

УДК 581.134.5

DOI: 10.18101/2306-1995-2024-3-65-70

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПЯТИЛИСТНИКА КУСТАРНИКОВОГО И ТОЛОКНЯНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ С ДОБАВКАМИ

© **Николаева Ирина Геннадьевна**

доктор фармацевтических наук, доцент,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6;
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова
Россия, 670002, г. Улан-Удэ, ул. Октябрьская, 36а
i-nik@mail.ru

© **Цибиктарова Лилия Пурбуевна**

кандидат фармацевтических наук,
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова
Россия, 670002, г. Улан-Удэ, ул. Октябрьская, 36а
virega.86@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние механохимической активации растительного сырья побегов пятилистника кустарникового и листьев толокнянки обыкновенной на извлечение биологически активных веществ. В результате проведенных исследований механоактивированное сырье можно рассматривать как новый продукт, так как для него характерны признаки новизны — появление новых свойств и изменение его состава. Для каждого вида растительного сырья необходимы отдельные исследования по изучению влияния механоактивации на изменение состава полученных продуктов.

Ключевые слова: механоактивация, растительное сырье, побег пятилистника кустарникового, листья толокнянки обыкновенной, биологически активные вещества.

Для цитирования

Николаева И. Г., Цибиктарова Л. П. Механоактивация растительного сырья пятилистника кустарникового и толокнянки обыкновенной с добавками // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. 2024. № 3. С. 65–70.

Введение. Проблема эффективности использования лекарственного растительного сырья является одним из важных направлений развития фармации. Разработка эффективных способов переработки лекарственных растений решается за счет интенсификации технологических процессов.

Биологически активные вещества растений по существующим технологиям лишь частично могут находиться в биодоступной форме. Для максимально эффективной экстракции веществ растений чаще всего используется предварительное измельчение сырья. Механохимическая обработка растительного материала является перспективным способом обработки материалов, в том числе и растительного сырья, позволяющая получить продукты с новыми свойствами [3].

Механохимия — это раздел физической химии, изучающий химические превращения и физико-химические изменения веществ и материалов, которые происходят в результате механической нагрузки, приложенной к веществам или материалам. При механохимическом воздействии происходят многочисленные изменения в органических веществах (разрыв и формирование внутримолекулярных ковалентных связей, процессы с образованием более слабых межмолекулярных связей). Вместе с этим изменяются физические свойства веществ (растворимость, активность, внешний вид). Ударно-истирающее воздействие сопровождается измельчением и разупорядочением структуры обрабатываемого материала, что значительно облегчает выделение БАВ. Известно, что после механохимической активации лекарственных средств изменяются сила и диапазон их фармакологической активности [1; 3; 7].

Ранее исследовано влияние механоактивации растительного сырья — побегов пятилистника кустарникового — на извлечение биологически активных веществ. Установлено, что после механоактивации извлечение экстрактивных веществ достоверно увеличилось примерно на 8%, дубильных веществ — на 7–12%, флавоноидов — на 34% и сапонинов — на 9%. Извлечение рутина, лютеолин-7-гликозида и кверцетина в образцах, измельченных обычным способом и механоактивированных, происходит по-разному. Извлечение лютеолин-7-гликозида и кверцетина увеличивается из механоактивированного сырья. Извлечение жирных кислот из сырья, измельченных механохимически, изменяется по-разному: содержание отдельных кислот увеличивается, некоторые кислоты не обнаруживаются после измельчения на механохимической мельнице, ряд жирных кислот, не обнаруженных в образцах с обычным измельчением, идентифицируется в механоактивированных образцах, при этом общее содержание жирных кислот находится в близких количествах [4].

Целью работы является исследование влияния механохимической активации растительного сырья побегов пятилистника кустарникового и листьев толочнянки обыкновенной с добавками на извлечение биологически активных веществ.

Научная новизна представленной работы заключается в изучении влияния механохимической активации сырья на качественный и количественный выход БАВ растения.

Проведение механической активации в мельницах — наиболее распространенная операция в механохимии. Это обусловлено относительной простотой проведения эксперимента, а также тем, что мельница является одним из наиболее распространенных аппаратов для осуществления механического воздействия на вещество. Вместе с тем и механика, и физика процессов, происходящих в таких аппаратах, до сих пор остаются предметом многочисленных исследований. Большая часть этих исследований посвящена в основном оптимизации стадии измельчения с целью получения максимальной поверхности твердого вещества при минимальных затратах энергии [3].

Одним из приемов, который широко используется для улучшения качества активации, является применение различного рода гетерогенных добавок. Известно, что механоактивация с добавками полисахаридов — арабиногалактана и пектина — обусловила получение комплексов, способствующих растворению мало-растворимых веществ, а также приводила к снижению их терапевтических доз [2; 5; 8].

