal Rainforest of the World: Ecology and Conservation*. – Washington, London: Island Press, 2011. – S. 222–234.
6. *Bljum O.B.* Semejstvo Stictaceae – Stiktovye // *Opredelitel' lishajnikov SSSR*. – L.: Nauka, 1975. – Vyp. 3. – S. 197–230.
7. *Sedel'nikova N.V.* Lishajniki Zapadnogo i Vostochnogo Sajana. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2001. – 190 s.
8. *Elix J.A.* Lobaria // *Flora of Australia*. – Canberra, Melbourne, 2001. – Vol. 58A. – Lichens 3. – P. 39–47.
9. *Brodo I.M., Sharnoff S.D., Sharnoff S.* Lichens of North America. – New Haven & London: Yale University Press, 2001. – 795 p.
10. *Urbanavichjus G.P.* Spisok lihenoflory Rossii. – SPb.: Nauka, 2010. – 194 s.
11. *Brodo I.M.* Key to Lichens of North America. – New Haven & London: Yale University Press, 2016. – 427 p.
12. *Thomson J.W.* American Arctic Lichens. 1. Macrolichens. – New York: Columbia University Press, 1984. – 504 p.

