

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ МЕХАНОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОЙ БЕРЕСТЫ И СУХОГО ЭКСТРАКТА ИЗ НЕЕ

[Ю.В. Лигостаева, В.В. Иванова, М.А. Ханина, А.П. Родин, А.В. Шишканова](#)

*ГБОУ ВПО Новосибирский государственный медицинский университет
Минздравсоцразвития России (г. Новосибирск)*

Исследовано влияние механохимической активации на элементный состав бересты и сухого экстракта из нее. Методом масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой установлено наличие 61-го элемента. Береста и ее сухой экстракт отличаются только по содержанию макро- и микроэлементов.

Ключевые слова: береста, механохимическая активация, сухой экстракт, элементы.

Лигостаева Юлия Валерьевна — аспирант кафедры фармакогнозии и ботаники ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 346-00-19, e-mail: benna89@mail.ru

Иванова Виктория Валерьевна — соискатель кафедры фармакологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», врач УЗ-диагностики, рабочий телефон: 8 (383) 346-39-21, e-mail: vik02051982@yandex.ru

Ханина Миниса Абдуллаевна — доктор фармацевтических наук, профессор. заведующая кафедрой фармакогнозии и ботаники ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-13, e-mail: khanina06@mail.ru

Родин Анатолий Петрович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры фармакологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», e-mail: rodinap@yandex.ru

Шишканова Алевтина Владимировна — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры фармакологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 226-19-25

Введение. Березовая кора перспективное сырье для фармации в связи с тем, что она является крупнотоннажным отходом деревообрабатывающей промышленности [5, 6], содержит ряд ценных биологически активных веществ (БАВ) [2, 3], в экспериментах

показала высокую биологическую активность [3, 4]. Ранее нами был изучен состав и содержание элементов в бересте и сухом экстракте из нее [1]. В настоящее время ведется поиск методов повышения выхода БАВ из растительного сырья. В этом плане представляет интерес механохимическая обработка растительного материала. Применение механохимических методов позволяет разработать технологии нового экологического уровня, позволяющие создать экологически чистые и малоотходные процессы в различных областях (переработка минерального, возобновляемого растительного, пищевого сырья; переработка техногенного сырья и др.) [7]. Авторами отмечается, что получаемые при механохимической переработке растительного сырья биологически активные препараты подвергаются меньшему химическому воздействию по сравнению с жидкофазными экстракционными технологиями, сохраняют близкий к исходному натуральный состав и оказываются более приемлемыми для организма человека. Исследования влияния механохимической обработки на элементный состав растительного сырья ранее не проводились [8].

Цель работы — изучение влияния механохимической обработки на элементный состав бересты и сухого экстракта из нее.

Материалы и методы исследования. Объектом для исследования служила береста Березы повислой (*Betula pendula* Roth.) сем. Березовые (*Betulaceae*), собранная в Новосибирской области (2011). Исходный образец делили на 2 части, одну часть измельчали общепринятым способом (размер частиц 3 мм), другую часть подвергли механохимической активации (размер частиц от 0,1 до 0,5 мм). Механохимическую активацию проводили на базе ИХТТ СО РАН. Исследовались сухие экстракты, полученные из данных образцов бересты. Сухие экстракты получены экстракцией водно-спиртовой смесью (20 % спирт этиловый) при нагревании. Экстрагент удаляли при щадящем температурном режиме (не более 40 °С). Определение состава и количественного содержания элементов проводилось методом масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой на приборе «ELAN-DRC».

Результаты и обсуждение. Образец бересты, измельченный общепринятым методом (I), — объемный, легкий растительный материал без запаха, состоящий из частиц белого или кремового цвета. Образец бересты, подвергнутый механохимической обработке (II), — плотный порошок темно-коричневого цвета со специфическим запахом. Сухие экстракты (III и IV) представляют собой аморфные пористые порошки горьковатого вкуса растворимые в воде (лучше — при нагревании). Анализ элементного состава обоих образцов бересты и сухих экстрактов из них показал присутствие 61-го элемента. Все исследуемые образцы по компонентному составу различий не имеют (см. табл.).

