



УДК 582.9(571.54)

Ключ к видам лишайников рода *Usnea* Dill. ex Adans. (Parmeliaceae, Ascomycota), обитающих на территории Бурятии

Т. М. Харпухаева

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ
E-mail: takhar@mail.ru

Аннотация. Составлен список из 10 видов рода *Usnea*, обитающих на территории Республики Бурятия. Этот род эпифитных лишайников – один из самых распространённых в бореальных областях. Проанализировано распространение видов, отмечено влияние выраженной контрастности климатических условий территории на распространение, приведена современная синонимика с использованием литературных данных и гербарных материалов УУН, LE. Изучение морфологии и анатомии проводилось стандартными методами. Проведено изучение вторичных метаболитов методами тонкослойной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Все образцы принадлежат к широко распространённым хемотипам. Составлен практический ключ для идентификации лишайников рода *Usnea* (Parmeliaceae), обитающих на территории Республики Бурятия. Ключ построен на внешних признаках, хотя хемотаксономические признаки также очень важны, и будет полезен для «быстрого» определения. Ключ проиллюстрирован и снабжён словарём. Наиболее важными диагностическими признаками для определения видов рода *Usnea* следует считать тип и форму соредиев, наличие либо отсутствие изидий, вид и цвет основания, ветвление и форму ветвей 2-го порядка, детали внутреннего строения. Густота фибрилл и сосочков также важны, однако сильно варьируют в зависимости от условий окружающей среды. В засушливых условиях образуются приспособительные экоморфы к условиям высокой сухости и освещённости.

Ключевые слова: *Usnea*, лишайники, ключ к видам, Республика Бурятия.

Введение

Виды рода *Usnea* Dill. ex Adans. определяют облик эпифитной лишайнобиоты бореальных лесов. Это один из крупнейших родов лишайников семейства Parmeliaceae, в составе которого на территории России отмечено 34 вида [9]. Наибольшее разнообразие рода наблюдается на Дальнем Востоке и Кавказе – 23 и 24 вида соответственно. В Сибири выявлено 15 видов, в Европейской части России – 18 видов, в Республике Бурятия – с учётом гербарных и литературных данных 10 видов [2; 6–8; 10; 11].

Распространение видов на территории Бурятии и перечень изученных образцов были подробно рассмотрены и представлены ранее [11], в настоящем сообщении приведена лишь краткая информация об их распространении. Районирование территории соответствует принятому в Определителе... [5], модифицированному для 2-го издания.

1. *Usnea cavernosa* Tuck. – С, Сб, Нб.
2. *Usnea dasopoga* (Ach.) Röhl. (syn. *U. filipendula* Stirt.) – Сб, Нб.
3. *Usnea barbata* (L.) F.H. Wigg. s. lat. (syn. *U. scabrata* Nyl., *U. scabrata* subsp. *nylanderiana*) – Сб, Нб.
4. *Usnea fragilesceus* Hav. ex Lyngby – С, Сб, Нб, Нв, Сел.
5. *Usnea glabrata* (Ach.) Vain. – Нб.
6. *Usnea glabrescens* (Nyl. ex Vain.) Vain. – С, Сб, Нб, Нв, Сел.
7. *Usnea lapponica* Vain. – С, Сб, Нб, Нв, Сел.
8. *Usnea longissima* Ach. – С, Сб, Нб.
9. *Usnea subfloridana* Stirt. – С, Сб, Нб, Нв, Сел.
10. *Usnea fulvovireagens* (Räsänen) Räsänen – Нб.

Сокращения: С – Восточный Саян; Сб – Саяно-Байкальский р-н (хребты Хамар-Дабан, Мал. Хамар-Дабан, Джидинский, Улан-Бургасы, Морской, Голондинский, Курбинский, Тункинская котловина); Нб – нагорье Байкальское (хребты Икатский, Южно- и Северо-Муйские, Баргузинский, Байкальский, Сынныр, Верхнеангарский, котловины Верхнеангарская, Баргузинская, Муйская); Нв – нагорье Витимское (Витимское плоскогорье (в пределах Бурятии), Худанский хребет, Ципинская (Баунтовская) и Ципиканская котловины); Сел – лесостепные районы в бассейне р. Селенги.

