

УДК 582.86:577.118:577.112.389

МИНЕРАЛЬНЫЙ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ *MYRTUS COMMUNIS* L.

© *Е.Ю. Бакова*^{*}, *Ю.В. Плугатарь*¹, *Н.Н. Бакова*¹, *Д.А. Коновалов*²

¹Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, пгт Никита, Ялта, 298648 (Россия), e-mail: tkdizain@yandex.ru

²Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ВолгГМУ Минздрава России, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357532 (Россия), e-mail: d.a.konovarov@pmedpharm.ru

Родиной мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.) является Средиземноморский регион, в странах которого произрастают его дикорастущие и культивируемые разновидности. В коллекции Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН мирт изучается как перспективная эфиромасличная и лекарственная культура.

Загрязнение лекарственных растений тяжелыми металлами и другими токсичными элементами – существующая проблема, с которой связана серьезная озабоченность международных организаций по вопросам качества и безопасности лекарственного сырья.

Цель работы – исследование элементного и аминокислотного состава листьев мирта обыкновенного, культивируемого в Никитском ботаническом саду.

Изучение элементного состава листьев мирта обыкновенного проводили с учетом требований ОФС «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» ГФ XIII издания. Исследование аминокислотного состава было выполнено в соответствии с ГОСТ 32195 – 2013 (ISO 13903:2005).

В результате исследований установлено, что листья мирта обыкновенного накапливают 28 элементов и 16 аминокислот. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в исследованных образцах не превышает предельно допустимых показателей для лекарственного растительного сырья, установленных российской государственной фармакопеей. Общее содержание аминокислот в листьях мирта обыкновенного составляет 11.65%. Среди обнаруженных аминокислот преобладают глутаминовая и аспарагиновая кислоты. Меньше всего в листьях оказалось метионина. Полученные результаты будут использованы для дальнейшей стандартизации сырья мирта как перспективного источника ЛРС.

Ключевые слова: мирт обыкновенный, *Myrtus communis* L., листья, элементный состав, макро-, микроэлементы, аминокислоты.

Введение

Мирт обыкновенный (*Myrtus communis* L.) семейства *Myrtaceae* является характерным для средиземноморской флоры растением.

Бакова Екатерина Юрьевна – младший научный сотрудник, e-mail: e_bakova@bk.ru

Плугатарь Юрий Владимирович – директор, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: plugatar.y@gmail.com

Бакова Надежда Николаевна – старший научный сотрудник лаборатории биохимии, физиологии и репродуктивной биологии растений, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: tkdizain@yandex.ru

Коновалов Дмитрий Алексеевич – заместитель директора по научной работе, заведующий кафедрой фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, доктор фармацевтических наук, профессор, e-mail: d.a.konovarov@pmedpharm.ru

В России (Черноморское побережье Кавказа, Крымский полуостров) его культивируют в качестве декоративного и эфирно-масличного растения.

В Никитском ботаническом саду за более чем 200-летнюю историю собраны богатейшие коллекции лекарственных растений тропического и субтропического происхождения [1]. Как перспективный для промышленного выращивания на Южном берегу Крыма и содержащий богатейший комплекс полифенольных соединений мирт рекомендован в качестве лекарственной культуры [2].

* Автор, с которым следует вести переписку.

Свежие или высушенные листья применяют как специи [3]. В народной медицине народов разных стран отвар или настой листьев/плодов этого растения применяют в качестве желудочных, гипогликемических, противомикробных, антигеморрагических и противовоспалительных средств [4].

Лекарственные растения и лекарственные средства на их основе (настои, отвары, настойки) широко используются для лечения заболеваний людей во всем мире [5]. Однако в некоторых обзорах [6] ранее сообщалось о случаях отравления свинцом, мышьяком, ртутью и кадмием из традиционных китайских, индийских растительных продуктов [7] и азиатских травяных лекарств [8].

Растущая популярность лекарственных растений в мире, экологические проблемы в отдельных регионах, где они выращиваются, вызывают серьезную озабоченность международных организаций по вопросам качества и безопасности их лекарственного сырья [9]. Прежде всего, это связано с загрязнением лекарственного растительного сырья тяжелыми металлами и другими токсичными (в определенной концентрации) элементами.

