

Изучение аминокислотного и элементного состава сухого экстракта бессмертника самаркандского

Ё.С. Кариева, Р.К. Садикова, О.У. Каримов, Ф.Х. Максудова
Ташкентский фармацевтический институт,
Узбекистан, 100015, Ташкент, ул. Айбек, д. 45

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кариева Ёкут Саидкаримовна – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии лекарственных форм, Ташкентский фармацевтический институт. Тел.: +9 (989) 113-202-12. E-mail: yosk@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9706-215X

Садикова Ранохон Каримовна – базовый докторант, Ташкентский фармацевтический институт. Тел.: +9 (989) 744-293-99. E-mail: rano.sadikova.89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3344-3521

Каримов Отабек Улугбек угли – студент IV курса факультета промышленной фармации, Ташкентский фармацевтический институт. Тел.: +9 (989) 987-103-13. E-mail: karimov_o_u@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4417-1640

Максудова Фируза Хуршидовна – доктор фармацевтических наук, доцент, заведующая кафедрой промышленной технологии лекарственных средств, Ташкентский фармацевтический институт. Тел.: +9 (989) 771-977-99. E-mail: firuza.maksudova@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9185-3524

РЕЗЮМЕ

Введение. Одной из актуальных задач современной фармации с целью научного обоснования использования лекарственных растений, широко применяемых в народной и практической медицине, является их всестороннее изучение. Одним из таких растений является бессмертник самаркандский (*Helichrysum maracandicum Popov ex Kirp.*), широко распространенный в Средней Азии.

Цель исследования. Изучение аминокислотного и элементного состава сухого экстракта цветков бессмертника самаркандского.

Материал и методы. Определение элементного состава сухого экстракта проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS), а количественное определение заменимых и незаменимых аминокислот – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Результаты. В сухом экстракте бессмертника самаркандского установлено наличие 38 микро- и макроэлементов, 8 из которых являются жизненно необходимыми (эссенциальными), 5 – условно эссенциальными. В наибольшем количестве представлены такие элементы, как калий, кальций, фосфор, магний, натрий, алюминий и др. Согласно классификации И.С. Полянской (2005), обнаруженные элементы по количественному содержанию можно распределить по следующим категориям:

- 2 макроэлемента (K, Ca);
- 9 миллиэлементов (P, Mg, Na, Al, Fe, B, Mn, Zn, Cu);
- 25 микроэлементов (Ba, Cr, Ni, Ga, V, Li, Mo, Sr, Pb, Sc, Zr, Ag, Co, As, Ti, Tl, Se, Rb, Y, Sn, Sb, Cs, Be, Pt, Au);
- 2 наноэлемента (In, Cd).

При этом количественное содержание тяжелых металлов и мышьяка не превышает пределы, указанные в нормативной документации. Анализ по содержанию свободных аминокислот показал наличие в сухом экстракте 20 аминокислот, 10 из которых являются незаменимыми. Общее содержание свободных аминокислот составляет 6753,134 мкг/г, из которых 29,19% приходится на незаменимые аминокислоты.

Заключение. Результаты исследований подтверждают высокую ценность сухого экстракта бессмертника самаркандского в плане содержания аминокислот, макро- и микроэлементов. Данный факт свидетельствует о его предполагаемой фармакотерапевтической активности, возможной широте применения в медицине и целесообразности создания лекарственных препаратов на его основе.

Ключевые слова: сухой экстракт, бессмертник самаркандский, *Helichrysum maracandicum Popov ex Kirp.*, аминокислотный состав, элементный состав, метод высокоэффективная жидкостная хроматография, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.

Для цитирования: Кариева Ё.С., Садикова Р.К., Каримов О.У., Максудова Ф.Х. Изучение аминокислотного и элементного состава сухого экстракта бессмертника самаркандского. Фармация, 2022; 71 (8): 40–47. <https://doi.org/10.29296/25419218-2022-08-06>

STUDY OF AMINO ACID AND ELEMENTAL COMPOSITION OF DRY EXTRACT OF SAMARKAND IMMORTELLE

E.S. Karieva, R.K. Sadikova, O.U. Karimov, F.Kh. Maksudova

Tashkent Pharmaceutical Institute, 45, Aibek str., Tashkent, 100015, Uzbekistan

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Karieva Ekut Saidkarimovna – doctor of pharmaceutical sciences, professor, head of the Department of Technology of Dosage Forms, Tashkent pharmaceutical Institute. Tel.: +9 (989) 113-202-12. E-mail: yosk@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9706-215X.

