
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 66.084.2; 612.3

Влияние механоактивации биокомплексов на основе слоевищ лишайников на экстрагируемость эссенциальных микроэлементов в модельных средахВ. В. АНШАКОВА¹, Б. М. КЕРШЕНГОЛЬЦ²¹Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, ул. Беллинского, 58, Якутск 677000 (Россия)

E-mail: anshakova_v@mail.ru

²Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН, проспект Ленина, 41, Якутск 677000 (Россия)

(Поступила 08.11.10; после доработки 30.12.10)

Аннотация

Изучена гастроэнтеральная экстракция эссенциальных микроэлементов из биокомплексов на основе слоевищ лишайников и лекарственных растений, полученных твердофазной механохимической обработкой. Установлено, что механоактивация таких биокомплексов в присутствии бикарбоната натрия приводит к повышению экстракции эссенциальных микроэлементов в модельных средах.

Ключевые слова: биокомплексы, микроэлементы, лишайники, механохимические биотехнологии**ВВЕДЕНИЕ**

Традиционное получение физиологически активных веществ (ФАВ) из растительного сырья включает обязательную стадию – экстракцию растворителями различной полярности. При этом традиционная экстракционная технология выделения ФАВ имеет следующие недостатки: использование токсичных и пожароопасных органических растворителей; невысокая степень извлечения за одну стадию обработки и, как следствие, многократное повторение экстрагирования, повышение производственных затрат и загрязнение окружающей среды. Одно из перспективных направлений переработки растительного сырья – использование процессов free solvent, т. е. механохимической твердофазной обработки без участия растворителей

в одну технологическую стадию. Ударно-истирающее воздействие с добавлением твердофазных химических реагентов (например, солей) сопровождается, наряду с разрушением клеточных стенок, изменением химического состава компонентов растительного сырья в результате разрыва ряда химических связей и протекания химических реакций [1]. Скорость разрыва связей определяется жесткостью структуры. Показателем эффективности механохимической обработки биосырья может служить увеличение в продукте биогенных водорастворимых микроэлементов. Это способствует их более эффективному усвоению, так как существует общая тенденция низкой усвояемости подавляющего большинства витаминно-микроэлементных комплексов, пищевых и кормовых комплексов, что связано с проблемами при их всасывании в кишечнике.

Ранее были получены предварительные данные, свидетельствующие о том, что интенсивная механоактивация растительного сырья, повышающая степень диспергирования, сопровождается увеличением выхода и водорастворимых соединений [2, 3], а также их активацией [4–7].

Известно, что растения Якутии, произрастающие в экстремальных климатогеографических условиях, отличаются не просто повышенным содержанием ФАВ, но и существенно большим их структурным разнообразием [8–11]. Например, лишайниковое биосырье служит источником природных ФАВ – лишайниковых кислот, витаминов, микроэлементов, полисахаридов. Основные действующие вещества родиолы розовой – фенольные соединения: фенолоспирты и их гликозиды, флавоноиды и дубильные вещества группы пирогаллола. Фенолоспирт *n*-оксифенилэтанол (тирозол) в сырье содержится в основном в виде гликозида салидрозида (рис. 1, а).

В листьях рододендрона золотистого содержится около 4 % наиболее распространенного в природе гликозида ароматической природы – арбутина (см. рис. 1, б).

Использование механохимической стадии в технологическом цикле производства биопрепаратов из слоевищ лишайников на этапе обработки сухого сырья позволяет увеличить их водорастворимую фракцию путем превращения флавоноидов в фенолятную форму, тем самым повышая экстрагируемость более полной группы ФАВ [4, 6].

Цель данной работы – изучение возможностей интенсификации экстракции микроэле-

ментов в модельные гастроэнтеральные среды из биоконплексов, получаемых на основе лишайникового сырья при механохимической твердофазной обработке.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования служили твердофазные комплексы биопрепаратов на основе лишайникового сырья (ягель) и лекарственных растений: корней и корневищ родиолы розовой (*Rhodiola rosea*, сем. Crassulaceae) и надземных органов рододендрона золотистого (*Rhododendron aureum*, сем. Ericaceae), с массовым соотношением ягель/родиола и ягель/рододендрон, равным 10 : 1.

Опытные образцы биопрепаратов подвергались механохимической активации в воздушной среде в мельнице-активаторе планетарного типа АГО-2. В ходе предварительных опытов было установлено, что оптимальное время обработки составляет 1–2 мин. Обработку биоконплексов проводили с добавлением твердого NaHCO_3 (массовая доля 0.5 %).