Так как значительная часть растительных биологически активных веществ представлена в виде гликозидов или агликонов, то использование добавок, предположительно, способствует гидролизу гликозидных связей под воздействием активации или способствует их образованию, что приводит к изменению состава биологически активных веществ растений.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований служили побеги пятилистника кустарникового, заготовленные в период с мая по сентябрь 2022 г, а также листья толокнянки обыкновенной, приобретенные через аптечную сеть г. Улан-Удэ. Для измельчения сырья использовали зернодробилку лабораторную, роторную мельницу РМ25, размер частиц 1–3 мм (частота вращения 3000 об/мин). Механохимическую активацию сырья проводили центробежной травяной мельницей ТМЗ (разработка Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск). Содержание флавоноидов, арбутина и экстрактивных веществ определяли фармакопейными методами.

Результаты исследования

Для растительного сырья — побегов пятилистника кустарникового — изучено влияние добавок сахарозы на извлечение флавоноидов с использованием различных экстрагентов (табл. 1).

Таблица 1

Извлечение суммы флавоноидов в механоактивированном сырье с добавками сахарозы

п/н	Экстрагент	Побеги пятилистника кустарникового (обычное измельч)	Побеги пятилистника кустарникового механоактивированные с добавками сахарозы		
			5%	10%	15%
1	Вода очищенная	1,99±0,08	1,95±0,08	1,85±0,09	1,80±0,09
2	40% этанол	2,01±0,08	2,20±0,08	2,25±0,06	2,23±,08
3	70% этанол	2,32±0,07	2,36±0,10	2,39±0,11	2,37±0,11
4	95% этанол	1,81±0,09	1,84±0,10	1,85±0,07	1,83±0,03

В результате изучения выявлено, что при механоактивации сырья с добавкой сахарозы увеличивается извлечение суммы флавоноидов при экстракции 40% этанолом.

В продолжении исследований нами изучено влияние добавок сахара, натрия гидрокарбоната, аскорбиновой кислоты при механоактивации растительного сырья листьев толокнянки обыкновенной на извлечение экстрактивных веществ и арбутина. Использовали обычное измельчение сырья и механохимическую активацию сырья в двух режимах (с частотой 25 и 35 Гц) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание экстрактивных веществ и арбутина
в листья толокнянки обыкновенной

№ п/п	Объект исследования — лист толокнянки обыкновенной	Экстрактивные вещества, %					Содержание арбутина, %	
		Вода	40% спирт	60% спирт	70% спирт	Этилацетат	Экстрагент – вода очищенная	Экстрагент – 40% этанол
1	Обычное измельчение (1–3 мм)	46,57	43,82	47,65	48,66	9,83	17,16	13,08
2	Механохимическое измельчение при частоте 20 Гц	48,62	45,30	56,07	52,88	13,42	23,37	12,83
3	Механохимическое измельчение при частоте 30 Гц	46,43	44,05	56,43	48,66	11,96	21,11	11,71

Исследования показали, что механоактивация способствует извлечению большего количества экстрактивных веществ, особенно при экстракции этилацетатом (более чем на 26% по сравнению с механоактивированным сырьем без добавок), но при этом есть тенденция, что более сильное воздействие (увеличение частоты механоактивации) приводит к некоторому снижению выхода экстрактивных веществ. Также было установлено, что количественное содержание арбутина увеличивается после механической активации при экстрагировании водой, в других случаях количественное содержание находится в близких значениях.

Применение добавок при механоактивации значительно способствовало извлечению экстрактивных веществ при использовании в качестве экстрагента этилацетата (почти в 3–4 раз); при использовании водно-спиртовых экстрагентов содержание экстрактивных веществ снижалось. Результаты отражены в таблице 3.

Таблица 3

Значения содержания экстрактивных веществ в листьях толокнянки с добавками

Добавка	Экстрагент				
	Вода	40% спирт	60% спирт	70% спирт	Этилацетат
Сахар, %	34,38	43,50	55,90	33,13	40,40
Сода, %	31,55	36,30	33,79	24,74	37,35
Аскорбиновая кислота, %	35,00	31,69	39,75	31,49	31,71

Заключение. Измельчение растительного сырья «обычным» способом (1–3 мм) и механоактивированным способом в большинстве случаев увеличивает общее количественное содержание групп биологически активных веществ растений. При этом соотношение компонентного состава в группах БАВ изменяется по-разному. Содержание отдельных веществ увеличивается, других — уменьшается или не обнаруживается после механоактивации, что объясняется межмолекулярным взаимодействием биологически активных веществ.

При разработке показателей качества растительного сырья в государственной фармакопее для отдельных видов сырья вводятся и разрабатываются показатели качества для так называемого цельного сырья и измельченного. Здесь фармакопея рассматривает растительное сырье как единый продукт, средство, основные качественные и количественные показатели не имеют существенных отличий и показатели носят товароведческий, технологический характер. А в плане использования этого растительного сырья — цельное и измельченное — обладает одинаковой фармакологической активностью.