Sadikova Ranokhon Karimovna – basic doctoral student, Tashkent pharmaceutical Institute. Tel.: +9 (989) 744-293-99. E-mail: rano.sadikova.89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3344-3521.

Karimov Otabek Ulugbek ogli – IV year student of the faculty of Industrial pharmacy, Tashkent pharmaceutical Institute. Tel.: +9 (989) 987-103-13. E-mail: karimov_o_u@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4417-1640

Maksudova Firuza Khurshidovna – doctor of pharmaceutical sciences, associate professor, head of the Department of Industrial Technology of Drugs, Tashkent pharmaceutical Institute. Tel.: +9 (989) 771-977-99. E-mail: firuza.maksudova@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9185-3524

SUMMARY

Introduction. A comprehensive study of medicinal plants widely used in traditional medicine, in order to scientifically substantiate their use in practical medicine, is one of the urgent tasks of modern pharmacy. One of these plants is the Samarkand immortelle (*Helichrysum maracandicum Popov ex Kirp.*), widely distributed in Central Asia.

Objectives. Study of the amino acid and elemental composition of the dry extract of Samarkand immortelle flowers.

Material and methods. The elemental composition of the dry extract was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), and the quantitative determination of interchangeable and essential amino acids was carried out by high-performance liquid chromatography.

Results. In the dry extract of the Samarkand immortelle, the presence of 38 micro- and macroelements has been established, of which eight are vital (essential) and five are conditionally essential. Elements such as potassium, calcium, phosphorus, magnesium, sodium, aluminum, etc. are represented in the largest amount. According to the classification of Polyanskaya (2005), the detected elements by quantitative content can be divided into the following categories:

- 2 macroelements (K, Ca);
- 9 millielements (P, Mg, Na, Al, Fe, B, Mn, Zn, Cu);
- 25 microelements (Ba, Cr, Ni, Ga, V, Li, Mo, Sr, Pb, Sc, Zr, Ag, Co, As, Ti, Tl, Se, Rb, Y, Sn, Sb, Cs, Be, Pt, Au);
- 2 nanoelements (In, Cd).

At the same time, the quantitative content of heavy metals and arsenic does not exceed the limits specified in regulatory documentation. Free amino acid analysis showed the presence of 20 amino acids in the dry extract, 10 of which are essential. The total free amino acid content is 6753.134 mcg/g, of which 29.19% are essential amino acids.

Conclusion. The research results confirm the high value of the dry extract of the Samarkand immortelle in terms of the content of amino acids, macro- and microelements. This fact testifies to its supposed pharmacotherapeutic activity, possible breadth of application in medicine and the expediency of creating drugs based on it.

Key words: dry extract, Samarkand immortelle, *Helichrysum maracandicum Popov ex Kirp.*, amino acid composition, elemental composition, High performance liquid chromatography method, Inductively coupled plasma mass spectrometry.

For reference: Karieva E.S., Sadikova R.K., Karimov O.U., Maksudova F.Kh. Study of amino acid and elemental composition of dry extract of Samarkand immortelle. *Farmatsiya*, 2022; 71 (8): 40–47. <https://doi.org/10/29296/25419218-2022-08-06>

Введение

Растения рода бессмертник (цмин) (*Helichrysum* Mill.) широко используются в народной и официальной медицине в качестве гепатопротективного, желчегонного, антимикробного, антибактериального, противогрибкового, анальгетического, противовоспалительного, антиаллергического, противоопухолевого, диуретического и др. средств [1–6].

