

УДК 581.5

К вопросу об экологической чистоте образцов лишайников, используемых в качестве биоактивного сырья для биотехнологического передела

А.Ш. Смагулова, В.В. Анышакова

В связи с тем, что слоевища лишайников р. Cladonia являются ценным биосырьем для получения серии биопрепаратов, используемых в медицине и пищевой промышленности, проведен анализ на содержание ряда токсичных и биогенных элементов, а также радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах лишайников, взятых в различных районах Республики Саха (Якутия). Показано, что в местах сбора лишайников для последующего биотехнологического передела содержание токсичных тяжелых металлов и радионуклидов в десятки раз ниже ПДК для этих элементов в пищевых продуктах.

Ключевые слова: слоевища лишайников, тяжелые металлы, радионуклиды.

Because the thallus of the lichen genus Cladonia is a valuable raw material for series of biological products used in medicine and food industry, we performed analysis on the content of a number of toxic and biogenic elements and also ^{137}Cs and ^{90}Sr radionuclides in lichen samples taken from different areas of the Republic of Sakha (Yakutia). It is shown that in the lichens gathering locations (for subsequent biotechnological processing) the content of toxic heavy metals and radionuclides is tens times below the maximum allowable concentration for these elements in foods.

Key words: lichen thalli, heavy metals, radionuclides.

Введение

Одним из первых положений современных парадигм как западной, так и восточной медицины является то, что любому терапевтическому лечению должна предшествовать детоксикация внутренних сред организма (кровь, лимфа, межклеточные жидкости) от экзо- и эндотоксинов [1]. Этим свойством обладают биопрепараты ягелевой серии, разработанные и производимые в Институте биологических проблем криолитозоны СО РАН (по технологии обработки биосырья диоксидом углерода в состоянии сверхкритического флюида) [2] и в лаборатории механохимических биотехнологий СВФУ им. М.К. Аммосова (по механохимической биотехнологии) [3], т.к. их активное вещество – лишайниковые β -олигосахариды, не гидролизующиеся в организме человека, способны связывать различные по природе токсиканты (тяжелые металлы и радионуклиды, карбонильные соединения и фенолы, молочную кислоту и другие органические соединения) и выводить их из организма.

Вместе с тем, первым требованием, предъявляемым к самому биосырью – слоевищам ли-

шайников – является их экологическая чистота, т.к. известно, что нативные талломы, произрастающие на площадях, загрязненных тяжелыми металлами и/или радионуклидами, способны их эффективно сорбировать и накапливать.

Возникающие стихийные рынки по реализации лекарственных растений только подтверждают необходимость контроля содержания в них разного рода поллютантов, поскольку экологически грязное сырье не годится для медицинского и пищевого применения, а в ряде случаев может нанести прямой ущерб здоровью. Были зафиксированы случаи госпитализации людей, лечившихся сборами трав, содержащих ртуть, кадмий, свинец и другие тяжелые металлы, которые превышали ПДК [4].

Поэтому в нашей работе был проведен анализ содержания токсичных (Pb, Hg, Cd, Fe, As), биогенных (I, Se, Ca, Mg, P, K, Na, Li) элементов и радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr) в талломах лишайников р. *Cladonia* в ряде районов Якутии, в тех местах, в которых предполагается сбор лишайникового сырья для последующего биотехнологического передела.

Материал и методы

В качестве материала для исследования использовали слоевища лишайников р. *Cladonia*. Исследования проводили в 2011–2013 гг. Для оценки экологического качества биосырья определяли содержание в них ряда токсичных (в

СМАГУЛОВА Айгерим Шалтаевна – аспирант, специалист ИЕН СВФУ, miregia88@mail.ru; АНЫШАКОВА Вера Владимировна – к.п.н., доцент, зав. лаб. ИЕН СВФУ, anshakova_v@mail.ru.

том числе тяжелых металлов), биогенных элементов, а также радионуклидов цезия и стронция. Анализировали природное сырье, заготовленное в экологически чистых зонах вдалеке от населённых пунктов и автомобильных дорог.