Для Бурятии характерна контрастность климатических условий, связанная с геоморфологической неоднородностью и влиянием оз. Байкал [1]. В большей части таёжного пояса и гемибореальных лесах таких крупных котловин, как Баргузинская и Тункинская, а также Селенгинского среднегорья (сумма осадков 200–500 мм в год, сумма активных температур 1 400–1 600 °С) преобладают *U. subfloridana*, *U. glabrata*, *U. fragilesceus*, *U. glabrescens*. В более гумидных районах с суммой осадков до 1 000 мм – на обращённых к оз. Байкал западных склонах хребтов Хамар-Дабан, Баргузинский, Улан-Бургасы, а также на Восточном Саяне и Байкальском хребте, помимо вышеперечисленных, встречаются виды *U. scabrata*, *U. longissima*, *U. dasopoga*. Из-за ограниченного распространения вид *U. longissima* был внесён в Красную книгу РБ [4], но в целом в настоящее время виду угрожает только исчезновение старовозрастных лесов.

Все виды рода *Usnea*, встречающиеся в нашем регионе – бореальные, широко распространены в Голарктике, обитают на коре деревьев и древесине. Только один вид – *U. fragilesceus* var. *fragilesceus*, может встречаться на камнях и замшелых скалах. *U. cavernosa* не встречается на Дальнем Востоке.

Род *Usnea* – один из самых вариабельных среди макролишайников. Большое число хемотипов, сопряжённых с географическими расами, ничуть не облегчает определение. Использование молекулярных методов для таксономических построений мало проясняет ситуацию. Традиционно для определения используются морфологические особенности, однако диагностические признаки часто бывают расплывчатыми, и их проявление зависит от экологических условий [12]. Нашей целью было составить практический ключ для идентификации одного из самых распространённых родов бореальных эпифитных лишайников – *Usnea*, основанный на использовании

внешних признаков, поскольку ПЦР-технологии и хемотаксономия не относятся к рутинным и доступным широкому кругу исследователей методам. Ключ проиллюстрирован и снабжён словарём.

Материалы и методы

Были изучены образцы из гербариев УУН (ИОЭБ СО РАН, Улан-Удэ) (100 образцов) и LE (БИН РАН, Санкт-Петербург) (40 гербарных листов). Морфология и анатомия лишайников изучались стандартными микроскопическими методами. Использовались световые микроскопы, сканирующий электронный микроскоп TM-1000 (Hitachi High-Technologies Corporation, Япония). Для определения цветных реакций использовались парафенилендиамина (Pd), 10 % р-р КОН (К), раствор гипохлорита натрия (С) и др. Содержание вторичных метаболитов изучалось из гербарных образцов УУН. Отбирались по меньшей мере по два образца от каждого вида из разных мест произрастания. Тонкослойная хроматография выполнена по методике, описанной А. Orange [16]. Применялись пластины для высокоэффективной хроматографии Sorbfil (ИМИД, Россия) и системы растворителей А (толуол : диоксан : ледяная уксусная кислота) и С (толуол : ледяная уксусная кислота). Использовалась вытяжка из кусочков таллома в ацетоне. В некоторых образцах содержание метаболитов изучалось методами высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием хроматографа Agilent 1200 (Agilent Technologies, США). Для исследования использовали 15-минутные экстракты лишайников в ацетоне [15].

Результаты и обсуждение

Род *Usnea* – один из самых вариабельных среди макролишайников. Образцы из гербария УУН, протестированные методами тонкослойной хроматографии, принадлежат к распространённым в Голарктике хемотипам [14; 19]. В образцах, определённых как *U. hirta* auct., мы не обнаружили жирных кислот, присутствие которых является отличительным признаком этого вида. Таким образом, подтверждается ранее выдвинутое предположение, что данный вид на территории Бурятии не встречается [11], а хранящиеся в гербарии образцы являются экологическими модификациями других видов. Образцы *U. hirta* из УУН переопределены как *U. subfloridana* и *U. fragileszens*, однако исключать вид из числа встречающихся, вероятно, рано: он может быть обнаружен в дальнейшем, а потому также приводится в ключе.