Всемирная организация здравоохранения [9] установила предельно допустимое содержание некоторых из токсичных металлов в лекарственном растительном сырье: (Cd – 0.3, As – 1, и Pb – 10 мг/кг).

В соответствии с требованиями безопасности, принятыми в Российской Федерации, Государственные фармакопеи XIII и XIV изданий определяют следующее предельно допустимое содержание (мг/кг) некоторых тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и препаратах на его основе: свинец – 6.0, кадмий – 1.0, ртуть – 0.1, мышьяк – 0.5.

Тяжелые металлы, такие как цинк, медь, никель, молибден, марганец, хром и железо являются важными (эссенциальными) микроэлементами, поскольку участвуют во многих биохимических процессах в растениях, включая рост, окислительно-восстановительные реакции, перенос электронов и многие другие метаболические процессы. Однако преимущества этих микронутриентов могут быть полностью аннулированы, если они присутствуют в высоких концентрациях [10].

Из тяжелых металлов кадмий, пожалуй, привлекает наибольшее внимание из-за его относительно высокой подвижности в почвенно-растительной системе и потенциальной токсичности для биоты при низких концентрациях [11]. Более высокое потребление кадмия может вызывать тяжелые заболевания легких, печени и почек. Всемирная организация здравоохранения нормировала допустимое количество кадмия в лекарственном сырье – не более 300 мкг/кг [12].

Изменчивость содержания тяжелых металлов в атмосфере и почве может зависеть от антропогенных и природных источников. Однако резкое увеличение тяжелых металлов в экосистеме связывают с антропогенной активностью [13].

Тяжелые металлы, выброшенные в воздух, попадая в почву, могут поглощаться корнями и листьями растений и вызывать нарушения их метаболизма и, как следствие, в случае использования отдельных их частей для медицинских целей в качестве лекарственного сырья представлять серьезный риск для здоровья человека [14].

Аминокислоты являются одними из наиболее естественных универсальных регуляторов обмена веществ и жизнедеятельности организма человека. Препараты на основе аминокислот – эффективные и безопасные лекарственные средства для профилактики и лечения разнообразных острых и хронических заболеваний. Научные данные и клиническая практика свидетельствуют об актуальности этого направления научно-исследовательских работ и практической значимости его реализации [15].

Цель настоящей работы – исследование элементного и аминокислотного состава листьев мирта обыкновенного, культивируемого в Никитском ботаническом саду.

Экспериментальная часть

Материалом для исследования служили высушенные листья мирта обыкновенного, собранные в октябре 2017 г. в фазе плодоношения растений на опытно-производственном участке Никитского ботанического сада. Изучение элементного состава листьев мирта обыкновенного проводили с учетом требований ОФС «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» ГФ XIII издания [16]. Пробы отбирали в соответствии с требованиями ОФС «Отбор проб лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» [16].

Высушенные листья мирта предварительно озоляли в силитовой печи КО-14 (ГДР) при температуре 480–500 °С в течение часа. Определение минерального состава проводили методом эмиссионной спектроскопии на дифракционном спектрографе ДФС-8-1 с использованием ГСО горных пород и руд в качестве образцов

сравнения. Содержание отдельных элементов определяли на спектрограммах с погрешностью не более 2% в пересчете на золу.

Исследование аминокислотного состава было выполнено на базе Научной лаборатории кормов и обмена веществ ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» в соответствии с ГОСТ 32195-2013 (ISO 13903:2005).

Для определения качественного состава и количественного содержания аминокислот исследуемого сырья проводили анализ на аминокислотном анализаторе – ААА 400. Образцы делились на компоненты в катионообменной смоле посредством шагового градиента рН, ионной силы и температуры. Элюат смешивали с нингидриновым реагентом в проточной ячейке реактора при $t = 121$ °С. 0.2 г образца листьев мирта (точная навеска) и взвешивали в стеклянном бюксе (20 см³) с притертой крышкой. Добавляли 15 мл 6 н хлористоводородной кислоты, плотно закрывали и ставили для гидролиза в сушильный шкаф на 23 ч при температуре 110–115 °С. Затем бюкс охлаждали до комнатной температуры, фильтровали. Фильтрат выпаривали досуха при пониженном давлении, после чего добавляли 5 мл воды очищенной и снова выпарили (промывали водой до полного удаления остатков хлористоводородной кислоты). Процедуру повторяли дважды. К выпаренному остатку приливали 50 мл буферного раствора (рН = 2.2). Перед введением в ионообменную колонку образец фильтровали через шприцевый фильтр (0.2 мкм) или бумажный фильтр (синяя лента).