Содержание элементов в бересте *Betula pendula* и в экстракте (в мкг/г воздушно сухой массы)

№ п/п	Элемент	Объекты исследования			
		I	II	III	IV
1	Li	0,022	0,44	0,46	3,47
2	Be	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,015
3	B	1,53	12,5	62,8	92,8
4	Na	47,6	361,0	1470,0	860,0
5	Mg	171,0	660,0	1683,0	2549,0

6	Al	21,7	249,01	130,0	66,0
7	Si	164,0	197,0	530,0	398,0
8	P	70,5	492,0	1155,0	1586,0
9	K	332,0	1984,0	4838,0	10675,0
10	Ca	239,0	5750,0	3770,0	5712,0
11	Ti	1,53	16,6	15,0	2,74
12	V	0,077	0,50	0,84	0,20
13	Cr	1,81	73,8	4,35	3,28
14	Mn	142,0	141,0	1140,0	563,0
15	Fe	19,2	757,0	114,0	69,2
16	Co	0,033	0,59	0,44	1,19
17	Ni	0,96	19,0	4,84	5,32
18	Cu	6,93	5,36	28,8	7,07
19	Zn	52,1	69,5	388,0	148,0
20	Ga	0,049	0,42	0,41	0,25
21	Ge	0,0037	0,056	0,0036	0,010
22	As	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
23	Se	0,16	0,49	0,64	0,84
24	Br	1,01	0,76	48,0	21,7
25	Rb	0,20	1,67	3,36	8,87
26	Sr	2,30	34,3	21,0	35,9
27	Y	0,011	0,098	0,062	0,023
28	Zr	0,060	0,36	0,36	0,16
29	Nb	0,0038	0,045	0,026	0,0051
30	Mo	0,031	0,51	0,15	0,11
31	Ag	0,014	0,020	0,091	0,024
32	Cd	0,12	0,33	0,46	0,21
33	Sn	0,23	2,75	1,37	0,45
34	Sb	0,010	0,27	1,32	0,49
35	I	0,14	0,091	12,5	3,32
36	Cs	0,0029	0,064	0,021	0,055
37	Ba	5,75	40,3	42,0	48,2
38	La	0,019	0,14	0,099	0,026
39	Ce	0,027	0,26	0,14	0,040
40	Pr	0,0028	0,029	0,017	0,0049
41	Nd	0,010	0,11	0,058	0,021
42	Sm	0,0011	0,025	0,013	0,0078
43	Eu	0,0001	0,0052	0,0021	0,0006

44	Gd	0,0015	0,022	0,012	0,0033
45	Tb	0,0003	0,0039	0,0018	0,0006
46	Dy	0,0013	0,014	0,0062	0,0030
47	Ho	0,0003	0,0035	0,0021	0,0005
48	Er	0,0002	0,0075	0,0041	0,0009
49	Tm	0,0002	0,0012	0,0008	0,0004
50	Yb	0,0002	0,0063	0,0036	0,001
51	Lu	0,0001	0,001	0,0009	0,0005
52	Hf	0,0011	0,0082	0,0072	0,0017
53	Ta	0,0014	0,0072	0,0027	0,0006
54	W	0,0037	2,11	0,080	0,18
55	Au	0,0011	0,0014	0,016	0,016
56	Hg	0,0068	0,0091	0,030	0,0077
57	Tl	0,0006	0,0087	0,014	0,051
58	Pb	0,10	1,20	17,3	0,98
59	Bi	0,053	0,67	1,54	0,3774
60	Th	0,0033	0,028	0,013	0,0038
61	U	0,0011	0,0080	0,064	0,022

Примечание: I — береста измельченная общепринятым методом, II — береста подвергнутая механохимической активации, III — сухой экстракт из бересты I, IV — сухой экстракт, полученный из бересты II

При сравнительном анализе исследуемых образцов бересты было выявлено, что механохимическая обработка приводит к изменениям в содержании элементов. Содержание одних элементов (Si, Zn, Ag, Au, Hg) увеличивается незначительно (не более чем в 1,4 раза), содержание других элементов (B, Na, Mg, P, K, V, Ga, Se, Rb, Y, Zr, Cd, Ba, La, Ce, Pr, Tm, Hf, Ta, Th, U, Lu) увеличивается в 3-10 раз; увеличение содержания в 11-20 раз отмечено для Li, Al, Ti, Co, Ni, Ge, Sr, Nb, Mo, Sn, Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Tl, Pb, Bi; содержание следующей группы элементов увеличивается в 20-50 раз: Cs (×22), Sm (×23), Ca (×24), Sb (×27), Yb (×31), Er (×37), Fe (×39), Cr (×41), Eu (×52); содержание W увеличивается в 570 раз. На ряд элементов (Be, Mn, As) механохимическая обработка не оказала влияния, их содержание не различается в исследуемых образцах бересты. Содержание ряда элементов (Cu, Br, I) при механохимической активации бересты незначительно снижается.