Столь широкий спектр применения объясняется богатым составом биологически активных веществ: это преимущественно различные классы флавоноидов: халконы (изосалипурпозид), флаваноны (салипурпозид, прунин, нарингенин и его растворимый агрегат), флавоны (5-О-глюкозид апигенина, апигенин, 3,5,7-тригидрокси-8-метоксифлавоны), флавонолы (кверцетин, кемпферол, 3,5-дигидрокси-6,7,8-триметоксифлавоны), фенольные соединения других классов (кумарин, гидроксикоричные кислоты, 5,7-дигидроксифта-

лид, 5-метокси-7-гидроксифталид). Также обнаружены производные фталиевой кислоты, полисахариды, дитерпеновые спирты, стерины, жирные кислоты, аминокислоты, инозин и летучие вещества [7–10].

Представители рода бессмертник преимущественно представлены многолетними травами или полукустарниками, произрастающими в умеренных зонах Австралии, Южной Африки, Малой Азии и Ирана. На сегодняшний день известно около 500 видов, 15 из которых находятся на территории СНГ. При этом основная часть произрастает на Южном Кавказе и 5 видов рода бессмертник – в Средней Азии. Однако представители лишь некоторых видов применяются для профилактики и лечения различных заболеваний, остальные являются декоративными растениями [7]. К настоящему времени к достаточно изученным и применяемым в медицине относятся бессмертник песчаный – *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., бес-

смертник итальянский – *Helichrysum italicum* (Roth) G. Donf., бессмертник тяньшанский – *Helichrysum thianschanicum* Regel. и др.

В литературных источниках приводятся следующие лекарственные препараты, полученные на основе цветков бессмертника песчаного (*Flores Helichrysi arenarii*) – препарат фламин (*Flaminum*), сухой экстракт бессмертника песчаного (*Extractum flores Helichrysi arenarii siccum*), мазь аренарин 1% (*Unguentum arenarini* 1%), также растительное сырье входит в состав желчегонных лекарственных сборов №1 и №2. Ряд препаратов находятся на стадии клинических исследований – холефламин, фластапиол, полифитохол и лавафлам [11]. Согласно Государственному реестру лекарственных средств, на сегодняшний день к медицинскому применению разрешены цветки бессмертника песчаного, желчегонный сбор №2 и препарат фламин.

Бессмертник самаркандский (*Helichrysum maracandicum* Popov ex Kirp.), как и другие представители данного рода, издавна применяется в народной медицине, и в настоящее время его цветки зарегистрированы в качестве лекарственного сырья в Республике Узбекистан (ФСП 42 Уз-15074487-1641-2015). Ареал растения охватывает Памиро-Алтай, горные районы Западного Тянь-Шаня, Киргизского Алатау и Каратау.

Результаты исследований в области изучения фармакологической активности галеновых препаратов бессмертника самаркандского свидетельствуют о **ярковыраженном** желчегонном и спазмолитическом действии. Стимулирующая активность препаратов на желудочную секрецию обусловлена наличием эфирного масла, флавоноидов, кумаринов, дитерпенов и др. [1].

С целью создания эффективных, стабильных и удобных для применения лекарственных препаратов, нами методом математического планирования эксперимента разработана технология получения сухого экстракта бессмертника самаркандского.

Для выявления ценности лекарственных растений и их сухих экстрактов, предупреждения токсичных и канцерогенных свойств (содержание тяжелых металлов и мышьяка), подтверждения целесообразности применения в практическом здравоохранении, а также разработке лекарственных форм на их основе проводятся исследования аминокислотного и элементного состава. Актуальность данных исследований возрастает в связи с ухудшением экологической обстановки во всем мире, что обуславливает по-

иск новых источников растительных аминокислот, макро- и микроэлементов [12–15].

Целью настоящих исследований явилось изучение количественного и качественного состава аминокислот, а также элементного состава сухого экстракта бессмертника самаркандского.

Материал и методы

Объектом исследования явился сухой экстракт бессмертника самаркандского (*Extractum siccum Helichrysi maracandici*), полученный из цветков данного растения, заготовленных в Андижанской области Республики Узбекистан в июле-августе 2022 г., и отвечающий требованиям Государственной Фармакопеи (ГФ) Российской Федерации [16]. Экстракт был получен методом циркуляционной экстракции: условия проведения экстракции (вид и концентрация экстрагента, соотношения сырья и экстрагента, длительность и кратность экстракции, температура, измельченность сырья и др.) были определены методом математического планирования эксперимента.

