

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ ЯКУТИИ

Аньшакова В. В., Степанова А. В.

ФГАОУ ВПО Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Россия, 677013, г. Якутск, ул. Кулаковского, 46, АИЦ. E-mail: biotexnologii@bk.ru

В статье даны экологические характеристики лишайников рода *Cladonia*, произрастающих в Якутии, и предложена разработка экологически чистая, безотходная, ресурсосберегающая технология сбора и биотехнологическая переработка лишайникового сырья для получения порошкообразных биоматериалов медицинского и пищевого назначения. Доказано полное соответствие биоресурсов всем гигиеническим нормативам, также подтвержден тот факт, что применение ресурсосберегающей технологии промышленного сбора слоевищ лишайников рода *Cladonia* в таежных регионах Якутии способствует его максимально быстрому самовосстановлению. В настоящее время в СВФУ осуществляется запуск производства разработанных биопрепаратов. Универсальность «активного наполнителя» позволяет быстро перестраивать производство с получения одного продукта на другой, меняя только вводимый в механохимический передел источник соответствующего фармакона.

Ключевые слова: возобновляемое биологическое сырье, слоевища лишайников, механохимические нанобиотехнологии, биопрепараты.

BIOTECHNOLOGICAL PROCESSING OF RENEWABLE RAW MATERIALS YAKUTIA

Anshakova V. V., Stepanova A. V.

North-Eastern Federal University, Russia, Yakutsk, Kulakovskogo str. 46. E-mail: biotexnologii@bk.ru

The review about biotechnological application and ecological cleanliness of renewed lichen raw materials is made. On the basis of the lichen raw materials of Yakutia, containing a complex of physiologically active substances, with application mechanochemical activation obtaining preparations of action. Creating mechanochemical bio-complexes based on the natural matrix of the lichen p-oligosaccharide leads to a prolongation of the pharmacon and increases its biological (including therapeutic) effect by a few times, while reducing the dose and toxicity. Currently, the production of new biologics is being launched in the North-Eastern Federal University. The universality of the "active filler" allows a quick restructuring of the production of one product to another, changing only the pharmacon which is introduced into the mechanochemical process.

Key words: renewable raw material, lichen tallus, mechanochemical biotechnologies, biopreparation.

Наша республика благополучно обосновалась на Севере-Востоке страны, порождая удивительные растения с уникальными свойствами, которые позволяют выжить в суровой северной природе. Среди них ярко выделяются лишайники своими индивидуальными характеристиками, потому не раз привлекающие внимание ученых и обывателей. Всем известно, что лишайниковые сообщества используются в качестве кормовой базы северного оленеводства. Но многим будет интересно знать, что лишайники можно использовать в сельском хозяйстве, пищевой, химической, фармацевтической, парфюмерной промышленности, при оценке экологических характеристик окружающей среды.

Целью исследования является изучение экологической характеристики лишайников рода *Cladonia*, произрастающих в Якутии, и разработка экологически чистых, безотходных, ресурсосберегающих технологий сбора и биотехнологической переработки лишайникового сырья для получения высокоэффективных биопрепаратов широкого спектра действия.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись слоевища лишайников рода *Cladonia* (ягель), произрастающие на территории Республики Саха (Якутия), продукт их механоактивации.

Механохимическую активацию проводили в воздушной среде в мельнице-активаторе проточного типа ЦЭМ 7-80.

Количество сырьевой фитомассы оценивали в соответствии с требованиями инструкции по сбору и сушке (ГОСТ 13727-68). Микробиологические, санитарно-гигиенические исследования по методикам ГОСТ.

Содержание токсичных элементов определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Для исследования радиоактивности образцов ягеля и биопродуктов на его основе использовали метод спектрометрии.

Результаты и обсуждение

В Якутии лишайники встречаются на почве в сосновых борах, среди растительности тундр, в различных растительных поясах таежной зоны региона. Наиболее распространенным видом является Кладония оленья – *Cladonia rangiferina* (L.) Web (ягель). Подеции сероватые или серовато-беловатые, до 20 см высотой, сильноразветвленные, особенно в верхней части, с поникающими в одну сторону конечными веточками, верхушки которых обычно окрашены в темно-коричневый цвет. Образует густые дерновинки.

В слоевище ягеля содержится до 70 % углеводов, близких по своей химической природе к целлюлозе (табл. 1) [4].

Таблица 1

Химический состав сухого ягеля, %

Показатели	ягель высушенный
Влага	14,10
Белки	4,19
Липиды	4,36
Минеральные вещества	3,40
Углеводы	73,3
Усниновая кислота	0,94
β-каротин, мг/100 г	1,2
Витамин С, мг/100 г	10,1

Кроме того, в составе слоевища ягеля обнаружены уникальные лишайниковые кислоты: усниновая, глюкуроновая кислоты, минеральные соли, витамины группы В.

