

УДК.582.29 (571.54)

Т.М. Харпухаева¹
В.А. Ханин²Т.М. Kharpukhaeva
V.A. KhaninНОВЫЕ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ ВИДЫ РОДА *LEPRARIA* ПО ДАННЫМ HPLCNEW FOR REPUBLIC OF BURYATIA SPECIES OF *LEPRARIA* IDENTIFIED BY HPLC

Аннотация. Обсуждается видовой состав рода *Lepraria* на территории Республики Бурятия. В аннотированных списках для республики приводилось 2 вида. Мы изучили состав вторичных метаболитов методом ВЭЖХ (HPLC) для достоверного определения видов рода *Lepraria*. Было выявлено 9 видов, из которых 7 – новые для Республики Бурятия, из них четыре новые для Южной и Центральной Сибири.

Ключевые слова: *Lepraria* Ach., HPLC, Республика Бурятия (Россия).

Summary. Diversity of the genus *Lepraria* in the Republic of Buryatia (Russia), previously estimated as two species, is revised. We analysed the composition of secondary metabolites by HPLC method for the reliable species identification. As a result, the presence of nine *Lepraria* species in Buryatia was revealed, four of which are new for South and Central Siberia.

Key words: *Lepraria* Ach., HPLC, Republic of Buryatia (Russia).

Род *Lepraria* Ach. – группа накипных лишайников, для которой характерен таллом в виде поверхностной порошистой корки, состоящей из массы слабо или плотно связанных зерен, лишённой корового слоя (по: Макарова и др., 2006). К настоящему времени на территории России найдено 19 видов этого рода (Макарова, Гимельбрант, 2008), и большая часть видов приводится для европейской части России. Род *Lepraria* изучен столь неравномерно, поскольку хемотаксономические признаки имеют решающее значение в систематике этой стерильной группы. В талломах лишайников рода *Lepraria* обнаружено более 50 лишайниковых веществ. К числу наиболее значимых относятся алектриаловая, диварикатовая, стиктовая, паннаровая, порфириловая кислоты и их производные, а также ангардиановая, рокцелловая, рангиформовая, джекиевая и другие жирные кислоты.

В аннотированных списках лишайников Бурятии (Будаева, 1989, 2000, 2002; Урбанавичене, Урбанавичюс, 1998, 1999; Урбанавичюс, Урбанавичене, 2004; Харпухаева, 2010) приведены 2 вида рода: *Lepraria incana*, *L. membranacea*. Под первым из двух видов, очевидно, скрывается комплекс видов, которые можно идентифицировать лишь при изучении состава вторичных ме-

таболитов, тогда как второй имеет характерную форму таллома, позволяющую без труда определить его.

Методы. Исследование лишайниковых метаболитов проводилось методами HPLC (high performance liquid chromatography – высокоэффективная жидкостная хроматография) на хроматографе Agilent 1200 с градиентным насосом, автоматическим пробоотборником, термостатом и диодно-матричным ультрафиолетовым детектором. Хроматографирование выполнено с рабочей колонкой ZORBAX Eclipse XDB-C18 (Agilent Technologies, USA), размеры 4,6x150 мм, сферический сорбент с зернением 5 мкм. За основу метода хроматографирования были взяты данные G.V. Feige с соавторами (Feige et al., 1993) с некоторыми модификациями. Для исследования применяли 15-минутные экстракты лишайников в ацетоне. Условия элюирования: растворители – А = 1% раствор ортофосфорной кислоты (осч) в воде (осч); В = метанол (осч); – градиенты: на старте 30% В в А, затем линейный подъем до 70% В в А за 14 минут, далее линейный подъем до 90% В в А за 30 минут, далее подъем до 100% В за 18 минут и выдержка 10 минут. Температура колонки 26°C. Детектирование проведено на частоте 245 нм.

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, лаборатория флористики и геоботаники, ул. Сахьяновой, д. 6; 670047, Улан-Удэ, Россия; e-mail: takhar@mail.ru

²Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, ул. Проф. Попова, 2; 197376, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: vkhanin@mail.ru

¹Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Institute of General and Experimental Biology, Laboratory of Floristics and Geobotany, Sakhyanova str., 6; 670047, Ulan-Ude, Russia

²Russian Academy of Sciences, Komarov Botanical Institute, Prof. Popova, 2; 197376, St.-Petersburg, Russia

Дополнительно для определения видов использованы УФ-кабинет 254/365 (длина волны 365 нм) и стандартные реактивы: 10% водный раствор КОН, насыщенный водный раствор CaCl_2O_2 и раствор парафенилендиамина $[\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2]$ в спирте.