Изучение элементного состава сухого экстракта бессмертника самаркандского (определение количественного содержания макро- и микроэлементов) проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP MS) согласно методическим указаниям [17]. Для этого образцы анализируемого сухого экстракта помещали в тefлоновые автоклавы DAP-100+ и при помощи прибора Berghoff с программным обеспечением MWS-3+ (Германия) проводили процесс влажного озоления в смеси азотной кислоты и перекиси водорода. По окончании процесса разложения содержимое в автоклавах количественно перенесли в мерные колбы (100 мл) и 0,5% азотной кислотой доводили объем до метки. Количественное определение макро- и микроэлементов сухого экстракта бессмертника самаркандского проводили с использованием прибора ISP MC NEXION-2000 (Perkin Elmer, США).

На следующем этапе исследований изучали аминокислотный состав сухого экстракта. Первоначально были выделены свободные аминокислоты. Для этого в центрифужных стаканах проводили осаждение белков и пептидов водного раствора анализируемого экстракта бессмертника самаркандского (1:10): в водный раствор сухого экстракта вносили 20% трихлоруксусную кислоту в соотношении 1:1. По истечении 10 мин выпавший осадок отделяли центрифугированием при скорости вращения 8000 об/мин в течение 15–20

мин. Надосадочную жидкость в объеме 0,1 мл лиофильно высушивали.

Далее проводили синтез фенилтиокарбамил-производных свободных аминокислот по методу A. Steven, J. Cohen Daviel.

Идентификацию фенилтиокарбамил-производных аминокислот осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent Technologies 1200 с DAD-детектором, колонка 75×4,6 мм Discovery HS C₁₈. Раствор А: натрий ацетатный буфер (рН 6,4), раствор В: ацетонитрил. Скорость потока (растворов А и В) 1,2 мл/мин, детекция – 269 нм.

Градиент, %В/мин:

- 1–6/0–2,5;
- 6–30/2,51–40;
- 30–60/40,1–45;
- 60–60/45,1–50;
- 60–0/50,1–55.

Качественный анализ свободных аминокислот, а также их количественное содержание проводили, сравнивая время удерживания и площади пиков стандартных и исследуемых фенилтиокарбамил-производных аминокислот.

Результаты и обсуждение

Данные, полученные в ходе изучения элементного состава сухого экстракта бессмертника самаркандского, приведены в табл. 1.

Результаты качественного и количественного анализа элементного состава анализируемого сухого экстракта показали наличие 38 элементов, 8 из которых входят в группу эссенциальных (жизненно необходимых) – Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Se, Zn, Mo и 5 – условно эссенциальных (Li, V, Ni, V, As).

Произведена классификация (Полянская И.С., 2005) выявленных элементов по количественному содержанию в объекте, мкг/г:

- 2 макроэлемента (К – 25 000, Са – 15 000);
- 9 миллиэлементов (Р – 3500,00, Mg – 3500,00, Na – 1300,00, Al – 540,00, Fe – 230,00, В – 170,00, Mn – 55,00, Zn – 41,00, Cu – 12,00);
- 25 микроэлементов (Ba – 7,5, Cr – 5,00, Ni – 4,60, Ga – 3,70, V – 2,00, Li – 1,60, Mo – 0,95, Sr – 0,91, Pb – 0,55, Sc – 0,53, Zr – 0,41, Ag – 0,35, Co – 0,35, As – 0,28, Ti – 0,25, Tl – 0,13, Se – 0,12, Rb – 0,11, Y – 0,11, Sn – 0,094, Sb – 0,065, Cs – 0,064, Be – 0,012, Pt < 0,05, Au < 0,05);
- 2 наноэлемента (In – Cd < 0,01).

Таким образом, по результатам проведенных исследований обнаруженные элементы в порядке уменьшения их содержания можно расположить следующим образом:

- K > Ca > P – Mg > Na > Al > Fe > B > Mn > Zn > Cu > Ba > Cr > Ni > Ga > V > Li > Mo > Sr > Pb > Sc > Zr > Ag – Co > As > Ti > Tl > Se > Rb – Y > Sn > Sb > Cs > Be > Pt – Au > In – Cd.