Приготовление буферного раствора: в мерную колбу вместимостью 1 л добавляют 14 г кислоты лимонной; 11.5 г натрия хлорида; 0.1 г натрия азида и 5 мл тиодигликоля. Объем колбы доводят до метки бидистиллированной водой.

Обсуждение результатов

Некоторые исследования, проведенные ранее Е. Moreno-Jiménez с соавторами, показали, что мирт обыкновенный способен накапливать различные химические элементы, в том числе и токсичные, в ответ на внешние (экологические и/или антропогенные) воздействия [17].

Авторы установили, что растения мирта, высаженные в загрязненную мышьяком, кадмием, медью и цинком почву, способны уменьшать содержание мышьяка в ней на 50%, т.е. являются фиторемедиаторами. Содержание As, Cd, Cu и Zn в корнях растений от 2 до 10 раз превышало их содержание в побегах.

В исследовании М. Özcan и М. Akbulut было показано, что листья мирта содержат в значительном количестве Са, К и Mg. Кроме того, относительно высокие значения были обнаружены для Р и Fe [18].

F. Yıldırım с сотрудниками исследовали различия в минеральном составе листьев и плодов трех генотипов дикорастущего мирта, различающихся окраской плодов. Результаты исследования показали, что листья мирта были богаты К, Са, Mg и Р. Не было обнаружено существенной корреляции между окраской плодов (фиолетово-черной и желтовато-белой) и минеральным составом исследованных генотипов [19].

Исследованиями Е.В. Дунаевской и Л.А. Логвиненко установлено, что в листьях мирта наибольшее количество калия, железа и меди обнаруживается в фазу вегетативного роста; кальция, цинка и марганца – в период цветения растения, а магния – в фазу технологической зрелости [20].

В сравнении с указанными выше данными образцы листьев мирта обыкновенного были собраны на опытно-производственном участке Никитского ботанического сада в фазу плодоношения.

Выполненный нами приближенно-количественный спектральный анализ микро- и макроэлементов в листьях мирта (в %), в пересчете на озоленное сырье, показал следующие результаты (табл. 1).

Как следует из данных таблицы 1, в листьях мирта обыкновенного установлено присутствие 28 элементов. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в проанализированных образцах не превышает предельно допустимых показателей, нормируемых ГФ XIII и ГФ XIV изданий для лекарственного растительного сырья [16, 21].

В доступной нам научной литературе имеются лишь фрагментарные сведения о содержании аминокислот в мирте обыкновенном. Так, Zenebe Hagos с соавторами качественно обнаружили присутствие аминокислот в листьях мирта [22]. В.С. Доля с сотрудниками исследовали аминокислотный состав листьев мирта обыкновенного, заготовленных на Южном берегу Крыма в фазу цветения растений [35]. Ими идентифицированы триптофан, орнитин, лейцин, аланин, метионин, треонин, гистидин.

В результате качественного и количественного аминокислотного анализа (исследования выполнены в трехкратной повторности), проведенного нами, установлено, что листья мирта содержат 16 аминокислот (рис. 1, табл. 2).

Таблица 1. Элементный состав листьев мирта обыкновенного (n = 3)

Элемент	Содержание*, × 10 ⁻³ %	Элемент	Содержание*, × 10 ⁻³ %
Алюминий (Al)	500	Марганец (Mn)	100
Барий (Ba)	30	Медь (Cu)	3
Бор (B)	10	Молибден (Mo)	0,1
Ванадий (V)	1	Мышьяк (As)	<10
Висмут (Bi)	<0,2	Натрий (Na)	600
Галлий (Ga)	0,1	Никель (Ni)	1
Железо (Fe)	3000	Олово (Sn)	<0,3
Кадмий (Cd)	<1	Свинец (Pb)	<0,6
Калий (K)	3000	Серебро (Au)	<0,01
Кальций (Ca)	10000	Стронций (Sr)	100
Кобальт (Co)	0,3	Таллий (Tl)	<0,5
Кремний (Si)	1000	Фосфор (P)	5000
Литий (Li)	1	Хром (Cr)	1
Магний (Mg)	6000	Цинк (Zn)	3

* среднее значение.