Растворимость полученных образцов биопрепаратов изучали в модельном эксперименте в условиях, приближенных к гастроэнтеральным. Гастральная среда создавалась добавлением HCl до концентрации 30 мМ, условия экстракции: $T = 37^\circ\text{C}$, продолжительность 4 ч. Энтеральную среду имитировали защелачиванием NaHCO_3 до pH 8, условия экстракции: $T = 37^\circ\text{C}$, продолжительность 2 ч. Соотношение массы биодобавки к объему модельных сред составило 1 г : 1 л. В качестве контроля рассматривали идентичный состав биопрепаратов грубого измельчения на бытовой мельнице без применения механоактивации и полученных из них экстрактов методом элементного анализа на атомно-эмиссионном спектрометре Thermo Electron iCAP-6500 Duo по стандартной методике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Порошки комплексов биопрепаратов, полученных твердофазной механохимической активацией ягеля и лекарственных растений с добавкой NaHCO_3 в одну стадию без применения растворителей, исследованы методом

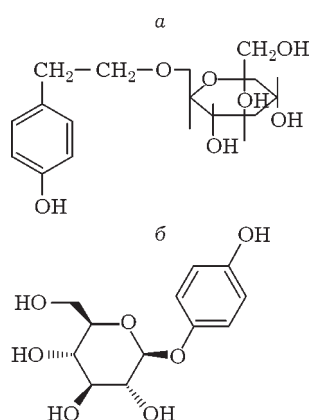


Рис. 1. Примеры гликозидов фенольной природы: а – салидрозид, б – арбутин.

ТАБЛИЦА 1

Изменение водорастворимого состава (микроэлементной части) биокomплексов при механохимическом воздействии

Номер опыта	Состав биокomпозита, способ активации	Содержание, мг/г сухой исходной массы							
		Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn	Sr	Mg
1	Ягель/родиола + 0.5 % NaHCO ₃ , м/а	0.117	0.961	35.27	14.455	0.234	1.107	0.479	50.40
2	То же, экстракция гастральной средой	0.0195	0.344	5.35	14.004	0.114	0.301	0.267	39.99
3	То же, экстракция энтеральной средой	0.065	0.310	11.5	0.30	0.113	0.91	0.36	40.10
4	Ягель/родиола + 0.5 % NaHCO ₃ , грубый помол	0.111	0.980	33.43	13.252	0.202	1.1207	0.448	53.60
5	То же, экстракция гастральной средой	0.013	0.348	4.35	2.23	0.0994	0.163	0.268	21.89
6	То же, экстракция энтеральной средой	0.013	0.21	1.80	0.2	0.106	0.6	0.32	32.66
7	Ягель/рододендрон + 0.5 % NaHCO ₃ , м/а	0.393	0.756	89.01	13.13	0.291	0.879	0.482	40.23
8	То же, экстракция гастральной средой	0.065	0.68	39.64	10.39	0.284	0.602	0.470	36.32
9	То же, экстракция энтеральной средой	0.0325	0.20	7.80	0.61	0.149	0.40	0.1277	34.80
10	Ягель/рододендрон + 0.5 % NaHCO ₃ , грубый помол	0.364	0.736	88.02	12.76	0.256	0.854	0.482	39.29
11	То же, экстракция гастральной средой	0.065	0.48	31.95	2.50	0.092	0.19	0.45	31.70
12	То же, экстракция энтеральной средой	0.0256	0.40	4.70	0.20	0.064	0.12	0.125	28.66

элементного анализа. Установлено, что содержание металлов, входящих в состав мелющих тел, в контрольных и механоактивированных пробах изменяется в пределах ошибки опыта. Следовательно, в ходе механообработки взаимодействия органических веществ растений с материалом механоактиватора не происходит (табл. 1, № 1 и 4).

На рис. 2 приведены данные по отношению содержания микроэлементов в экстрактах механоактивированного биокomплекса ($C_{м/а}$) к их содержанию в экстрактах контрольного образца (C_k). Общая тенденция изменений в химическом составе гастроэнтеральных экстрактов контрольных и механообработанных биокomплексов заключается в том, что экстракция модельными средами практически не извлекает небиогенный Sr, а это очень важно. Переход микроэлементов в водорастворимую форму наблюдается в большей мере для механоактивированных образцов, в отличие от биокomплексов грубого помола. Из биокomплексов ягеля с рододендроном активнее экстрагируются Mn, Ni, Zn, Cu, а из биокomпозита ягеля с родиолой – Cr, Fe, Mn, Mg, Zn (см. рис. 2 и табл. 1).