Высокая чувствительность лишайников к чистоте атмосферного воздуха позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды. В условиях атмосферного загрязнения выявляются обеднение видового состава эпифитов, изменение спектра жизненных форм (уменьшение доли кустистых лишайников). Известно, что лишайники концентрируют радионуклиды из воздуха. Поэтому сбор лишайникового сырья

необходимо выполнить в экологически чистой зоне. По результатам ежегодных измерений удельной активности техногенных радионуклидов цезия-137 и стронция-90 на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «Гамма плюс» исследуемое биосырье признано соответствующим нормативам СанПиН 2.3.2.1078-01, что свидетельствует об экологичности зон сбора лишайникового сырья.

Слоевница кладонии заготавливались в летний период ближе к осени. При сборе слоевища отделяли от субстрата, очищали от посторонних примесей (сопутствующих лишайников, мхов, песка и пр.) и высушивали.

Характеристика сырьевой фитомассы указана в табл. 2, которую оценивали в соответствии с требованиями инструкции по сбору и сушке.

Таблица 2

Характеристика сырья *C. rangiferina*

Наименование показателя	Характеристика по ГОСТ 13727-68
Цвет	верхней поверхности серовато-белый, нижней – светло-серый, оснований слоевища красновато-коричневый.
Запах	Слабый, своеобразный
Вкус	Горьковатый, с ощущением слизистости
Содержание влаги, % не более	10,0
Органическая примесь, % не более	5,0
Минеральная примесь, % не более	0,5

Согласно полученным данным, в таежной зоне с одного гектара смешанных зарослей сбор составил 41,0 г/м² лишайникового сырья при влажности 7,1 %.

Ресурсосберегающая технология сбора слоевищ лишайников рода *Cladonia* учитывает особенности восстановления ягельников и ареалы их произрастания, предполагает сбор на таежных территориях произрастания, где наименьший процент выпаса оленей, и срезание в ходе заготовки не более 1/3 подеция, в результате чего период восстановления исходной биомассы не превысит 8 лет.

Дальнейший передел лишайникового сырья происходит механохимической технологией, являющейся новой рациональной твердофазной технологией нанодиспергирования сухого природного биосырья. Механохимическую активацию проводили в воздушной среде в мельнице-активаторе проточного типа ЦЭМ 7-80, где воздействие гравитационного поля на рабочее тело (мельющие шары) заменено центробежной силой.

Использование данной технологии обработки веществ основывается на физико-химических эффектах, общих для прикладной механохимии – от активации твердых веществ, вследствие разупорядочения и образования дефектов, ускорения диффузионно-

затруднённых стадий процессов в твердой фазе, до осуществления твердофазных химических реакций непосредственно в ходе обработки и образования супрамолекулярных наноразмерных частиц. Большая часть биологически активных веществ (БАВ) в растительном сырье связана в комплексы различными связями физической и химической природы, и лишь небольшая их часть может находиться в биодоступной форме. Ударно-истирающее воздействие, даже без добавок твердофазных химических реагентов (например, щелочей, солей), сопровождается наряду с разрушением клеточных стенок изменением химического состава компонентов растительного сырья в результате разрыва ряда химических связей (даже таких прочных, как β -гликозидных) и протекания химических реакций с участием образовавшихся активных частиц.

Кроме того, целесообразность применения механохимических технологий объясняется возможностью исключения экологически небезопасных и энергозатратных стадий при получении веществ из природного сырья (рис.1).