Таблица 2. Аминокислотный состав листьев мирта обыкновенного

Аминокислота	Содержание, %
Аланин (Ala)	0,79
Аргинин (Arg)	0,76
Аспарагиновая кислота (Asp)	1,27
Валин (Val)	0,68
Гистидин (His)	0,31
Глицин (Gly)	0,70
Глутаминовая кислота (Glu)	1,56
Изолейцин (Ile)	0,54
Лейцин (Leu)	1,12
Лизин (Lys)	0,76
Метионин (Met)	0,10
Пролин (Pro)	0,60
Серин (Ser)	0,59
Тирозин (Tyr)	0,57
Треонин (Thr)	0,60
Фенилаланин (Phe)	0,71
Сумма аминокислот	11,65
Сырой протеин	12,46

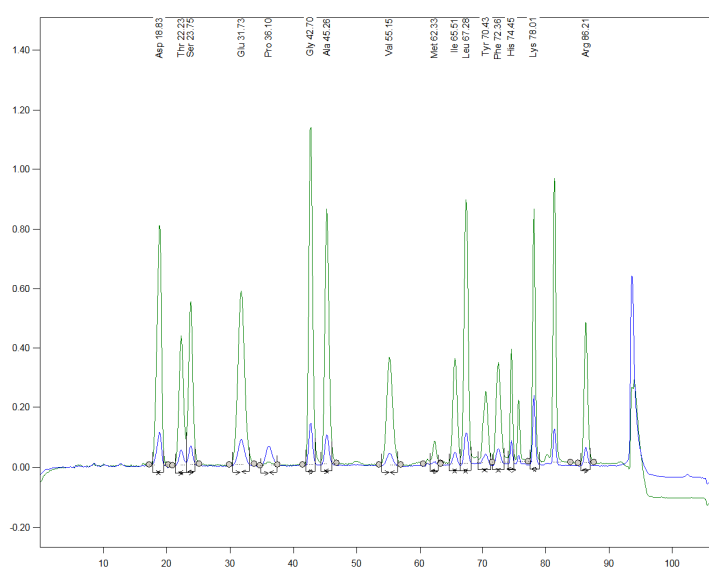


Рис. 1. Аминограмма листьев мирта обыкновенного

Как следует из полученных результатов, содержание отдельных аминокислот в листьях мирта варьирует от 0.10 до 1.56%. Общее содержание аминокислот в сырье составляет 11.65% (среднее значение трех определений). В исследованных образцах в наибольшем количестве содержится глутаминовая и аспарагиновая кислоты, меньше всего метионина.

Полученные в результате исследования данные свидетельствуют о достаточно высоком и разнообразном содержании аминокислот в листьях мирта обыкновенного.

Выводы

В листьях мирта обыкновенного установлено присутствие 28 микро- и макроэлементов. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в исследованных образцах не превышает предельно допустимых для лекарственного растительного сырья показателей.

В листьях мирта обыкновенного обнаружено 16 аминокислот. Их общее содержание составляет 11.65%. В наибольшем количестве содержится глутаминовая и аспарагиновая кислоты, меньше всего метионина.

Список литературы

1. Плугатарь Ю.В. Никитский ботанический сад как научное учреждение // Вестник Российской академии наук. 2016. Т. 86, №2. С. 120–126. DOI: 10.7868/S0869587316010096.
2. Бакова Н.Н., Бакова Е.Ю., Палий А.Е., Коновалов Д.А. Биологически активные соединения *Myrtus communis* L. // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические,

- эмбриологические, генетические и правовые аспекты): материалы VIII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 121–122.
3. Serebryanaya F.K., Orlov A., Kononov D.A., Nasukhova N.M. Comparative Morphological and Anatomical Research of Leaves 6 Sorts of Laurels Noble (*Laurus Nobilis* L.), Growing in the Conditions of an Introduction in the Nikitsky Botanical Garden // *Pharmacognosy Journal*. 2018. Vol. 10, issue 1. Pp. 172–178. DOI: 10.5530/pj.2018.1.29.
 4. Messaoud C., Laabidi A., Boussaid M. *Myrtus communis* L. infusions: the effect of infusion time on phytochemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities // *Journal of food science*. 2012. Vol. 77, issue 9. Pp. 941–947. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2012.02849.x.
 5. World Health Organization Drug Information. Herbal Medicines. Geneva, 2002. Vol. 16, no. 2. Pp. 115–118.
 6. Ernst E., Coon J.T. Heavy metals in traditional Chinese medicines: a systematic review // *Clinical Pharmacology and Therapeutics*. 2001. Vol. 70, issue 6. Pp. 497–504. DOI: 10.1016/S0009-9236(01)79918-3.
 7. Ernst E. Heavy metals in traditional Indian remedies // *European Journal of Clinical Pharmacology*. 2002. Vol. 57, issue 12. Pp. 891–896. DOI: 10.1007/s00228-001-0400-y.
 8. Ernst E. Toxic heavy metals and undeclared drugs in Asian herbal medicines // *Trends in Pharmacological Sciences*. 2002. Vol. 23, issue 3. Pp. 136–139. DOI: 10.1016/S0165-6147(00)01972-6.
 9. World Health Organization et al. National policy on traditional medicine and regulation of herbal medicines: Report of a WHO global survey. Geneva, 2005. 168 p.
 10. Gupta K.K., Bhattacharjee S., Kar S., Chakrabarty S., Thakur P., Bhattacharyya G., Srivastava S.C. Mineral composition of eight common spices // *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*. 2003. Vol. 34, issue 5-6. Pp. 681–693. DOI: 10.1081/CSS-120018968.
 11. An Y.J. Soil ecotoxicity assessment using cadmium sensitive plants // *Environmental Pollution*. 2004. Vol. 127, issue 1. Pp. 21–26. DOI: 10.1016/S0269-7491(03)00263-X.
 12. World Health Organization. WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. Geneva, 1999. 295 p.
 13. Sarma H., Deka S., Deka H., Saikia R.R. Accumulation of Heavy Metals in Selected Medicinal Plants. In: Whitacre D. (eds) *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology (Continuation of Residue Reviews)*. Springer, New York, NY, 2012. Vol. 214. Pp. 63–86. DOI: 10.1007/978-1-4614-0668-6_4.
 14. Shahid M., Dumat C., Khalid S., Schreck E., Xiong T., Niazi N. K. Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake // *Journal of hazardous materials*. 2017. Vol. 325, issue 5. Pp. 36–58. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2016.11.063.
 15. Гараева С.Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В. Аминокислоты в живом организме. Кишинев, 2009. 552 с.
 16. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII изд. М., 2016. [Электронное издание]. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/poleznye-resursy/gosudarstvennaya-farmakopeya-rossiyskoy-federatsii-xiii-izdaniya>, доступ свободный (18.11.2018).
 17. Moreno-Jiménez E., Esteban E., Carpena-Ruiz R.O., Lobo M.C., Peñalosa J.M. Phytostabilisation with Mediterranean shrubs and liming improved soil quality in a pot experiment with a pyrite mine soil // *Journal of hazardous materials*. 2012. Vol. 201. Pp. 52–59. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2011.11.013.
 18. Özcan M.M., Akbulut M. Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea // *Food Chem*. 2007. Vol. 106, issue 2. Pp. 852–858. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.06.045.
 19. Yildirim F., Şan B., Yildirim A.N., Polat M., Ercişi S. Mineral Composition of Leaves and Fruit in Some Myrtle (*Myrtus communis* L.) // *Genotypes. Erwerbs-Obstbau*. 2015. Vol. 57, issue 3. Pp. 149–152. DOI: 10.1007/s10341-015-0243-9.
 20. Дунаевская Е.В., Логвиненко Л.А. Содержание эссенциальных элементов в сырье *Myrtus communis* L. в основные фенофазы // *Аграрный вестник Урала*. 2018. №5 (172). С. 20–26.
 21. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. М., 2018. [Электронное издание]. Режим доступа: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/index.html, свободный (18.11.2018).
 22. Zenebe Hagos, Afework Mulugeta, Gopalakrishnan V.K., Krishna Chaithanya K., Nagaraju B. Phytochemical screening, in vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oil from *Myrtus communis* L. // *Journal of Pharmacy Research*. 2017. Vol. 11, issue 6. Pp. 747–752.
 23. Доля В.С., Мозуль В.И., Шкроботько П.Ю., Аксенова И.И. Мирт обыкновенный – перспективный источник биологически активных веществ. [Электронное издание]. URL: http://www.rusnauka.com/29_NIOXXI_2012/Biologia/2_118363.doc.htm.