Сравнительный анализ количественного содержания элементов бересты (I) и экстракта из нее (III) показал, что экстракт значительно (в разы и даже на порядки) превосходит бересту по содержанию большинства элементов [Ким], что является закономерным. При сравнительном анализе образца бересты (II) и экстракта из нее (IV) выявлено, что по содержанию ряда элементов (Cu, Cd, Sb, Ba, Co, Zn, Si, Na) экстракт в 1,5-2,5 раза превосходит исходное сырье; в 3-8 раз увеличивается содержание U, P, Mg, Rb, K, Tl, B, Li, по содержанию только трех элементов экстракт значительно превосходит бересту: Be (×15), Br (×29), I (×37). Содержание большей части элементов, таких как Al, Ti, Ni, Mo, Nb и др. (всего 36 элементов), в экстракте меньше, чем в исходном сырье (в 2-5 раз), для

Cr, Fe, Ta отмечено снижение содержания в десятки раз (в 11-23 раза). Равное содержание в исходном сырье и экстракте отмечено для элементов: Ca, As, Sr, Ag, Au.

Сравнительный анализ экстрактов, полученных из бересты, измельченной обычным способом и механохимически активированной, показал, что механохимическая обработка сырья приводит к снижению содержания большей части элементов (39 элементов, таких как Al, Si, Cr, Mn, Fe, Zn, Br, Mo, Ag, Cd, Sn, Hg, Bi, Pb и др.), не влияет на содержание As, Au и увеличивает выход ряда элементов в разы: Li ($\times 7,5$), Be ($\times 15$), B ($\times 1,5$), P ($\times 1,4$), K ($\times 2,2$), Ca ($\times 1,5$), Co ($\times 2,6$), W ($\times 2,3$) и др.

Обсуждение результатов. Проведенные исследования показали, что механохимическая обработка такого лекарственного растительного сырья как береста приводит к увеличению (в разы и десятки раз) содержания в ней большинства выявленных элементов. Возможно, это связано с тем, что в процессе механохимической обработки происходит загрязнение сырья элементами материалов, из которых изготовлены шары и внутренние стенки мельницы. На то, что при механохимической обработке бересты в ней происходят химические и физические процессы свидетельствует тот факт, что при явном увеличении содержания в ней большинства элементов по сравнению с исходным сырьем, они гораздо хуже элюируются экстрагентом (20 % спиртом этиловым). Данный факт подтверждается сравнительным анализом элементного состава двух сухих экстрактов, полученных из бересты, измельченной общепринятым способом, и бересты, подверженной механохимической активации.

Выводы

1. Механохимическая активация бересты не влияет на ее элементный состав.
2. Механохимическая активация бересты приводит к увеличению содержания большинства элементов в ней.
3. В сухом экстракте, полученном из бересты, подвергнутой механохимической активации содержание большинства элементов в разы меньше, чем в экстракте, полученном из бересты, измельченной общепринятым способом.

Список литературы

1. Элементный состав бересты и сухого экстракта / Т. В. Ким, И. И. Иванова, М. А. Ханина, А. П. Родин, О. Р. Грек // Фармация. — 2011. — № 3. — С. 27-30.
2. Выделение бетулина и суберина из коры березы, активированной в условиях «взрывного автогидролиза» / Б. Н. Кузнецов, В. А. Левданский, А. П. Еськин, Н. И. Полежаева // Химия растительного сырья. — 1998. — № 1. — С. 5-9.
3. Получение диацетат бетулина из бересты коры березы и изучение его антиоксидантной активности / С. А. Кузнецова [и др.] // Фармация. — 2008. — № 2. — С. 152-165.
4. Изучение состава гексанового экстракта бересты и его токсико-фармакологических свойств / С. А. Кузнецова [и др.] // Химия растительного сырья. — 2008. — № 1. — С. 45-49.
5. Кулагин Е. П. Использование отходов химической переработки коры в качестве удобрений / Е. П. Кулагин, А. Н. Кислицын, В. В. Рябков // Хвойные бореальной зоны. — 2003. — Вып. I. — С. 128-129.
6. Изучение экстракции коры березы гексаном, этилацетатом, изопропиловым спиртом и водой / В. А. Левданский, Н. И. Полежаева, А. В. Левданский, Б. Н. Кузнецов // Химия растительного сырья. — 2004. — № 2. — С. 17-20.
7. Ломовский О. И. Механохимия в решении экологических задач / О. И. Ломовский,

