Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 582.29

Лишайники как потенциальное биосырьё

Шамрай О.Н., Смирнова Т.И., Павлов М.Н.

Тверская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация

Определено по стандартным методикам содержание биологически активных веществ в талломах четырёх видов тундровых лишайников рода Cladonia. Обнаружено, что максимальным содержанием аскорбиновой и усниновой кислоты (12,8 мг/100 г и 1,83 %) характеризуется C. Stellaris. В талломах C. alpestris содержится наибольшее количество биофлавоноидов и каротина: 2000 мг/100 г и 255 мкг/100 г, соответственно. C. Stellaris и другие исследованные лишайники являются перспективным биосырьём для пищевой промышленности и фармации.

Ключевые слова: ЛИШАЙНИКИ, КЛАДОНИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ

Введение

Лишайники – повсеместно распространённые симбиотрофные организмы, занимающие около 6% поверхности Земли. Они встречаются на всех пяти континентах, включая Антарктиду, но чаще всего – в местностях с умеренным и холодным климатом [1].

Лишайники относятся к числу организмов, раньше других заселяющих поверхности и субстраты, непригодные для растений. Они участвуют в выветривании горных пород, процессах почвообразования. Наиболее важна их роль в тундровых экосистемах, где они предохраняют верхний плодородный слой почвы от разрушения, служат основным кормом северных оленей и в определённой степени – леммингов [1].

В экологических исследованиях лишайники могут служить индикаторами чистоты воздуха, так как способны накапливать многие экотоксиканты [2]. При загрязнении

атмосферы из биоценозов последовательно исчезают кустистые, листовые, а затем и накипные лишайники. В связи с этим они успешно используются в экологическом мониторинге, в том числе с использованием современных физико-химических методов, таких как ИК-спектроскопия [2].

Среди разнообразных биологических ресурсов лишайники к настоящему времени исследованы в наименьшей степени. Вместе с тем населением Заполярья разные виды лишайников (обиходное название – «олений мох» или «ягель») используются в народной медицине, поскольку в их талломах содержится природный антибиотик – усниновая кислота. Лишайниковый покров тундры Северного полушария представлен, преимущественно, кустистыми лишайниками семейства Кладониевые (*Cladoniaceae*) [1]. Разные виды лишайников даже в пределах одного рода могут значительно отличаться по химическому составу, что является важнейшим таксономическим признаком [3, 4].

Цель исследования – определение уровня содержания биологически активных веществ в талломах тундровых лишайников рода *Cladonia* как потенциального биосырья для пищевой промышленности и фармации.

Методика исследований

Образцы лишайниковой флоры были отобраны в октябре 2018 года в южной части полуострова Ямал к юго-востоку от Салехарда.

Каждый из трёх образцов на 9/10 состоял из лишайника одного вида *Cladonia* с небольшой примесью талломов лишайника второго вида. Преобладающими видами оказались 4 лишайника: кладония оленья – *Cladonia rangiferina (L.) Web*., кладония звездчатая – *Cladonia stellaris (Opiz) Pouzar & Vezd*a, кладония тонкая – Cladonia tenuis *(Flk.) Harm*. и кладония приальпийская – *Cladonia alpestris (L.) Rabenh*. [3, 4]. В незначительном количестве (порядка нескольких экземпляров) в образцах обнаружены и другие виды *Cladonia*.

При спектрофотометрическом исследовании состава лишайников использовали фотометр КФК-2МП «ЗОМЗ», спектрофотометр СФ-56, муфельную печь – для озоления.

Лишайники при подготовке к анализам были очищены от механических и растительных примесей, в течение 5 дней просушены при комнатной температуре 22 ± 1 ^{o}C и измельчены в лабораторной мельнице. Содержание аскорбиновой кислоты,

биофлавоноидов и каротина определяли спектрофотометрическим методом (фотометр КФК-2МП «ЗОМЗ») по стандартным методикам [5], а содержание усниновой кислоты – в гексановом экстракте спектрофотометрическим методом при длине волны 280 нм (спектрофотометр СФ-56) [6, 7].