Вместе с тем существует большое количество хемотипов, сопряжённых с географическими расами, часто в одном регионе могут встречаться 2 или 3 хемотипа [19]. Поэтому цветные реакции, например с Pd или К, могут присутствовать, либо отсутствовать. Накопление вторичных метаболитов также зависит от условий среды. Иногда цветовые реакции дают слабую окраску либо медленное проявление реакции. Поэтому, используя ключ, нельзя опираться только на них. При использовании морфологических признаков также необходимо учитывать их изменчивость. В случае с нетипичными образцами часто возникают сложности. Примером может служить характер по-

верхности ветвей: поверхность может быть ровной, как у *U. subfloridana*, сетчато-лакунозной, как у *U. cavernosa*, или ямчато-вдавленной, как смятый чулок (*U. hirta*). Но у многих чётких образцов *U. subfloridana*, *U. fragileszens*, *U. lapponica* имеются небольшие ямочки в большем или меньшем количестве. Р. Clerc [12] утверждает, что эти «неровности» – следствия неравномерного роста. Регулярность трещин или случайные разрывы коры могут меняться. Наличие плодовых тел зависит от экологических условий: так, в гумидных условиях обычно стерильный вид *U. subfloridana* и некоторые другие, например, *U. longissima*, образуют апотеции. Поэтому наиболее важными диагностическими признаками для определения видов рода *Usnea* следует считать тип и форму соредиев, вид и цвет основания, ветвление и форму ветвей 2-го порядка, детали внутреннего строения. Такие диагностические признаки, как густота и длина фибрилл и сосочков, наличие либо отсутствие изидий, важны, но могут совпадать у многих видов, и их количественное проявление зависит от условий окружающей среды [12; 17]. Образцы из Бурятии вполне подтверждают эти наблюдения. Так, в аридных районах выявлены морфологические изменения таллома – укорочение главных ветвей, увеличение количества боковых веточек и фибрилл, недоразвитие вегетативных органов размножения (соредиев и изидий). Образцы *U. subfloridana*, *U. fragileszens*, *U. glabrescens* имеют мелкие размеры (1–2 см в длину и ширину), густо разветвлены в базальной части, отчего имеют вид щёточек [11]. Кроме того, в природе разные виды могут расти в одном месте, очень плотно переплетаясь и даже образуя анастомозы. Молодые особи с неразвитыми вегетативными пропагулами также трудны для определения.

Список терминов, употребляемых в ключе

Апотеции – плодовые тела.

Ветвление. В основном талломы разделяются дихотомически, но выделяются два главных типа. В анизотомически-дихотомическом типе таллом делится на веточки разной толщины (рис. 1, а). В изотомически-дихотомическом типе образующиеся ветви равны по размеру (рис. 1, б).

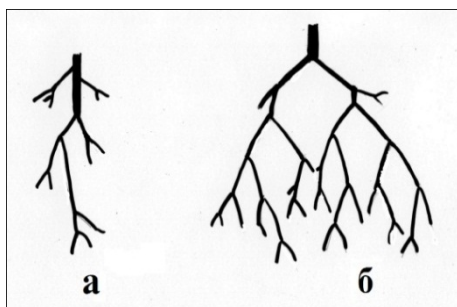


Рис. 1. Тип ветвления таллома лишайников рода *Usnea*

Тип роста. Кустистый прямостоячий – таллом более-менее одинаковый по ширине и высоте, ветви прямые; повисающий – таллом в несколько раз длиннее ширины, ветви повисающие; полуповисающий – промежуточный тип, вначале ветви прямые, затем свисают.

Изидии и соредии – вегетативные органы размножения. Соредии – состоят из гиф сердцевинки и водоросли, собираются в группы – соралии. Изидии покрыты корой.

Сосочки – короткие цилиндрические выросты коры (рис. 2).

Сердцевина – рыхлый слой гиф между корой и осевым тяжем (рис. 3), последний является отличительной чертой рода *Usnea*.

Фибриллы – выросты, похожие на боковые веточки, бывают простыми и короткими и отличаются от последних тяжем, который не связан с центральным тяжем основной ветки, как это происходит у боковых веточек.

Основание таллома – базальная часть таллома в месте прикрепления к субстрату.