Для идентификации видов использовали работы Макаровой, Гимельбранта (2008) и Saag с соавторами (Saag et al., 2009).

Конспект видов. При составлении конспекта использованы образцы, взятые из гербария УУН (ФГБУН ИОЭБ СО РАН¹, г. Улан-Удэ) и идентифицированные с помощью HPLC. Изучен гербарий в количестве 60 образцов, собранных первым автором в 1998–2011 гг. в Баргузинском, Баунтовском, Еравнинском, Курумканском, Окинском, Прибайкальском и Северобайкальском районах республики. Кроме этого, было исследовано 8 образцов, хранящихся в УУН, собранных С.Э. Будаевой в Баргузинском и Северобайкальском районах (в том числе на территории Забайкальского национального парка и Баргузинского государственного биосферного заповедника), а также 2 образца, предоставленных Д.Я. Тубановой.

В приводимом списке номенклатура видов дана по работе И.И. Макаровой и Д.Е. Гимельбранта (2008). Для каждого вида приведены субстратная приуроченность, местонахождение, состав основных вторичных метаболитов в исследованных образцах дан по убыванию их концентрации.

1. *Lepraria alpina* (Lesd.) Tretiach et Varruffo – на мхах, почве и камнях.

Исследованные образцы. Северобайкальский р-н: окрестности п. Нижнеангарск, дол. р. Сухой Молокон, сосново-лиственничный лес, 55°48,039' с.ш., 109°33,045' в.д., № 01145, Харпухаева, 23.07.2005. Состав вторичных метаболитов: атранорин, коннорстиктовая, порфириловая (мало) кислоты. – Баунтовский р-н: на горном массиве Большой Хоптон (2281 м), 55°05,388' с.ш., 112°52,098' в.д., курум, № 01156, Харпухаева, 07.07.2009. Состав вторичных метаболитов: атранорин, стиктовая, констиктовая, порфириловая, паннаровая, алекториаловая, барбатоловая, норстиктовая кислоты. – Там же:

дол. р. Верхняя Ципа, 1110 м, 55°56,398' с.ш., 112°17,655' в.д., скалы у воды, № 01153, Харпухаева, 19.07.2009. Состав вторичных метаболитов: атранорин, коннорстиктовая, паннаровая, порфириловая кислоты.

2. *Lepraria borealis* Loht. et Tønsberg – на почве и мхах.

Исследованный образец. Прибайкальский р-н: дол. р. Мостовка, окрестности ст. Мостовой, в сосновом лесу, 52°16,363' с.ш., 107°39,288' в.д., Будаева, 06.08.1999. Состав вторичных метаболитов: рангиформовая кислота, незначительное количество констиктовой, фумарпротоцетраровой кислот.

3. *Lepraria eburnea* J.R. Laundon – на мхах и на коре на основаниях стволов деревьев.

Исследованные образцы. Северобайкальский р-н: дол. р. Кичера, кедрово-еловый лес, 55°59,298' с.ш., 110°09,708' в.д., № 00335, Харпухаева, 31.07.2005. Состав метаболитов: алекториаловая кислота (мало). – Окинский р-н: хр. Восточный Саян, Природный парк «Шумак», в лиственничном лесу на выходах карбонатных пород, 1529 м, 51°58,187' с.ш., 101°52,168' в.д., № 01157, Харпухаева, 18.07.2011. Состав вторичных метаболитов: лепраровая, алекториаловая кислоты, неидентифицированное вещество.

4. *Lepraria elobata* Tønsberg – на мхах, почве и камнях.

Исследованные образцы. Курумканский р-н: Джергинский заповедник, верховья р. Биранкур, 55°01,288' с.ш., 111°62,755' в.д., № 01146, Тубанова, 07.2003. Состав вторичных метаболитов: атранорин, лепраровая кислота. – Там же: дол. р. Шергикан, курум, 55°01,385' с.ш., 111°61,859' в.д., № 187, Харпухаева, 06.07.2004. Состав метаболитов: атранорин, коннорстиктовая, конпорфириловая кислоты.