Результаты исследований

При оценке продовольственной ценности биологического сырья важными показателями являются содержание в продукции витаминов и минеральных (зольных) элементов. Эти вещества являются важнейшими участниками и регуляторами всех биологических процессов живых организмов [8]. В изучаемых образцах лишайников нами было определено содержание основных витаминов: аскорбиновой кислоты, биофлавоноидов и каротина, а также золы как показателя накопления минеральных элементов в слоевищах. Полученные в результате анализов данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание витаминов, каротина и зольность лишайников рода *Cladonia* в зависимости от места произрастания

№ образца	Вид лишайника	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Биофлавоноиды, мг/100 г	Каротин, мкг/100 г	Зольность, %
1	*C. rangiferina* *C. tenuis*	10,9 10,1	1021 840	115 79	2,4 2,7
2	*C. stellaris* *C. alpestris*	12,8 10,6	1179 1805	153 245	2,8 2,2
3	*C. tenuis* *C. alpestris*	11,0 10,8	802 2000	70 255	2,9 2,4

Выявлено, что в талломах разных видов кладонии содержание аскорбиновой кислоты сопоставимо с таковым в зеленой массе некоторых зеленных культур [9, 10].

Чай служит основным источником Р-активных веществ для жителей стран с умеренным и холодным климатом в зимнее время. Исследования показали, что лишайники рода *Cladonia* по содержанию биофлавоноидов (Р-активных веществ) превосходят листовой чай, как черный, так и зеленый [11].

Аскорбиновая кислота (витамин С) и биофлавоноиды (витамин Р), действующие в организме человека как синергисты, присутствуют в слоевищах кладонии в значительном количестве, позволяющем считать данный лишайник натуральным источником этих витаминов.

Характерный компонент зелено-жёлтого, жёлто-зеленого и желтого растительного сырья – каротин, как правило, на 80-90 % представленный β-изомером, также обнаруживается в талломах кладоний, не имеющих выраженной жёлтой или зелёной окраски. Его содержание также сопоставимо с таковым в зеленой массе некоторых зеленных культур, а также плодах гороха, овощных бобов, фасоли, кукурузы [9].

К числу веществ, обнаруживаемых только в лишайниках, относятся т.н. лишайниковые кислоты. Самой важной из них в плане практического применения является усниновая кислота (УК) – природный антибиотик. Натриевая соль этой кислоты – натрия усниат применяется в хирургической практике при лечении ран и ожогов [12].

В настоящее время лишайники являются единственным сырьём для получения УК. Ее выделяют из лишайников рода *Usnea*. Поскольку в составе лишайникового покрова тундры Северного полушария преобладают представители семейства *Cladoniaceae*, представлялось интересным определить содержание УК в талломах этих лишайников как возможного сырья для получения природного антибиотика. Результаты определения представлены на рис. 1.