Ключ для определения видов



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4. (по Н. С. Голубковой [3])



Рис. 5

1. Ветви без сосочков и бугорков, гладкие 2
 — Ветви с сосочками или нежными бородавочками, иногда с бугорками (рис. 2). Таллом обычно стерильный, с соредиями или изидиями, апотеции редки 5
2. Ветви у основания вздутые, таллом кустистый, короткий 3
 — Ветви одинаковой толщины, таллом повисающий, длинный, 10–40 см до 1,5 м 4
3. Ветви сильно деформированные, ямчато-вдавленные, основание таллома светлое, расширяющееся (*U. hirta*) (рис. 4)
 — Ветви гладкие, изредка с нежными сосочками, основание таллома светлое, таллом мелкий, во влажных местообитаниях *U. glabrata*
4. Таллом от самого основания изо- и анизотомически-дихотомически разветвлённый. Поверхность ветвей сетчато-лакунозная, сжатая, с редко разбросанными фибриллами *U. cavernosa* (рис. 5)



Рис. 6

— Таллом образован длинными (до 1,5 м), параллельно друг другу ниспадающими нитевидными ветвями, по всей длине с многочисленными перпендикулярно расположенными фибриллами, кора трескается под действием силы тяжести *U. longissima* (рис. 6)

5. Таллом длинный, 15–60 см, сжатый, повисающий 6

— Таллом короткий, 2–10 (15) см, с ветвями, растопыренными в разные стороны 7

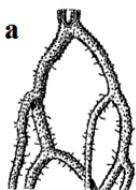


Рис. 7а (по Т. Говарду, [13])

6. Таллом образован длинными, параллельно друг другу ниспадающими нитевидными ветвями, с немногочисленными боковыми ответвлениями (рис. 7а). Фибриллы редки (образцы с частыми фибриллами могут быть идентифицированы как *U. dasopoga*, отличительная особенность которой – более рыхлая сердцевина) *U. barbata* s. lat.

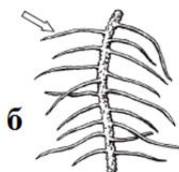


Рис. 7б (по Т. Говарду, [13])

— Таллом от самого основания многократно разветвлённый, с большим количеством боковых веточек. Фибриллы обильно развиты, редко скудные (рис. 7б) *U. dasopoga*

7. Ветви ясно вздутые или неодинаковые по толщине 8

— Ветви одинаковые по толщине, гладкие или более-менее сжатые 13

8. Ветви 1- и 2-го порядка ясно веретеновидные, заужены у основания, на различных субстратах, сердцевина рыхлая, сердцевина K⁺ желтеет или не изменяется 9

— Ветви 2 и 3-го порядка не явно заужены у основания, их толщина может меняться, или веретеновидные 10

9. Таллом бедно или умеренно разветвлённый у основания, основание ясно заужено. Ветви 1-го порядка удлинённые, веретенообразные, в местах ветвления заужены. Ветви 2-го порядка расположены по всей длине таллома. Изидии на соралиях слабо развиты или отсутствуют. На скалах, коре, древесине *U. fragilescens* var. *fragilescens* (рис. 8)

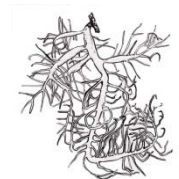


Рис. 8

— Таллом богато дихотомически разветвлённый у

основания, основание слабо заужено, либо расширено на конце. Ветви 2-порядка расположены в базальной части таллома. Зрелые соралии расположены в верхней трети таллома, не сливаются, изидиозные. Обитает главным образом на коре
 *U. fragilescens* var. *mollis*



Рис. 9

10. Соралии плоские до бугорчатых, иногда с изидиями 11 (рис. 9)

— Изидии отсутствуют, зрелые соралии глубоко-вогнутые, нередко достигающие осевого тяжа, обычно многочисленные на конечных ветвях ... 12 (рис. 10–12)



Рис. 10

11. Таллом короткий, кустистый, зрелые соралии сливаются, бугорчатые до слабо ямчатых, соралии зернистые. Соралии не окаймлены корой. Изидии короткие, только на молодых соралиях (*U. substerilis*)

— Таллом от кустистого до полуповисающего. Ветви анизотомически-дихотомически разветвлённые, неравной толщины. Конечные веточки не утончаются к концу, искривлённые. Некоторые выдаются за пределы таллома, что придаёт таллomu спутанный вид. Зрелые соралии точковидные, плоские до бугорчатых, иногда с длинными изидиями. Соралии мучнистые
 *U. diplotypus*



Рис. 11

12. Вершинки ветвей короткие, с фибриллами до самых кончиков. Сердцевина при действии К не изменяется (содержит только усниновую кислоту). Ветви 2-го порядка короткие *U. lapponica* var. *sibirica* (см. рис. 10–11)