Районы исследования: территории Алданского, Мегино-Кангаласского, Верхневилуйского районов, в 5 км от п. Владимировка в окрестностях г. Якутска (рис.1). Содержание указанных выше токсичных и биогенных элементов, радионуклидов цезия и стронция во всех местах сбора, кроме Анабарского района, определяли с помощью гамма-бета-спектрометрического комплекса УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс» для испытаний проб продовольствия на соответствие требованиям критериев радиационной безопасности. Утвержден ГП «ВНИИФТРИ» 12.08.1988 г.

Биосырье, собранное в Анабарском районе, в 150 км севернее п. Сааскылах, на участке прииска «Маят», анализировалось с использованием метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. Выполнено на АЭС ИСП iCAP 6300 DUO фирмы «ThermoScientific» в режиме аксиального обзора плазменного факела, что позволило сделать количественное определение элементов.

Поскольку не существует предельно допустимых концентраций (ПДК) тяжелых металлов в лекарственных растениях, мы использовали ПДК тяжелых металлов по пищевым продуктам [5].

Результаты и обсуждение

Полученные данные по содержанию токсичных (Pb, Hg, Cd, Fe, As), биогенных (I, Se, Ca, Mg, P, K, Na, Li) элементов в талломах лишайников *p.Cladonia*, по сравнению с ПДК для соответствующих элементов в пищевых продуктах, представлены на рис.2, по содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr – на рис.3.

По токсичным элементам. Наибольшее содержание Pb – до 1,2 мг/кг (ПДК ≤ 6 мг/кг) от-

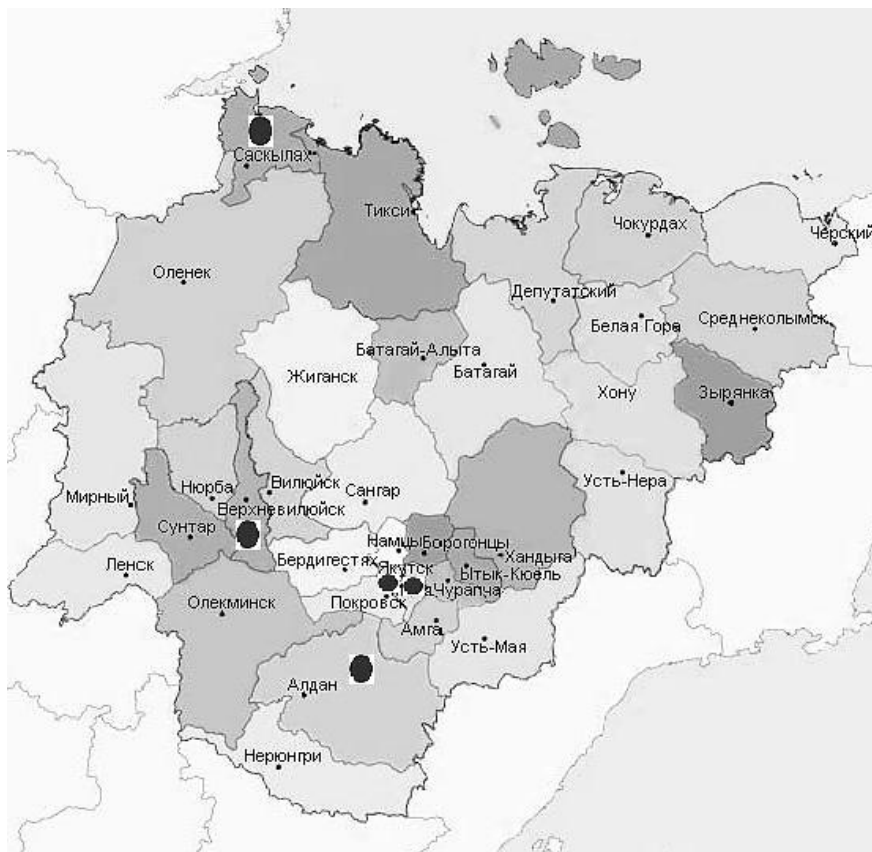


Рис. 1. Районы сбора биосырья •

мечено в Анабарском районе, в остальных точках сбора – от 0,02 до 0,4 мг/кг. Наибольшее содержание As – до 0,23 мг/кг (ПДК $\leq 0,5$ мг/кг) отмечено в Алданском районе, в остальных точках сбора – от 0 до 0,23 мг/кг. Наибольшее содержание Cd – до 0,3 мг/кг (ПДК ≤ 1 мг/кг) также отмечено в Мегино-Кангаласском районе, в остальных точках сбора – от 0,002 до 0,28 мг/кг. Наибольшее содержание Hg – 75–80 мкг/кг (ПДК ≤ 100 мкг/кг) отмечено в Верхневилуйском и Мегино-Кангаласском районах, в остальных точках сбора – от 4 до 18 мкг/кг.

По биогенным элементам. Наименьшее содержание I – 0,02 мг/кг (ПДК ≤ 1 мг/кг) отмечено в Алданском районе, в остальных точках сбора – от 0,44 до 1,0 мг/кг. Во всех точках сбора содержание Se составляет от 0,02 до 0,04 мг/кг (ПДК $\leq 0,5$ мг/кг). Наименьшее содержание Ca – 16,2 мг/кг (ПДК $\leq 1,2$ г/кг) отмечено в 5 км от п. Владимировка (окрестности г.Якутска), в остальных точках сбора – от 120 до 354 мг/кг. Наименьшее содержание Mg – 23–24 мг/кг (ПДК ≤ 400 мг/кг) отмечено в Верхневилуйском и Алданском районах, в остальных точках сбора – от 54 до 215 мг/кг. Наименьшее содержание P – 0,7 мг/кг (ПДК $\leq 1,2$ г/кг) отмечено в Алданском районе, в остальных точках

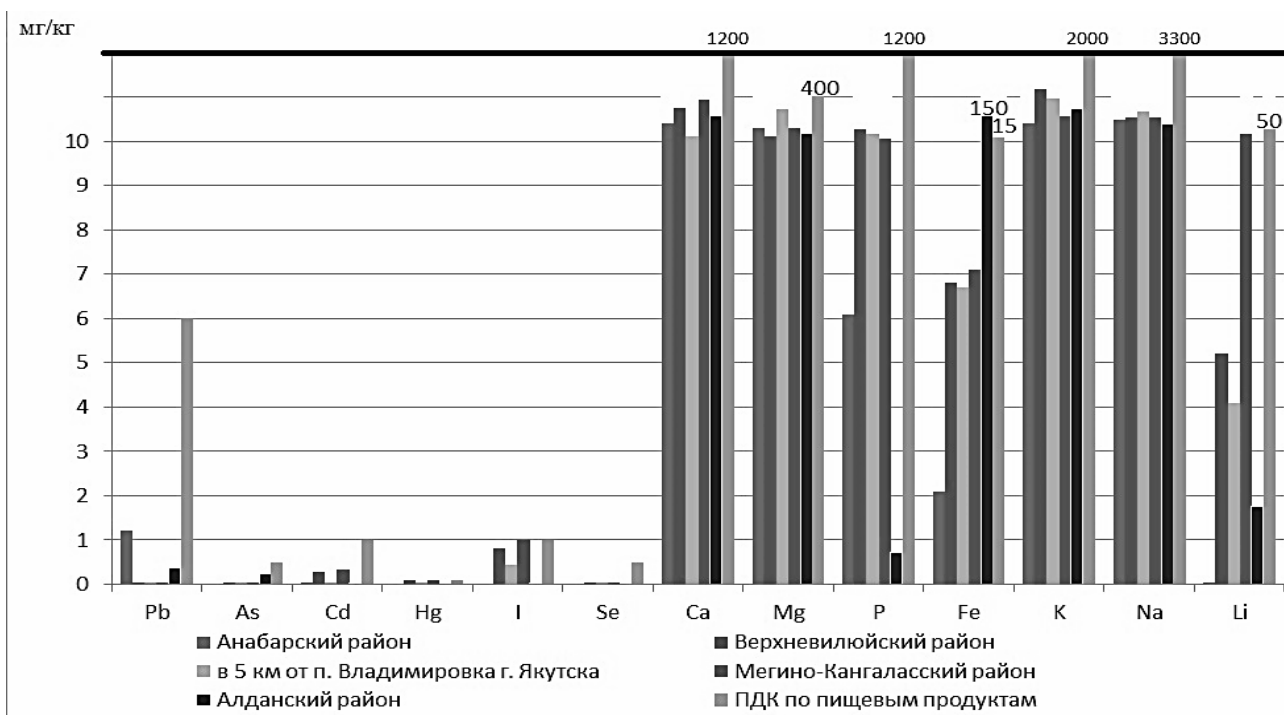


Рис. 2. Содержание токсичных (Pb, Hg, Cd, Fe, As), биогенных (I, Se, Ca, Mg, P, K, Na, Li) элементов в пробах слоевищ лишайников *p. Cladonia*, взятых в четырех районах Якутии, по сравнению с ПДК

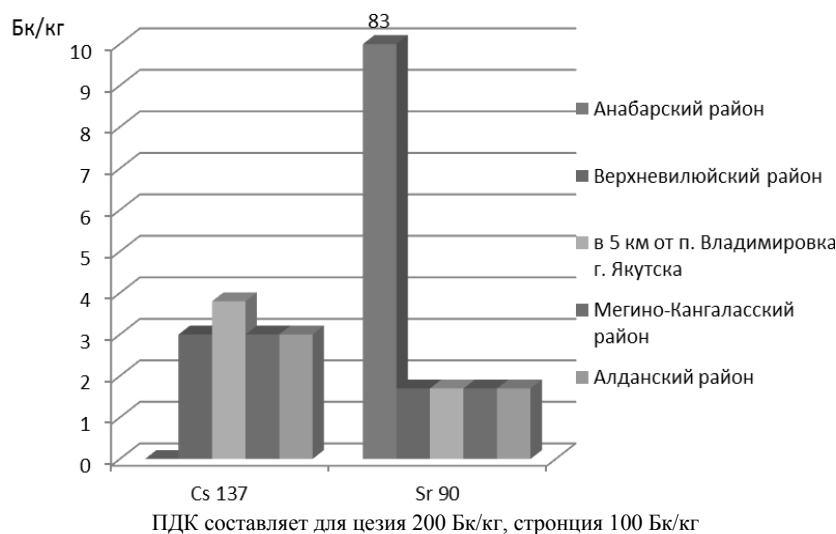


Рис. 3. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах слоевищ лишайников *p. Cladonia*, взятых в четырех районах Якутии

сбора – от 12,8 до 204 мг/кг. Во всех точках сбора содержание Fe составляет от 6,7 до 15 мг/кг (ПДК ≤ 15 мг/кг), наименьшее содержание – Анабарский район (2 мг/г), наибольшее содержание – Алданский район (150 мг/кг). Наименьшее содержание К – 164 мг/кг (ПДК ≤ 2 г/кг) отмечено в Мегино-Кангаласском районе, в остальных точках сбора – от 0,32 до 2 г/кг. Наименьшее содержание Na – 0,06 г/кг

(ПДК $\leq 3,3$ г/кг) отмечено в Алданском районе, в остальных точках сбора – от 0,09 до 2,7 г/кг. Наименьшее содержание Li – 1,8–2 мг/кг (ПДК ≤ 50 мг/кг) отмечено в Алданском и Анабарском районах, в остальных точках сбора – от 4,1 до 23 мг/кг.

По радионуклидам. Во всех точках сбора содержание ^{137}Cs составляет 0,3–3,8 Бк/кг (ПДК ≤ 200 Бк/кг). Наибольшее содержание ^{90}Sr – до 83 Бк/кг (ПДК ≤ 100 Бк/кг) отмечено в Анабарском районе, в остальных точках сбора – менее 1,7 Бк/кг.

Результаты свидетельствуют о том, что содержание ни одного из определяемых токсичных элементов и радионуклидов ни в одной пробе не превышает соответствующих ПДК. Исключением является высокое содержание Fe в ягеле, взятого в Алданском районе.

Кроме того, лишайники *p. Cladonia* могут служить источником биогенных элементов – особенно Ca, Mg, P, K, Na и микродоз Li, I, Se.

Полученные данные позволяют также сделать вывод о том, что развитие фитотерапии требует принятия законодательных актов, предусматри-

вающих контроль качества лекарственного растительного сырья. В частности, срочного решения требуют вопросы экспресс-анализа лекарственного фитосырья на содержание токсичных элементов на стадии приемки сырья и на стадии приготовления готовых лекарственных форм. Выбор участков сбора лекарственного сырья должен проводиться на основе эколого-геохимического картирования почв их произрастания и самой фитомассы на токсичные элементы.

Растительное сырье, которое используется в лекарственных целях, должно иметь соответствующие документы и сертификаты качества.

В целях сохранения растительного покрова и, в частности, популяций лекарственных растений, необходим контроль за соблюдением установленного режима охраны и исключение тех видов хозяйственного использования, которые могут привести как к сокращению регионально-го генофонда ценных видов, так и к ухудшению их экологического качества.

Литература

1. Ярославцева А.В. Парадигма Гиппократ и ме-

тодологические, аксиологические основания современной медицины // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2012. – Вып.1. – С.228–235.

2. Шеина Н.Е., Шеин А.А., Филиппова Г.В. и др. Возобновляемое сырье Якутии: состав, свойства, биотехнологические аспекты применения (обзор). – Ч. 2. Разработки на основе лишайникового сырья (жидкофазные препараты) // Наука и образование. – 2012. – №1. – С.70–75.

3. Аньшакова В.В., Каратаева Е.В., Шарина А.С. и др. Возобновляемое сырье Якутии: состав, свойства, биотехнологические аспекты применения (обзор). – Ч. 3. Разработки на основе лишайникового сырья (твердофазные биопрепараты) // Наука и образование. – 2012. – №2. – С. 86–92.

4. Лебеда А. Ф. Перспективы использования растений в борьбе с иммунодефицитами // Тез. докл. IV Міжнар. конф. з медичної ботаніки. – Київ, 1997. – С.3–17.

5. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. № 5061-89.

Поступила в редакцию 25.07.2014

УДК 582.998.2:58.04:[546.815+546.48]

Влияние малых концентраций ионов свинца и кадмия на развитие проростков ромашки лекарственной (*Matricaria chamomilla* L.)

Э.В. Филиппов, А.А. Шеин, И.А. Прокопьев, Г.В. Филиппова

Исследовано действие ионов свинца и кадмия в концентрациях 3, 15, 30, 60, 120 мкМ на всхожесть семян и развитие проростков ромашки лекарственной. Выявлен более токсический эффект влияния ионов Cd^{2+} на проростки ромашки лекарственной, выраженный в угнетении роста корешка по сравнению с действием ионов Pb^{2+} и совместным действием $Pb^{2+}+Cd^{2+}$. В целом отмечена тенденция к увеличению активности компонентов антиоксидантной защиты низкомолекулярной и ферментативной природы, интенсивности перекисного окисления липидов и содержания фотосинтетических пигментов при действии ионов тяжелых металлов (Pb^{2+} , Cd^{2+} и $Pb^{2+}+Cd^{2+}$) в диапазоне концентраций 3÷120 мкМ.

Ключевые слова: *Matricaria chamomilla* L., ионы свинца и кадмия, химический стресс.

The effect of lead and cadmium ions of concentrations 3, 15, 30, 60, 120 μM on seed germination and seedling development of Matricaria chamomilla is investigated. It is shown more toxic effect of Cd^{2+} ions on seedlings, expressed in inhibition of root growth compared to the effect of Pb^{2+} and the combined action of $Pb^{2+}+Cd^{2+}$ ions. In general, the tendency to increase the activity of components of antioxidant protection of low molecular weight and enzyme nature, the intensity of lipid peroxide oxidation and photosynthetic pigments content under the action of heavy metal ions (Pb^{2+} , Cd^{2+} and $Pb^{2+}+Cd^{2+}$) in a concentration range of 3 ÷ 120 μM.

Key words: *Matricaria chamomilla* L., lead and cadmium ions, chemical stress.

ФИЛИППОВ Эдуард Васильевич – к.б.н., с.н.с. ИБПК СО РАН, edy73@mail.ru; ШЕИН Алексей Анатольевич – к.б.н., с.н.с. ИБПК СО РАН, bg98saa@yandex.ru; ПРОКОПЬЕВ Илья Андреевич – к.б.н., н.с. ИБПК СО РАН, ilya.a.prokopiev@gmail.com; ФИЛИППОВА Галина Валерьевна – к.б.н., с.н.с. ИБПК СО РАН, nureeva@yandex.ru.