Поступила в редакцию 26 декабря 2018 г.

После переработки 8 марта 2019 г.

Принята к публикации 9 апреля 2019 г.

Для цитирования: Бакова Е.Ю., Плугатарь Ю.В., Бакова Н.Н., Коновалов Д.А. Минеральный и аминокислотный состав листьев *Myrtus communis* L. // *Химия растительного сырья*. 2019. №3. С. 217–223. DOI: 10.14258/jcrpm.2019034917.

Bakova E.Yu.^{1*}, *Plugatar Yu.V.*¹, *Bakova N.N.*¹, *Konovalov D.A.*² MINERAL AND AMINO ACID COMPOSITION OF THE LEAVES OF *MYRTHUS COMMUNIS* L.

¹Federal State Funded Institution of Science "The Labour Red Banner Order Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS", 298648, Nikita, Yalta (Russia), e-mail: tkdizain@yandex.ru

²Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute – The Branch of the Volgograd State Medicinal University of the Ministry of Health of Russia, 357532, 11 Kalinina Avenue, Pyatigorsk (Russia), e-mail: d.a.konovalov@pmedpharm.ru

The homeland of *Myrthus communis* L. is Mediterranean region, in the countries of which its wild-growing and cultivated varieties grow. In the collection of the Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences the economic-valuable and morphological features of nine cultivars of this species have been studied. The plant is considered as a promising industrial medicinal culture.

Contamination of medicinal plants with heavy metals and other toxic elements is an existing problem, which is associated with serious concern of international organizations on the quality and safety of medicinal raw materials.

It is now established that trace constituents, entering into connection with chemical regulators of metabolism, including amino acids, participate in various biochemical processes, stimulate and normalize metabolism.

The objective of this work is to study the elemental and amino acid composition of leaves of *Myrthus communis* L., cultivated in the Nikitsky Botanical Gardens.

The study of *Myrthus communis* L. ultimate composition has been done with due regard to General Monograph requirements "The identification of heavy metals and arsenium in medicinal raw materials and plant preparations" for State Pharmacopoeia of XIII edition. The research of the amino acid profile has been done subject to State All-Union Standard 32195-2013 (ISO 13903:2005).

As a result of research it has been established that leaves of *Myrthus communis* L. accumulate 28 elements and 16 amino acids. The content of heavy metals and arsenium in the studied samples did not exceed the maximum permissible values for medicinal plant raw materials established by the Russian State Pharmacopoeia. The total content of amino acids in the leaves of myrtle was 11.65%. Among the amino acids found, glutamic and aspartic acids prevailed. The least in the leaves was methionine. The obtained results will be used for follow up standardization of myrtle raw materials as a promising source of medicinal plant raw material.

Keywords: *Myrthus communis* L., leaves, elemental composition, macro-, microelements, amino acids.