— Таллом с хорошо заметной удлинённой, искривлённой на конце главной ветвью, часто однобокий, с односторонне направленными ветвями. Сердцевина К+ красная (содержит салациновую кислоту)
 *U. lapponica* var. *lapponica* (рис. 10–11)



Рис. 12

13. Изидии присутствуют, по крайней мере, на молодых соралиях 14

— Изидии отсутствуют, развиваются только соралии 16

14. Соралии богато изидиозные. Ветвление изотомически-дихотомическое. Соралии точковидные, с возрастом разрастаются и сливаются в большие соралии. Сердцевина К+ либо –, жёлтая до оранжевой¹, кончики ветвей удлинённые *U. subfloridana*

— Изидии редкие 15

¹ В протестированных образцах ни разу не была отмечена ни жёлтая, ни ярко-красная окраска: осевой тяж и сердцевина приобретали оранжевую окраску, либо реакция отсутствовала. В связи с этим сделано указание на оранжевую окраску. Красная окраска больше характерна для группы видов *duplotypus*.

15. Соралии удлинённо-цилиндрические до неправильно овальных, разъединённые, углублённые в таллом, но не достигающие осевого тяжа

..... *U. wasmuthii*

— Молодые соралии точковидные, позже становящиеся округлыми. Сердцевина К+ либо –, жёлтая до оранжевой. Изидии редкие, только на молодых соралиях

..... *U. glabrescens* (рис .12)

16. Стволики более-менее регулярно поделены трещинами, окаймлёнными белыми кольцами из ткани сердцевины. Сердцевина К+ желтеет, затем краснеет, либо окраска переходит в жёлто-бурую. Соралии углублённые в таллом, зрелые опоясывают вершинки ветвей

..... *U. fulvorenens²*

— Сердцевина К+ краснеет. Вершинки ветвей довольно длинные, без фибрилл. Молодые соралии точковидные, позже становятся округлыми, дискретные

..... *U. glabrescens*

Данный ключ базируется на внешних признаках, хотя хемотаксономические признаки также очень важны, и будет полезен для «быстрого» определения. Для более точной идентификации необходимо изучать большее количество признаков: параметры сердцевины, химический состав и пр. Наиболее актуальными в работе по определению являются определители и сводки, изданные в последние два десятилетия [12–14; 17–19].

Исследования выполнены в рамках бюджетного проекта ИОЭБ СО РАН № АААА-А17-117011810036-3; ФАНО 0337-2016-0001

Список литературы

1. Атлас Бурятии / А. Б. Иметхенов (ред.). – М. : Фед. служба геодезии и картогр. России, 2000. – 48 с.
2. Будаева С. Э. Аннотированный список лишайников Республики Бурятия / С. Э. Будаева. – Улан-Удэ : Изд-во БГСХА им. В. Р. Филиппова. – 2012. – 181 с.
3. Голубкова Н. С. Род *Usnea* Dill. ex Adans. / Н. С. Голубкова // Определитель лишайников России. – СПб, 1996. – Вып. 6. – С. 62–105.
4. Красная книга Республики Бурятия. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 688 с.
5. Определитель растений Бурятии / ред. О. А. Аненхонов. – Улан-Удэ, 2001. – 672 с.
6. Урбанавичене И. Н. Лишайники Байкальского заповедника (аннотированный список видов) / И. Н. Урбанавичене, Г. П. Урбанавичюс. – М., 1998. – 55 с. – (Флора и фауна заповедников ; вып. 68).
7. Урбанавичене И. Н. К флоре лишайников хребта Хамар-Дабан (южное Прибайкалье) / И. Н. Урбанавичене, Г. П. Урбанавичюс // Новости сист. низш. раст. – СПб, 1999. – Т. 33. – С. 161–171.

² – наличие трещин отмечено П. Халоненом с соавторами [18].

8. Урбанавичене И. Н. Дополнение к флоре лишайников Байкальского заповедника. П/ И. Н. Урбанавичене, Г. П. Урбанавичюс // Новости сист. низш. раст. – СПб: Наука, 2001. – Т. 35. – С. 205–208.
9. Урбанавичюс Г. П. Список лишенофлоры России / Г. П. Урбанавичюс. – СПб, 2010. – 194 с.
10. Харпухаева Т. М. Лишайники Джергинского государственного природного заповедника / Т. М. Харпухаева. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2010. – 156 с.
11. Харпухаева Т. М. Виды рода *Usnea* (Parmeliaceae) в Республике Бурятия / Т. М. Харпухаева // Новости сист. низш. раст. – СПб.; М.: КМК, 2011. – Т. 45. – С. 257–267.
12. Clerc P. Systematics of the *Usnea fragilesceus* aggregate and its distribution in Scandinavia / P. Clerc // Nordic J. Bot. – 2007. – Vol. 7, N 4. – P. 479–495.
13. Goward T. The Lichens of British Columbia. Illustrated Keys. Part 2, Fruticose Species / T. Goward. – Vancouver, 1999. – 319 p.
14. Halonen P. Studies on the genus *Usnea* in East Fennoscandia and Pacific North America / P. Halonen // Acta Universitatis Ouluensis, A Scientiae Rerum Naturalium 340. – 2000. – P. 1–29.
15. Identification of Lichen substances by a standardized high-performance liquid chromatographic method / G. B. Feige [et al.] // J. of Chromatogr. A. – 1993. – Vol. 646, Issue 2, 3. – P. 417–427
16. Orange A. Microchemical Methods for the Identification of Lichens / A. Orange, P.W. James, F.J. White / British Lichen Society. – 2001. – 101 pp.
17. Ohmura Y. Taxonomic study of the genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes) in Japan and Taiwan / Y. Ohmura // J. Hattori Bot. Lab. – 2001. – N 90. – P. 1–96.
18. The lichen genus *Usnea* in East Fennoscandia. III. The shrubby species / P. Halonen [et al.] // Ann. Bot. Fennici. 36. – Helsinki. – 1999. – P. 235–256.
19. Torra T. The lichen genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes, Parmeliaceae) in Estonia with a key to the species in the Baltic countries / T. Torra, T. Randle // Lichenologist. – 2007. – Vol. 39, N 5. – P. 415–438.

Key to genus *Usnea* Dill. ex Adans. (Parmeliaceae, Ascomycota) in Buryatia

T. M. Kharpuhaeva

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract. Local distribution of *Usnea* species are related with contrast Buryatia republic climatic conditions. 10 species have been revealed, geographical tendency in species distribution is presented as occurring in the Buryatia. Revision according by own and herbaria materials of IGEB SB RAS, Ulan-Ude (UUH) and the Komarov Botanical Institute, Saint-Petersberg (LE). Morphology and anatomy studied by standard methods with a light microscope, a dissecting and scanning electronic microscopes. Secondary metabolites explore by Thin-layer Chromatography. At least 2 sample from every species to different sites taken. HPTLC was performed follow by Orange [15], using “Sorbfil” plates in solvent system A and C and acetone extract from thalli fragments. In some samples chemistry explored by HPLC on Agilent 1200 chromatograph. All samples with most common chemotypes of lichen substances represent. A practical identification key for 10 species of genus *Usnea* (Parmeliaceae) for Buryatia Republic provided. Key based on external characters, and will be useful for “quick” determination, but chemotaxonomic features although important. Key illustrated and provided with glossary of the main terms. The most important distinguishing features of *Usnea* should be considered estimation and types of soralia and presence/absence of isidia, form and color of holdfast,

branching and form of secondary branches, details of inner structure. Fibrills and papilla density also very important, but can be varied by environmental condition. In drought condition adaptive ectomorphs образуются to extreme environmental factors as drought and high radiation.

Keywords: *Usnea*, lichens, key, Republic of Buryatia.