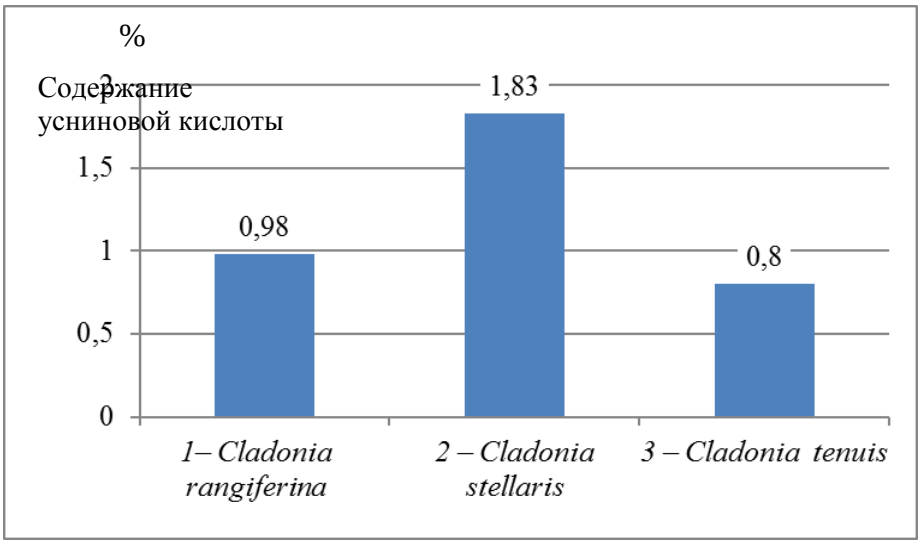

Рис 1. Содержание усниновой кислоты в талломах лишайников

Известны около 70 видов лишайников, содержащих УК, но промышленное значение имеют только те из них, в которых содержание этой кислоты не менее 0,5% [7]. Как следует из результатов выполненного анализа, преобладающие в каждом из 3 образцов виды кладонии соответствуют этому критерию, и, следовательно, могут рассматриваться как сырьё для получения УК.

Заключение

Таким образом, максимальным содержанием аскорбиновой и усниновой кислоты (12,8 мг/100 г и 1,83%) характеризуется *C. Stellaris*. В талломах *C. alpestris* содержится наибольшее количество биофлавоноидов и каротина: 2000 мг/100 г и 255 мкг/100 г, соответственно.

По содержанию биофлавоноидов, каротина, усниновой и аскорбиновой кислот *C. Stellaris* и другие исследованные лишайники являются перспективным биосырьём для пищевой промышленности и фармации.

Список использованных источников

1. Большая Российская энциклопедия: Изд-во «Большая российская энциклопедия». – 2011, т. 17. – 782 с.

2. Павлов М.Н., Мейсурова А.Ф. Мониторинг атмосферного загрязнения в районах животноводческих комплексов Тверской области // Физико-химия полимеров: синтез, свойства и применение. – 2012, № 18. – С. 237-243.

3. Андреев М.П., Ахти Т., Войцехович А.А. и др. Флора лишайников России. – М. – 2014. – 536 с.

4. Вайнштейн Е.А., Равинская А.П., Шапиро И.А. Справочное пособие по хемотаксономии лишайников. – Л. – 1990. – 153 с.

5. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: «Колос». – 1985. – 360 с.

6. Лыскова Н.С., Базарникова Ю.Г., Курчина-Богданов И.В. Изучение состава и свойств вторичных метаболитов лишайника *Usnea barbata*. // Химия растительного сырья. – 2018, № 1. – С. 121-127.

7. Бровко О.С., Паламарчук И.А., Бойцова Т.А. и др. Сравнительный анализ традиционных и современных методов экстракции усниновой кислоты из лишайникового сырья // Фундаментальные исследования. – 2015, № 11 (ч. 4). – С. 659-663.

8. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. – М.: Колос. – 2002. – 584 с.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

9. Ваш огород: Маленькая энцикл. / Под ред. В. Ф. Белика. – М.: Большая рос. энцикл. – 1995. – 479 с.

10. Тараканов Г.И., Мухин В.Д., Шуин К.А. и др. Овощеводство. Под ред. Г. И. Тараканова и В. Д. Мухина. 2-е изд. – М.: КолосС. – 2003. – 472 с.

11. Христоева Н.П., Смирнова Т.И. Анализ антиоксидантной активности кипрея узколистного, чая и его заменителей // Вестник ТвГУ, серия Химия. – 2017, № 4. – С. 26-29.

12. Машковский М.Д. Лекарственные средства. Часть II. – М.: Медицина. – 1994. – 688 с.

==========

Цитирование:

Шамрай О.Н., Смирнова Т.И., Павлов М.Н. Лишайники как потенциальное биосырьё // АгроЭкоИнфо. – 2020, №1. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st_106.pdf.