- В. В. Болдырев // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. — 2006. — № 79. — С. 1-221.
8. Павлова А. С. Разработка технологии механохимической обработки бересты с извлечением биологически активных веществ / А. С. Павлова, Б. М. Кершегольц // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : материалы III Всероссийской научной конференции. — Барнаул, 2007. — С. 386-387.

ELEMENTARY STRUCTURE OF MECHANOCHEMICALLY ACTIVATED BIRCH BARK AND ITS DRY EXTRACT

[Y.V. Ligostaeva](#), [V.V. Ivanova](#), [M.A. Khanina](#), [A.P. Rodin](#), [A.V. Shishkanova](#)

SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment» (Novosibirsk c.)

The influence of mechanochemical activation on element structure of birch bark and its dry extract is investigated. The mass spectroscopy method with inductively connected plasma established the existence of the 61st element. Birch bark and its dry extract differ only according to contents of macro elements and trace substances.

Keywords: birch bark, mechanochemical activation, dry extract, elements.

About authors:

Ligostayeva Julia Valerievna — post-graduate student of pharmacognosy and botany chair of SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment», office number: 8 (383) 346-00-19, e-mail: benna89@mail.ru

Ivanova Victoria Valerievna — degree-seeking student of pharmacology chair at SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment», doctor of ultrasound diagnostics, office phone: 8 (383) 346-39-21, e-mail: vik02051982@yandex.ru

Khanina Minisa Abdullaevna — doctor of pharmaceutical sciences, professor, head of pharmacognosy and botany chair at SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment», work phone: 8 (383) 225-07-13, e-mail: khanina06@mail.ru

Rodin Anatoly Petrovitch — candidate of medical sciences, assistant professor of pharmacology chair at SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment», e-mail: rodinap@yandex.ru

Shishkanova Alevtina Vladimirovna — candidate of medical sciences, senior teacher of pharmacology chair of SEI HPE «Novosibirsk State Medical University Minhealthsocdevelopment», office phone: 8 (383) 226-19-25

List of the Literature:

1. Elementary structure of birch bark and dry extract / T. V. Kim, I. I. Ivanova, M. A. Khanina, A. P. Rodin, O. R. Grek // *Pharmaceutics*. — 2011. — № 3. — P. 27-30.
2. Allocation betulin and suberins from birch bark activated in conditions of «explosive autohydrolysis» / B. N. Kuznetsov, V. A. Levdansky, A. P. Eskin, N. I. Polezhaev // *Chemistry of vegetative raw materials*. — 1998. — № 1. — P. 5-9.
3. Receiving betulin diacetate from birch bark and studying its antioxidatic activity / S. A. Kuznetsova [etc.] // *Pharmaceutics*. — 2008. — № 2. — P. 152-165.
4. Studying of composition of hexoic birch bark extract and its toxic pharmacological properties / S. A. Kuznetsova [etc.] // *Chemistry of vegetative raw materials*. — 2008. — № 1. — P. 45-49.

5. Kulagin E. P. Use of wastage of chemical processing of bark as fertilizers / E. P. Kulagin, A. N. Kislitsyn, V. V. Ryabkov // Coniferous boreal zone. — 2003. — Iss. I. — P. 128-129.
6. Studying of extraction of birch bark with hexane, ethyl acetate, isopropil alcohol and water / V. A. Levdansky, N. I. Polezhaev, I. V. Levdansky, B. N. Kuznetsov // Chemistry of vegetative raw materials. — 2004. — № 2. — P. 17-20.
7. Lomovsky O. I. Mechanochemistry in the solution of ecological tasks / O. I. Lomovsky, V. V. Boldyrev // Bionomics. Series of state-of-the-art reviews of the world literature. — 2006. — № 79. — P. 1-221.
8. Pavlova A. S. Development of technology of mechanochemical processing birch bark with extraction of biologically active substances / A. S. Pavlova, B. M. Kershegolts // New achievements in chemistry and chemical technology of vegetative raw materials: materials of the III All-Russia scientific conference. — Barnaul, 2007. — P. 386-387.