В результате проведенных исследований механоактивированное сырье можно рассматривать как новый продукт, так как для него характерны признаки новизны — появление новых свойств и изменение его состава. Механоактивированное сырье может существенно отличаться от исходного, что, скорее всего, зависит от химического состава исходного растения.

Для внедрения механоактивированного растительного сырья требуются дополнительные тщательные исследования химического состава, биологической активности, так как в процессе его механохимической переработки изменяется его химический состав, а также свойства — физические и физико-химические (прежде всего растворимость БАВ), и возможна коррекция биологической, фармакологической активности (снижение терапевтической дозы, скорость проявления эффекта). При этом необходимо строго регламентировать степень обработки растительного материала, так как от степени воздействия на растительное сырье может существенно измениться состав готового продукта. Для каждого вида растительного сырья необходимы отдельные исследования по изучению влияния механоактивации на изменение состава полученных продуктов.

Литература

1. Супрамолекулярные системы доставки молекул лекарственных веществ на основе водорастворимых растительных метаболитов. Физико-химические, фармакологические свойства и особенности механохимического получения / А. В. Душкин, Е. С. Метелева, Т. Г. Толстикова [и др.] // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2019. № 27. С. 233–244. Текст: непосредственный.
2. Исследование водорастворимости 20-гидроксиэкдизона и его различных комплексов / А. М. Кожанова, Б. С. Темиргазиев, Б. И. Тулеуов [и др.] // *Химия и технология растительных веществ: тезисы докладов XII Всероссийской научной конференции с международным участием и школой молодых ученых*. Киров, 2022. С. 87. Текст: непосредственный.
3. Ломовский О. И. Механохимия в решении экологических задач // *Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы*. 2006. № 79. С. 1–221. Текст: непосредственный.
4. Механохимическая обработка растительного сырья побегов пятилистника кустарникового / И. Г. Николаева, Г. Г. Николаева, Л. Д. Раднаева [и др.] // *Вестник Бурятского государственного университета*. 2013. № 12. С. 11–15. Текст: непосредственный.
5. Уменьшение гепатотоксичности нимесулида в составе композиции с глицеризинатом натрия, полученной механохимическим способом / Е. С. Петрова, Н. А. Жукова, В. И. Евсеенко [и др.] // *Сибирский научный медицинский журнал*. 2023. Т. 43, № 1. С. 71–78. Текст: непосредственный.

6. Влияние механообработки коры осины на антиоксидантные свойства водорастворимых веществ / С. И. Писарева, Н. В. Юдина, Ю. В. Лоскутова [и др.] // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С. 45–50. Текст: непосредственный.

7. Рязанова Т. В., Чупрова Н. А., Ким Н. Ю. Об интенсификации процесса экстракции коры лиственницы сибирской в дезинтеграторе // Химия растительного сырья. 2000. № 1. С. 95–100. Текст: непосредственный.

8. Халиков С. С., Душкин А. В. Использование растительных веществ для улучшения свойств труднорастворимых лекарственных веществ // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием / под редакцией Н. Г. Базарновой, В. И. Маркина. 2020. С. 124–127. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 25.11.2024; одобрена после рецензирования 02.12.2024; принята к публикации 05.12.2024.

MECHANICAL ACTIVATION OF THE HERBAL SUBSTANCES
OF *POTENTILLA FRUTICOSA* AND *ARCTOSTAPHYLOS*
UVA-URSI SHOOTS WITH ADDITIVES

Irina G. Nikolaeva

Dr. Sci. (Pharmaceutics), A/Prof.,
Institute for General and Experimental Biology SB RAS
6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670047, Russia
Dorzhi Banzarov Buryat State University
36a Oktyabrskaya St., Ulan-Ude 670002, Russia
i-nik@mail.ru

Liliya P. Tsibiktarova

Cand. Sci. (Pharmaceutics),
Dorzhi Banzarov Buryat State University
36a Oktyabrskaya St., Ulan-Ude 670002, Russia
vipera.86@mail.ru

Abstract. The article considers the effect of mechanical activation of the herbal substances of *Potentilla fruticosa* and *Arctostaphylos uva-ursi* shoots on extraction of bioactive substances. As a result of research, mechanically activated substances can be considered as a new product, since it is characterized by signs of novelty — new properties and a change in composition. Each type of herbal substances should be separately studied for the effect of mechanical activation on the changes in composition of the products obtained.

Keywords: mechanical activation, plant materials, *Potentilla fruticosa* shoot, *Arctostaphylos uva-ursi* leaves, bioactive substances.

For citation

Nikolaeva I. G., Tsibiktarova L. P. Mechanical Activation of the Herbal Substances of *Potentilla fruticosa* and *Arctostaphylos uva-ursi* Shoots with Additives. *Bulletin of Buryat State University. Medicine and Pharmacy*. 2024; 3: – (In Russ.).

The article was submitted 25.11.2024; approved after reviewing 02.12.2024; accepted for publication 05.12.2024.