References

1. Imetkhenov A.B. (ed.). *Atlas Buryatii* [Atlas of Buryatia]. Moscow, Federalnaya sluzhba geodezii i kartografii Rossii Publ., 2000, 48 p. (in Russian).
2. Budaeva S.E. *Annotirovannyi spisok lishainikov Respubliki Buryatiya*. [Annotated List of Lichens of Republic of Buryatia]. Ulan-Ude, BGSKhA Publ., 2012, 181 p. (in Russian).
3. Golubkova N.S. Rod *Usnea* Dill. ex Adans. [Genus *Usnea* Dill. ex Adans.]. *Opredelitel' lishainikov Rossii*. [Handbook of the Lichens of Russia]. St. Petersburg, 1996, vol. 6, pp. 62-105. (in Russian).
4. *Krasnaya kniga Respubliki Buryatiya. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy zhivotnykh, rastenii i gribov*. [The Red Data Book of Republic of Buryatia: Rare and Endangered Species of Animals, Plants and Fungi]. Ulan-Ude, Buryat Scientific Center SB RAS Publ., 2013, 688 p. (in Russian).
5. Anenkhonov O.A. (ed.). *Opredelitel' rastenii Buryatii* [Handbook of plants of Buryatia]. Ulan-Ude, 2001, 672 p. (in Russian).
6. Urbanavichene I.N., Urbanavichyus G.P. *Lishainiki Baikalskogo zapovednika (annotirovannyi spisok vidov)* Ser. "Flora i fauna zapovednikov" [Lichens of Baikalsky reserve (annotated species list). Flora and fauna of reserves Series], vol. 68, Moscow, 1998, 55 p. (in Russian).
7. Urbanavichene I.N., Urbanavichyus G.P. K flore lishainikov khrebt Khamar-Daban (yuzhnoe Pribaikal'e) [To lichen flora of Khamar-Daban Range (southern Prebaikalia)]. *Nov. sist. nizsh. rast.* [Novitates systematicae plantarum non vascularum], 1999, tomus XXXIII, pp. 161-171. (in Russian).
8. Urbanavichene I.N., Urbanavichyus G.P. Dopolnenie k flore lishainikov Baikalskogo zapovednika. II [Addition to lichen flora of Baikalsky reserve. II]. *Nov. sist. nizsh. rast.* [Novitates systematicae plantarum non vascularum], 2001, vol. XXXV, pp. 205-208. (in Russian).
9. Urbanavichyus G.P. *Spisok likhenoflory Rossii* [A Checklist of the Lichen Flora of Russia]. St. Petersburg, 2010, 194 p. (in Russian).
10. Kharpukhaeva T.M. *Lishainiki Dzherginskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika* [The Lichens of Dzherginsky Nature State Reserve]. Ulan-Ude, Buryat Scientific Center SB RAS Publ., 2010, 156 p. (in Russian).
11. Kharpukhaeva T.M. Vidy roda *Usnea* (Parmeliaceae) v Respublike Buryatiya [Species of genus *Usnea* (Parmeliaceae) in Republic of Buryatia]. *Nov. sist. nizsh. rast.* [Novitates systematicae plantarum non vascularum], 2011, tomus XLV, pp. 257-267. (in Russian).
12. Clerc P. Systematics of the *Usnea* fragilesceus aggregate and its distribution in Scandinavia. *Nordic J. Bot.*, 2007, vol. 7, no. 4, pp. 479-495.
13. Goward T. *The Lichens of British Columbia. Illustrated Keys. Part 2, Fruticose Species*. Vancouver, 1999, 319 p.
14. Halonen P. Studies on the genus *Usnea* in East Fennoscandia and Pacific North America. *Acta Universitatis Ouluensis, A Scientiae Rerum Naturalium*, 2000, vol. 340, pp. 1-29.
15. Feige G.B., Lumbsch H.T., Huneck S., Elix J.A. Identification of Lichen substances by a standardized high-performance liquid chromatographic method. *J. Chromatogr. A*, 1993, vol. 646, no. 2, 3, pp. 417-427.
16. Orange A., James P.W., White F.J. *Microchemical Methods for the Identification of Lichens*. British Lichen Society, 2001, 101 p.
17. Ohmura Y. Taxonomic study of the genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes) in Japan and Taiwan. *J. Hattori Bot. Lab.*, 2001, no. 90, pp. 1-96.

18. Halonen P., Myllys L., Ahti T., Petrova O. The lichen genus *Usnea* in East Fennoscandia. III. The shrubby species. *Ann. Bot. Fenn.*, 1999, vol. 36, pp. 235-256.

19. Torra T., Randlane T. The lichen genus *Usnea* (lichenized Ascomycetes, Parmeliaceae) in Estonia with a key to the species in the Baltic countries. *The Lichenologist*, 2007, vol. 39, no. 5, pp. 415-438.

Харпухаева Татьяна Михайловна
кандидат биологических наук,
научный сотрудник
Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
тел. (3012) 43–32–56
e-mail: takhar@mail.ru

Kharpukhaeva Tatiana Mikhailovna
Candidate of Sciences (Biology),
Research Scientist
Institute of General and Experimental
Biology SB RAS
6, Sakhjanovoi st., Ulan-Ude, 670047,
Russian Federation
tel.: (3012) 43–32–56
e-mail: takhar@mail.ru