5. *Lepraria incana* (L.) Ach. – на мхах.

Исследованный образец. Окинский р-н: хр. Восточный Саян, Природный парк «Шумак», в лиственнично-лишайниковом лесу на выходах карбонатных пород, 1529 м, 51°58,187' с.ш., 101°52,168' в.д., № 01140, Харпухаева, 18.07.2011. Состав вторичных метаболитов: дивариковая (мало), барбатоловая, лепраровая, паннаровая кислоты, атранорин, алекториаловая, порфириловая кислоты.

6. *Lepraria lobificans* Nyl. – на мхах, почве и камнях.

Исследованные образцы. Курумканский р-н: Джергинский заповедник, в долинах рек Баргузин и Джирга, 55°59,413' с.ш., 111°69,727' в.д.,

¹ ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской Академии наук.

54°15,215'с.ш., 111°55,222'в.д., №№ 01160, 01082, Харпухаева, 09.07.2004, 09.07.2003. Состав вторичных метаболитов: атранорин, констиктовая, стиктовая кислоты.

7. *Lepraria membranacea* (Dicks.) Vain. – на мхах, почве и карбонатных породах.

Исследованные образцы. Курумканский р-н: Джергинский заповедник, на замшелых скалах в долинах рек Баргузин и Ковыли, 55°59,413'с.ш., 111°69,727'в.д.; 55°18,365'с.ш., 111°51,731'в.д., №№ 58, 01138, Харпухаева, 09.07.2002, 09.07.2004. Состав метаболитов: лепраровая, стиктовая, паннарковая, констиктовая кислоты.

8. *Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen – на мхах, почве, камнях и на коре на основаниях стволов деревьев.

Исследованные образцы. Северобайкальский р-н: дол. р. Грамна, пойменный еловый лес, основание ствола тополя душистого, 54°45,970'с.ш., 109°11,630'в.д., № 00336, Харпухаева, 27.07.2005. Состав вторичных метаболитов: атранорин, следы алекториаловой кислоты. – Там же: Баргузинский заповедник, дол. р. Давше, кедрово-лиственничный лес, на стволе березы, 54°58,959'с.ш., 109°83,792'в.д., № 01154, Будаева, 13.07.1971. Состав вторичных метаболитов: атранорин, алекториаловая, протоцетраровая, констиктовая кислоты. – Баргузинский р-н: Забайкальский национальный парк, окрестности с. Монахово, сосново-лиственничный лес, на основании ствола лиственницы, 53°11,131'с.ш., 109°19,966'в.д., № 01149, Будаева, 08.10.1997. Состав вторичных метаболитов: атранорин, норстиктовая, лепраровая, алекториаловая, порфириловая кислоты. – Курумканский р-н, Джергинский заповедник: дол. р. Шергикан, 55°01,385'с.ш., 111°61,859'в.д., № 01162, Харпухаева, 17.07.2004, курум. Состав вторичных метаболитов: криптостиктовая кислота, атранорин. – Окинский р-н: хр. Восточный Саян, дол. р. Сорок, 1692 м, 52°34'с.ш., 100°07'в.д., кустарниково-осоково-моховое болото, на камне, № 01159, Тубанова, 11.07.2008. Состав вторичных метаболитов: лепраровая, коннорстиктовая, стиктовая, леканоровая, алекториаловая, паннарковая кислоты. – Хр. Восточный Саян, Природный парк «Шумак», в лиственнично-лишайниковом лесу, на выходах карбонатных пород, 1529 м, 51°58,187'с.ш., 101°52,168'в.д., № 01166, Харпухаева, 18.07.2011. Состав вторичных метаболитов: атранорин, алектори-

ловая, конпорфириловая, констиктовая кислоты. – Там же, на выходах карбонатных пород около впадения р. Громатухи в Шумак, 1602 м, 51°57'48''с.ш., 101°52'20''в.д., № 01158, Харпухаева, 19.07.2011. Состав вторичных метаболитов: порфириловая, алекториаловая, леканоровая кислоты, атранорин.