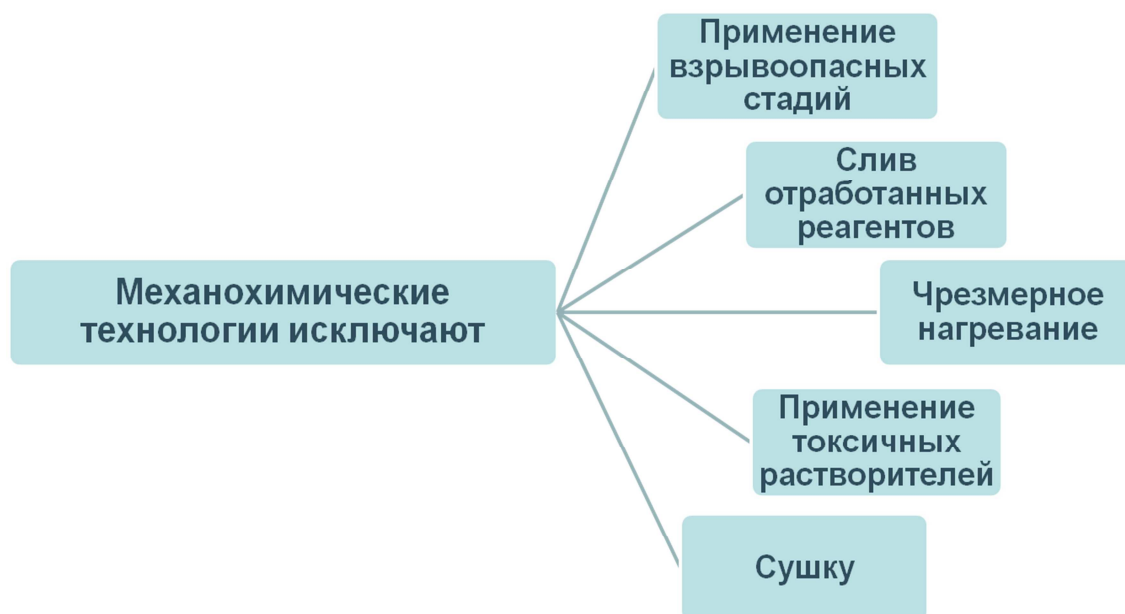


Рис.1. Преимущества механохимической технологии биосырья

Использование механохимической обработки лишайникового сырья в одну технологическую стадию приводит к повышению биодоступности некоторых биогенных элементов в водной вытяжке, таких как Se, Ca, Na [2].

С целью наиболее полного изучения потребительских характеристик лишайника были проведены микробиологические, санитарно-гигиенические исследования по методикам ГОСТ. По результатам определения микробиологической чистоты и антимикробных свойств лишайникового сырья и его продукта – нанодисперсного порошка, было установлено отсутствие патогенной микрофлоры во всех пробах, что свидетельствует о самой высокой

степени микробиологической чистоты как сырья, так и биопродукции, также абсолютной его безопасности для человека.

Рассмотрена возможность использования таких показателей аккумулирующей способности лишайников, как накопления тяжелых металлов. Показано, что лишайниковое сырье и биопродукция на его основе являются экологически чистыми, т.к. содержание тяжелых металлов не превышает ПДК (табл. 3).

Таблица 3

Содержание токсичных элементов в мг/кг сухой массы

	Определяемые показатели	Содержание, мг/кг	Гигиенические нормативы	НД на методы исследований
1	Свинец	0,97	Не более 6,0	МУК 4.1.986-00
2	Мышьяк	0,21	Не более 0,5	ГОСТ Р 51766-2001
3	Кадмий	0,007	Не более 1,0	МУК 4.1.986-00
4	Ртуть	0,002	Не более 0,1	ГОСТ 26927-86

Более того, методом атомно-абсорбционной спектроскопии доказано, что при механообработке содержание некоторых токсичных элементов, например, мышьяка, существенно уменьшается (в десятки раз). Вероятно, это связано с процессом комплексообразования во время механоактивации [1, 5, 3].

Заключение

Таким образом, анализ экологических характеристик исходного лишайникового сырья и его биопродукта, полученного экологически чистой, безотходной механохимической биотехнологией, доказал их полное соответствие всем гигиеническим нормативам, применение ресурсосберегающей технологии промышленного сбора слоевищ лишайников рода *Cladonia* в таежных регионах Якутии способствует его максимально быстрому самовосстановлению.

Список литературы

1. Аньшакова В. В. Механохимическая нанобиотехнология получения высокоэффективных комплексов на основе универсального наполнителя // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2012. – № 4 (Т.4). – С.18-25.
2. Аньшакова В. В., Кершенгольц Б. М. Влияние механоактивации биоконплексов на основе слоевищ лишайников на экстрагируемость эссенциальных микроэлементов в модельных средах // Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – № 4. – С. 433-436.

3. Аньшакова В. В., Кершенгольц Б. М. Способ получения высокоактивного твердофазного биопрепарата антибиотического действия ЯГЕЛЬ из слоевищ лишайников // Патент RU № 2467063 С1 от 05.05. 2011.
4. Савватеева Л. Ю., Туршук Е. Г. Научное обоснование и перспективы пищевого использования ягеля, содержащего усниновую кислоту // Актуальные вопросы развития профилактической медицины и формирования здорового образа жизни: сб. науч. ст. / Под ред. А. Е. Агапитова. – Иркутск: РИО ИГИУВа, 2010. – 180 с.
5. Anshakova V. V. The mechanochemical technology for producing of biocomplexes based on lichen material // International Journal of BioMedicine #3. – 2012. – P. 232-236.

Рецензенты:

Борисова Наталья Владимировна, д-р мед. наук, зам. директора по учебной работе Медицинского института СВФУ, г. Якутск.

Кершенгольц Борис Моисеевич, д-р биол. наук, профессор, зам. директора по науке Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск.