

УДК 574/577; 502/504; 502; 051; 313; 330.15

ОБ ЭЛЕМЕНТЕ ГЕРМАНИЙ И ЕГО СОДЕРЖАНИИ В НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Б.А. Комаров^{1*}, Л.В. Погорельская², А.И. Албулов³

Резюме. Проведен анализ некоторых БАД на основе синтетического органического германия. Исследовано содержание элемента германия и микроэлементов, находящихся в германийсодержащих минералах, в некоторых лекарственных растениях. Обосновывается необходимость углублённого исследования содержания германия в отечественных лекарственных растениях и создания современного атласа растений с указанием всех микроэлементов, определённых высокоточными новейшими методами.

Ключевые слова: элемент германий, лекарственные растения, содержание микроэлементов.

ON THE GERMANIUM ELEMENT AND ITS CONTENT IN SOME HERBAL PLANTS

B.A. Komarov^{1*}, L.V. Pogorel'skaya², A.I. Albulov³

Abstract. Some biologically active additives based on synthetic organic germanium were analyzed. The contents of germanium element and microelements in the germanium-containing minerals and some herbal plants were studied. The necessity of the deepened investigation of the germanium content in domestic herbal plants and the development of a modern atlas of plants indicating all microelements determined by the newest high-precision methods is substantiated.

Keywords: germanium element, herbal plants, microelement content.

1 – ФГБУН Институт проблем химической физики РАН, 142432, Россия, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Н.Н. Семёнова, д. 1

2 – ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 123242, Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2

3 – ФГБУН Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности РАН, 141142, Россия, Московская обл., Щелковский р-н, п. Биокомбината, д. 17

1 – Institute of Problems of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, 1, Akademika Semenova str., Chernogolovka, Moscow region, 142432, Russia

2 – Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 2, Barrikadnaya str., Moscow, 123242, Russia

3 – All-Russia Research and Technological Institute of Biological Industry, 17, Biokombinata settlement, Shchelkovo District, Moscow Region, 141142, Russia

* адресат для переписки:

E-mail: komarov@chgnnet.ru

Тел.: 8 (496) 522 16 25

ВВЕДЕНИЕ

Элемент германий был предсказан Д.И. Менделеевым в 1871 г. и несколько позже, в 1886 г., открыт немецким исследователем Клеменсом Винклером при изучении серебросодержащего минерала аргиродита. На правах первооткрывателя неизвестный ранее элемент он назвал германием. Большая часть XX века была посвящена в основном изучению и применению германия в производстве полупроводников (транзисторы, диоды и др.), оптических линз, детекторов ионизирующего излучения, приборов ночного видения, систем наведения и прицелов ракет, в исследованиях и картографировании земной поверхности со спутников. Получают германий как побочный продукт при переработке руд цветных металлов. В основном он находится в минералах, важнейшими из которых являются германит, плюмбогерманит, стоттит, конфильдит, реньерит и аргиродит [1, 2].

Интерес к этому элементу существенно расширился после 1967 г. В этом году доктор К. Асаи начал исследование биологической активности 2-(карбоксиэтил)гермесесквиоксида, синтезированного В.Ф. Мироновым с сотрудниками Иркутского института химии им А.Е. Фаворского СО РАН. Через два года в Японии создаётся Исследовательский центр германия. Считается, что это соединение, в котором атом германия связан с атомом кислорода и остатками пропионовой кислоты, – $[\text{Ge}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH})\text{O}_{1,5}]_n$, подобно органическому германию в растительном сырье, – форма полуоксида карбоксиэтила.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовали отечественные лекарственные растения. Содержание элемента германий и некоторых его минералообразующих элементов (мкг/г) в лекарственном растительном сырье с учетом влажности – 10–14%

вес. – определяли в ООО «Микронутриенты» по методу масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с помощью квадрупольного масс-спектрометра Nexion 300D и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 DV (Perkin Elmer, США). Протоколы: № 36100 от 14.03.2014, № 36207 от 28.03.2014 и № 37825 от 15.10.2014.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В организм человека германий поступает с пищей, распределяется по органам и тканям во внеклеточном и внутриклеточном пространстве. Выводится из организма с мочой около 90%. С пищей поступает 0,4–1,5 мг. О суточной потребности нет единого мнения. При ревматоидном артрите, пищевой аллергии, кандидозе, хронических вирусных заболеваниях рекомендуется принимать от 100 до 300 мг. Больше всего германия в тонком кишечнике, селезенке, костном мозге и крови. Предполагают, что в крови органический германий выполняет функцию передачи кислорода подобно гемоглобину. Таким образом на тканевом уровне он предупреждает развитие гипоксии. Доказано, что органический германий активирует Т-киллеры и выработку гамма-интерферонов, обладает противоопухолевой активностью, радиозащитным действием и иммуномодулирующей функцией. Кроме этого, воздействует на ионы водорода, сглаживает его губительное действие на клетку, способствуя его взаимодействию с кислородом путем доставки его во все точки организма.

Вокруг ядра атома германия вращается 32 электрона, 4 из них – на внешней электронной оболочке. При контакте с катионом или полярной молекулой один из четырех электронов легко отрывается. Тогда любой свободный электрон, находящийся поблизости, будет стремиться восполнить эту потерю, а атом германия – восстановить свою обычную оболочку. Подобное может происходить с раковыми клетками: германий лишает раковые клетки «лишних» электронов, понижая их электрический заряд, что приводит к их гибели. Обезболивающее действие также может быть связано со способностью активного атома германия перехватывать свободные электроны, прерывая тем самым движение электронов по нервным клеткам в мозг, как это делают другие анестезирующие средства. Молекулы германийорганических соединений прилипают к клеткам крови и нейтрализуют приближающиеся электроны и анионы, защищая таким образом клетки крови от повреждений.

Первая БАД на основе органических соединений германия растительного происхождения была создана в Японии – «Германий-132». В России в 2000 году

зарегистрирован как биологически активная добавка препарата «Гермавит», содержащий 2-карбокситилгермесквioxсан, витамины, антиоксиданты и микроэлементы. Однако японские и отечественные исследователи [3–5] показали, что 2-карбокситилгермесквioxсан и его производные в клинике оказались недостаточно эффективны. Лечебный эффект проявлялся при больших дозах, обычно 100–200 мг в день, что приводило к различным осложнениям (кожная сыпь, слабая диарея, риск повреждения почек и др.).

Позже был получен водорастворимый комплекс 1-гидроксигерматрана с лимонной кислотой – «Энио-герм» [6]. Синтезированы более сложные структуры водорастворимых органических соединений германия растительного происхождения [7], в которых атом германия связан с элементоорганическим радикалом, в том числе производным лекарственных препаратов. Это позволило уменьшить дозу (от 1 до 100 мг) и при однократном применении практически исключить осложнения. Лекарственные средства с германием в России пока не зарегистрированы, но работы по их разработке ведутся.

Авторы указывают, что синтезированные вещества усиливают лечебное действие независимо от вида лекарственного средства и характера заболевания [7]. По данным ВОЗ (1998 г.), эссенциальными для нормального функционирования иммунной системы живых организмов являются именно микродозы германия [8]. Синтетическим путем воспроизвести сложные структуры органических соединений германия в растениях, включая лекарственные, – непростая задача. Кроме этого, важно присутствие не только определенных органических соединений, но и наличие сопутствующих германию микро- и макроэлементов в конкретных соотношениях. В связи с этим, полагаем, в лечебных и профилактических целях наиболее эффективным может быть применение в натуральном виде растения, содержащего известное количество органического германия.

В литературе отсутствуют сведения о систематическом исследовании структуры органических соединений германия в различных растениях, а вышеуказанная форма – полуоксид карбоксиэтила – приписывается германию, содержащемуся в красном корне корейского 5–6-летнего женьшеня (до 0,2% или ≤ 2 мг/г) [9]. Нет данных и о содержании германия в лекарственных растениях различного территориального и временного происхождения, однако указывается [10, 11], что германий концентрируется в женьшене, чесноке, грибах, алоэ, хлорелле, содержится также в рыбе – тунце, лососине, отрубях, семенах, перловой крупе, овощах, луке, чайном листе, бамбуке.

Известно, что германий, рассеянный элемент, есть везде, но нигде нет его промышленного извлечения. Получают германий как побочный продукт при переработке руд цветных металлов. В основном он находится в минералах, важнейшими из которых являются: германит $\text{Cu}_3(\text{Ge,Fe,Ga})(\text{S,As})_4$, или структуры (англ) $\text{Cu}_{13}\text{Fe}_2\text{Ge}_2\text{S}_{16}$ с примесями Zn, Mo, As, V, или структуры [1] $\text{Cu}_{26}\text{Fe}_4\text{Ge}_4\text{S}_{32}$; плюмбогерманит $(\text{Pb,Ge,Ga})_2\text{SO}_4(\text{OH})_2$; стоттит $\text{FeGe}(\text{OH})_6$; конфильдит $\text{Ag}_8[\text{Sn,Ge}]_6$; реньерит $\text{Cu}_2(\text{Fe,Ge,Zn})(\text{S,As})_4$ или структуры [2] $\text{Cu}_{30}(\text{Zn}_{2-x}\text{Cu}_x)(\text{Ge}_{4-x}\text{As}_x)\text{Fe}_8\text{S}_{32}$; и аргиродит $\text{Ag}_8\text{Ge}_6\text{S}_6$.

Исследования содержания германия в растительном сырье, проведенные нами (таблица 1), пока-

зали, что его содержание зависит не только от вида растения, но и от его территориального происхождения [12].

Достоверно показано, что германий содержится в существенно большем количестве в исследуемых лекарственных растениях, чем в его признанных «концентраторах», таких как женьшень. Наибольшее содержание германия наблюдается в корнях одуванчика (г. Анапа) и корнях дягиля лекарственного (Калужская область) и находится в пределах 0,12–0,23 мкг/г (строки 2, 3 и 11 в таблице 1). Также для этих растений характерно повышенное содержание Fe, As и V. Для тысячелистника содержание Ge коррелирует только с содержанием Fe (строки 9 и 10). Это может быть об-

Таблица 1.

Содержание германия и некоторых сопутствующих элементов в германийсодержащих минералах в отечественных лекарственных растениях

№ п/п	Растение и его происхождение	Дата испытания	Ge	Fe	As	Cu	Zn	Mo	V.
1	Женьшень, 2013 (травы Алтая, ООО «ЛЕТО»)	14.03.2014	0,007	33	0,04	4,8	27	0,04	0,03
2	Корни одуванчика, 2013 (ООО «ФИТОФАРМ», г. Анапа)	14.03.2014	0,18	1600	0,56	8,0	25	0,3	4,1
3	Корни одуванчика, 2013 (ООО «ФИТОФАРМ», г. Анапа)	28.03.2014	0,23	1960	0,57	8,4	50	0,43	4,2
4	Корни одуванчика, 2013 (Башкортостан)	28.03.2014	0,05	376	0,38	7,2	15,5	0,62	2,9
5	Корни одуванчика, 2014 (ООО «ФИТОФАРМ», г. Анапа)	15.10.2014	0,04	248	0,15	6,4	23,6	0,22	0,8
6	Корни одуванчика, 2014 (Владимирская обл.)	28.03.2014	0,05	269	0,15	25,1	42,3	0,32	1,7
7	Корни одуванчика, 2014 (Калужская обл.)	28.03.2014	0,02	106	0,2	6,5	19,2	0,52	0,9
8	Корни одуванчика, 2014 (г. Черноголовка)	15.10.2014	0,01	93,0	0,09	4,6	9,4	0,15	0,4
9	Тысячелистник, трава 2013 (г. Черноголовка)	14.03.2014	0,06	875	0,04	10	27	0,4	0,12
10	Тысячелистник, 2014 (г. Жуков)	15.10.2014	0,01	69	0,04	8,2	25	0,45	0,16
11	Корни дягиля, 2014 (г. Жуков)	15.10.2014	0,12	591	0,12	5,8	35	0,03	1,3
12	Корни лопуха, 2014 (г. Жуков)	15.10.2014	0,02	81	0,1	12	19	0,09	0,4
13	Корни таволги, 2013 (г. Жуков)	28.03.2014	0,04	233	0,08	12,8	42,2	0,48	2,38
14	Цвет таволги, 2013 (г. Жуков)	28.03.2014	0,02	43,4	0,01	9,1	36,1	0,38	0,04
15	Корни девясила, 2013 (Донбасс)	15.10.2014	0,003	33	0,04	17	27	0,18	0,08
16	Овес молочной спелости, 2013 (г. Черноголовка)	14.03.2014	0,03	25	0,007	2,2	31	2,5	0,02

Примечание: Содержание элементов дано в мкг/г.

условлено специфическим элементным составом хелатов и комплексов германия, характерным только для данного вида растений.

Отметим, что в корнях таволги в два раза больше германия, чем в цветке таволги. Завышение характерно и по всем сопутствующим элементам (строки 13 и 14 в таблице 1).

При исследовании образцов корней одуванчика, приобретенного в аптеке (2 и 3 строки таблицы 1), были выявлены различия по содержанию Ge, Fe и Zn. В образцах, собранных на следующий год (строка 4), содержание Ge, Fe, As и Cu было значительно меньше. Можно предположить, что корни одуванчика этой партии собраны на равнинной местности, а предшествующая партия – из горного района [4]. С изменением содержания германия изменяется и содержание некоторых других исследованных микроэлементов. Такая же тенденция наблюдается и для растений равнинной местности (строки 5–13). Содержание германия больше в корнях одуванчика и зависит от места его произрастания [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отметим, что германий занимает особое положение среди эссенциальных элементов и участвует в важнейших биологических процессах в живом организме. Однако в настоящее время невозможно точно воспроизвести его природный синтез в лабораториях. Необходимо продолжить исследования структуры органического германия растительного происхождения с учетом времени и места сбора растений. Назрела необходимость создания современного атласа растений, произрастающих в России, со сведениями о содержании всех макро- и микроэлементов, в том числе и германия, что позволит более широко и эффективно использовать местные растения для профилактики и лечения различных заболеваний и сохранения здоровья населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. R.T. Tettenhorst, C.E. Corbato. Crystal structure of germanite, $\text{Cu}_2\text{Ge}_4\text{Fe}_4\text{S}_{32}$ determined by X-ray powder diffraction. II // *Amer. Miner.* 1984. V. 69. № 9–10. P. 943–947.
2. L.R. Bernstein, D.G. Rechel, S. Merlino. Renierite crystal structure refined from Rietveld analysis of powder neutron-diffraction data // *Amer. Miner.* 1989. V. 74. № 9–10. P. 1177–1181.
3. K. Asai. *Miracle cure: organic germanium*. – Tokio: Jpn. Publ. Inc., 1980. 171 p.
4. Patent USA № 5340806 (K1. 514-184). Composition containing Organogermanium compound and immunity – adjusting agent composition // K. Sawai, M. Kurono, J. Awaaya at al. – 23.08.94.
5. Э.Я. Лукевиц, Т.К. Гар, Л.М. Игнатович, В.Ф. Миронов. Биологическая активность соединений германия. – Рига: Зинатне, 1990. 191 с.
6. А.Д. Исаев, А.В. Поткин, С.А. Башкирова, О.П. Трохаченкова. Профессиональное долголетие и качество жизни: Материалы конференции. Россия. ЦВКС МО РФ. 2007. С. 93.
7. Патент РФ № 2104032, МПК А61К47/00. Способ усиления лечебного эффекта лекарственных средств // В.В. Щербинин, Е.А. Чернышев. – Заявл. 11.03.97; опубл. 10.02.98.
8. А.А. Ревина, П.М. Зайцев, Е.А. Кабанова, И.Д. Чувилов. Физико-химические исследования биологической активности германийорганических комплексов // *Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов*. Вып. 21. – М.: РАЕН, 2013.
9. Патенты 20120097954; 20120181923; 20130120630; 20140143568. Пластины Пауэр Стрипс // Ким Минсу. Институт «Инженерии и технологии Будущего» Южно-Корейского университета.
10. М.Г. Воронков, Р.Г. Мирсков. Четвертое рождение германия // *Химия и жизнь*. 1982. № 3. С. 54–56.
11. А.В. Кудрин, А.В. Скальный, А.А. Жаворонков, М.Г. Скальная, О.А. Громова. Германий и иммунный ответ / *Имунофармакология микроэлементов*. – М. 2000. С. 386.
12. Б.А. Комаров, Л.В. Погорельская, М.А. Фролова, А.И. Албулов, К.А. Трескунов, О.К. Широкова, Ю.А. Комаров. Почему необходим повсеместный контроль микроэлементного состава растительного сырья // *Потенциал современной науки*. 2014. № 5. С. 27–35.