Возможно, это объясняется интересным и все еще спорным механизмом обеспечения водорастворимости механоактивированных биокomплексов. Специфика растительного сырья заключается в том, что оно содержит воду. Несмотря на то что в механохимических технологиях используется сухое сырье, содержание влаги может достигать 10 %. В соответствии с одной из возможных моделей, при интенсивной механической обработке могут возникать зоны высокого давления и локальных разогревов. Вода, содержащаяся в порах, может переходить в состояние, близкое к сверхкритическому, приобретать повышен-

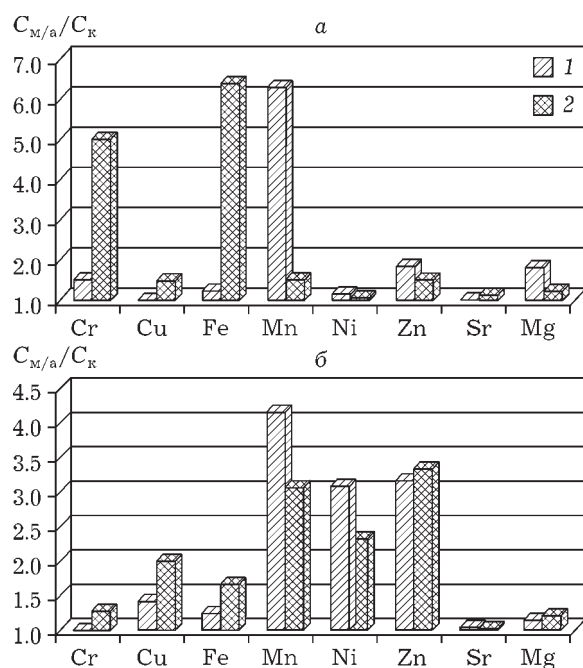


Рис. 2. Влияние механоактивации биокomпозитов ягель/родиола (а) и ягель/рододендрон (б) на гастроэнтеральные экстракции микроэлементов: 1 – гастральная среда, 2 – энтеральная среда. Обозн. см. текст.

ную растворяющую способность и обеспечивать транспортировку растворенных веществ [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение механохимической технологии при обработке биокомплексов на основе лишайникового сырья и лекарственных растений с NaHCO_3 позволяет повышать выход микроэлементов при гастральной и энтеральной экстракциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ляхов Н. З., Григорьева Т. Ф., Барина А. П., Ворсина И. А. // Усп. химии. 2010. № 3. С. 218–233.
- 2 Королев К. Г., Ломовский О. И., Рожанская О. А., Васильев В. Г. // Химия природ. соед. 2003. № 4. С. 295–300.
- 3 Иванов А. А., Юдина Н. В., Ломовский О. И. // Изв. Томск. политехн. ун-та. 2006. Т. 309, № 5. С. 73–77.
- 4 Пат. 2385159 РФ, 2007.
- 5 Душкин А. В., Метелева Е. С., Толстикова Т. Г., Толстикова Г. А., Поляков Н. Э., Медведева Е. Н., Неверова Н. А., Бабкин В. А. // Изв. РАН. Сер. хим. 2008. № 6. С. 1274–1282.
- 6 Кершенгольц Б. М., Ремигайло П. А., Шеин А. А. // Дальневост. мед. журн. 2004. № 1. С. 25–29.
- 7 Иващенко Г. Л., Базарнова Н. Г., Шахтшнейдер Т. П., Болдырев В. В. // Тез. докл. Всерос. семинара “Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья”. Барнаул, 2002. С. 113.
- 8 Минаева В. Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. 431 с.
- 9 Витовская М. Л., Виноградова Т. И., Заболотных Н. В. // Пролемы туберкулеза и болезней легких. 2005. № 11. С. 44–47.
- 10 Сафонова М. Ю. Фармакогностическое и фармакологическое изучение слоевищ цетрарии исландской – *Cetraria islandica* (L.) Ach.: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. СПб, 2002. 21 с.
- 11 Кершенгольц Б. М., Аньшакова В. В., Шеин А. А., Кершенгольц Е. Б. // Химия раст. сырья. 2009. № 3. С. 89–94.
- 12 Boldyrev V. V. // Powder Technol. 2002. Vol. 122, No. 2–3. P. 247.