References

1. Plugatar YU.V. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*, 2016, vol. 86, no. 2, pp. 120–126. DOI: 10.7868/S0869587316010096. (in Russ.).
2. Bakova N.N., Bakova Ye.YU., Paliy A.Ye., Konovalov D.A. *Biotekhnologiya kak instrument sokhraneniya bioraznobra-ziya rastitel'nogo mira (fiziologo-biokhicheskkiye, embriologicheskkiye, geneticheskkiye i pravovyye aspekty): materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Biotechnology as a tool for preserving the biodiversity of the plant world (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects): materials of the VIII International Scientific and Practical Conference]. 2018, pp. 121–122. (in Russ.).
3. Serebryanaya F.K., Orlov A., Konovalov D.A., Nasukhova N.M. *Pharmacognosy Journal*, 2018, vol. 10, issue 1, pp. 172–178. DOI: 10.5530/pj.2018.1.29.
4. Messaoud C., Laabidi A., Boussaid M. *Journal of food science*, 2012, vol. 77, issue 9, pp. 941–947. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2012.02849.x.
5. World Health Organization Drug Information. Herbal Medicines. Geneva, 2002, vol. 16, no. 2, pp. 115–118.
6. Ernst E., Coon J.T. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 2001, vol. 70, issue 6, pp. 497–504. DOI: 10.1016/S0009-9236(01)79918-3.
7. Ernst E. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 2002, vol. 57, issue 12, pp. 891–896. DOI: 10.1007/s00228-001-0400-y.
8. Ernst E. *Trends in Pharmacological Sciences*, 2002, vol. 23, issue 3, pp. 136–139. DOI: 10.1016/S0165-6147(00)01972-6.
9. World Health Organization et al. National policy on traditional medicine and regulation of herbal medicines: Report of a WHO global survey. Geneva, 2005. 168 p.
10. Gupta K.K., Bhattacharjee S., Kar S., Chakrabarty S., Thakur P., Bhattacharyya G., Srivastava S.C. *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*, 2003, vol. 34, issue 5-6, pp. 681–693. DOI: 10.1081/CSS-120018968.
11. An Y.J. *Environmental Pollution*, 2004, vol. 127, issue 1, pp. 21–26. DOI: 10.1016/S0269-7491(03)00263-X.
12. World Health Organization. WHO monographs on selected medicinal plants, vol. 1. Geneva, 1999. 295 p.
13. Sarma H., Deka S., Deka H., Saikia R.R. Accumulation of Heavy Metals in Selected Medicinal Plants. In: Whitacre D. (eds) *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology (Continuation of Residue Reviews)*. Springer, New York, NY, 2012, vol. 214, pp. 63–86. DOI: 10.1007/978-1-4614-0668-6_4.
14. Shahid M., Dumat C., Khalid S., Schreck E., Xiong T., Niazi N. K. *Journal of hazardous materials*, 2017, vol. 325, issue 5, pp. 36–58. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2016.11.063.
15. Garayeva S.N., Redkozubova G.V., Postolati G.V. *Aminokisloty v zhivom organizme*. [Amino acids in a living organism]. Kishinev, 2009, 552 p. (in Russ.).
16. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii XIII izd.* [The State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIII ed.]. Moscow., 2016. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/poleznye-resursy/gosudarstvennaya-farmakopeya-rossiyskoy-federatsii-xiii-izdaniya>. (in Russ.).
17. Moreno-Jiménez E., Esteban E., Carpena-Ruiz R.O., Lobo M.C., Peñalosa J.M. *Journal of hazardous materials*, 2012, vol. 201, pp. 52–59. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2011.11.013.

* Corresponding author.

18. Özcan M.M., Akbulut M. *Food Chem.*, 2007, vol. 106, issue 2, pp. 852–858. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.06.045.
19. Yildirim F., Şan B., Yildirim A. N., Polat M., Ercişli S. *Genotypes. Erwerbs-Obstbau*, 2015, vol. 57, issue 3, pp. 149–152. DOI: 10.1007/s10341-015-0243-9.
20. Dunayevskaya Ye.V., Logvinenko L.A. *Agrarnyy vestnik Urala*, 2018, no. 5 (172), pp. 20–26. (in Russ.).
21. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii XIV izd.* [The State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV ed.]. Moscow, 2018. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/index.html. (in Russ.).
22. Zenebe Hagos, Afework Mulugeta, Gopalakrishnan V.K., Krishna Chaithanya K., Nagaraju B. *Journal of Pharmacy Research*, 2017, vol. 11, issue 6, pp. 747–752.
23. Dolya V.S., Mozul' V.I., Shkrobot'ko P.YU., Aksenova I.I. *Mirt obyknovenny – perspektivnyy istochnik biologicheski aktivnykh veshchestv.* [Ordinary myrtle is a promising source of biologically active substances.]. URL: http://www.rusnauka.com/29_NIOXXI_2012/Biologia/2_118363.doc.htm. (in Russ.).

Received December 26, 2018

Revised March 8, 2019

Accepted April 9, 2019

For citing: Bakova E.Yu., Plugatar Yu.V., Bakova N.N., Konovalov D.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 3, pp. 217–223. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019034917.