9. *Lepraria vouauxii* (Hue) R.C. Harris – на мхах, почве и камнях.

Исследованные образцы. Северобайкальский р-н: окрестности п. Нижнеангарск, дол. р. Душкочан, склон северо-западной экспозиции, выходы горных пород, 55°52,235'с.ш., 109°40,131'в.д., №01139, Харпухаева, 27.07.2005. Состав вторичных метаболитов: протоцетраровая, криптостиктовая, порфириловая, лепраровая кислоты. – Курумканский р-н, Джергинский заповедник: дол. р. Баргузин, выходы карбонатных пород, № 01150, Харпухаева, 07.07.2004, курум. Состав вторичных метаболитов: атранорин, констиктовая, порфириловая, алекториаловая кислоты. – Баунтовский р-н: на горном массиве Большой Хоптон (2000 м), 55°05,388'с.ш., 112°52,098'в.д., курум, № 01156, Харпухаева, 07.07.2009. Состав вторичных метаболитов: атранорин, стиктовая, констиктовая, порфириловая, паннарковая, алекториаловая, барбатоловая, норстиктовая кислоты. – Дол. р. Верхняя Ципа, 1110 м, 55°56,398'с.ш., 112°17,655'в.д., скалы у воды, № 01151, Харпухаева, 19.07.2009. Состав вторичных метаболитов: атранорин, леканоровая, порфириловая кислоты. – Окинский р-н: хр. Восточный Саян, Природный парк «Шумак», на выходах карбонатных пород около впадения р. Громатухи в Шумак, 1602 м, 51°57'48''с.ш., 101°52'20''в.д., № 01141, Харпухаева, 19.07.2011.

Заключение. На основе изучения состава вторичных метаболитов выявлено 9 видов рода *Lepraria*: *L. incana*, *L. membranacea*, *L. alpina*, *L. borealis*, *L. eburnea*, *L. elobata*, *L. lobificans*, *L. neglecta*, *L. vouauxii*. Среди них последние 7 приведены впервые для Республики Бурятия. Кроме того, 4 вида приведены впервые для Южной и Центральной Сибири – *L. borealis*, *L. eburnea*, *L. elobata*, *L. vouauxii*.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 11-04-90764 моб_ст.

Гербарные образцы переданы в Гербарий АЛТВ.

ЛИТЕРАТУРА

- Будаева С.Э.** Лишайники лесов Забайкалья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1989. – 104 с.
- Будаева С.Э.** Лишайники Бурятии. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятск. госун-та, 2000. – 144 с.
- Будаева С.Э.** Материалы к флоре лишайников Забайкальского природного национального парка // Бот. журн., 2002. – Т. 87, № 5. – С. 55–62.
- Макарова И.И., Гимельбрант Д.Е., Шапиро И.А.** Ключ для определения видов рода *Lepraria* Ach. России // Новости сист. низш. раст., 2006. – Т. 40. – С. 258–273.
- Макарова И.И., Гимельбрант Д.Е.** Семейство Stereocaulaceae. *Lepraria* // Определитель лишайников России. – Вып. 10. – СПб.: Наука, 2008. – С. 443–462.
- Урбанавичене И.Н., Урбанавичюс Г.П.** Лишайники Байкальского заповедника (аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников. – Вып. 68. – М., 1998. – 55 с.
- Урбанавичене И.Н., Урбанавичюс Г.П.** К флоре лишайников хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Новости сист. низш. раст., 1999. – Т. 33. – С. 161–171.
- Урбанавичюс Г.П., Урбанавичене И.Н.** Лишайники заповедников России // Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях. – Вып. 2. Лишайники и мохообразные. – М., 2004. – С. 24–216.
- Харпухаева Т.М.** Лишайники Джергинского государственного природного заповедника. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2010. – 156 с.
- Feige G.B., Lumbsch H.T., Huneck S., Elix J.A.** Identification of lichen substances by a standardized high-performance liquid chromatographic method // Journal of Chromatography A, 1993. – Vol. 646, Issue 2–3. – P. 417–427.
- Saag L., Saag S., Randle T.** World survey of the genus *Lepraria* (Stereocaulaceae, lichenized Ascomycota) // The Lichenologist, 2009. – Vol. 41 (1). – P. 25–60.