Приведенные данные свидетельствуют о высокой биологической ценности сухого экстракта бессмертника самаркандского, так как в нем в большом количестве содержатся такие необходимые для жизнедеятельности человеческого организма элементы, как калий, кальций, фосфор, магний, натрий, алюминий, железо и др. Согласно литературным данным, ионы калия имеют важное значение в регулировании деятельности сердечно-сосудистой системы, а ионы магния – преимущественно центральной нервной системы. Высокое содержания кальция в анализируе-

Таблица 1

Элементный состав сухого экстракта бессмертника самаркандского

Table 1

Elemental composition of dry extract of Samarkand immortelle

Элемент	Содержание, мкг/г	Элемент	Содержание, мкг/г
Макроэлементы		Стронций, Sr	0,910
Калий, K	25 000,000	Свинец, Pb	0,550
Кальций, Ca	15 000,000	Скандий, Sc	0,530
Миллиэлементы		Цирконий, Zr	0,410
Фосфор, P	3500,000	Серебро, Ag	0,350
Магний, Mg	3500,000	Кобальт, Co	0,350
Натрий, Na	1300,000	Мышьяк, As	0,280
Алюминий, Al	540,000	Титан, Ti	0,250
Железо, Fe	230,000	Таллий, Tl	0,130
Бор, B	170,000	Селен, Se	0,120
Марганец, Mn	55,000	Рубидий, Rb	0,110
Цинк, Zn	41,000	Итрий, Y	0,110
Медь, Cu	12,000	Олово, Sn	0,094
Микроэлементы		Сурьма, Sb	0,065
Барий, Ba	7,500	Цезий, Cs	0,064
Хром, Cr	5,000	Бериллий, Be	0,012
Никель, Ni	4,600	Платина, Pt	<0,05
Галлий, Ga	3,700	Золото, Au	<0,05
Ванадий, V	2,000	Наноэлементы	
Литий, Li	1,600	Кадмий, Cd	<0,01
Молибден, Mo	0,950	Индий, In	<0,01

мом сухом экстракте позволяет прогнозировать его положительное влияние на костную ткань, проводимость нервного импульса и сократимость мышц; также данный элемент участвует в синтезе и секреции гормонов и ферментов, контролирует биологические процессы, рост, деление и дифференцировку клеток.

Необходимо отметить роль фосфора в жизнедеятельности человеческого организма – он обеспечивает нормальный рост костной и зубной тканей, постоянство состава нуклеиновых кислот (ДНК, РНК и др.), участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия в организме, запускает ферментные реакции, благодаря которым образуются активные формы витаминов. Повышенное содержание ионов натрия в сухом экстракте позво-

ляет предположить, что совместно с калием он позволит поддерживать кислотно-щелочной баланс, осмотическую концентрацию крови, активизировать многие ферменты, а также создавать условия для возникновения мембранного потенциала. Таким образом, анализируемый сухой экстракт бессмертника самаркандского можно рассматривать как ценный источник макро- и микроэлементов.

Как известно нормативными документами регламентируется содержание тяжелых металлов и мышьяка в растительных препаратах. Нормированное содержание данных элементов в сухом экстракте бессмертника самаркандского согласно требованиям ГФ XIV и ВОЗ, а также их фактическое количество приведено в табл. 2.

Результаты, отображенные в табл. 2, свидетельствуют о полном соответствии объекта исследований по содержанию тяжелых металлов требованиям ГФ XIV и Всемирной организации здравоохранения.

Следующий этап исследований был направлен на изучение аминокислотного состава сухого экстракта бессмертника самаркандского. Хроматограммы стандартной смеси аминокислот и анализируемого сухого экстракта приведены на рис. 1, 2.

Количественное содержание аминокислот, а также их деление по химическому строению представлены в табл. 3.

Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о наличии в анализируемом сухом экстракте 20 аминокислот, 10 из которых являются незаме-

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в сухом экстракте бессмертника самаркандского; мкг/г

Table 2

The content of heavy metals and arsenic in the dry extract of the Samarkand immortelle; mkg/g

Элемент	Норма по ГФ XIV	Норма по требованиям ВОЗ	Фактическое содержание
Свинец, Pb	6,0	10,0	0,55
Кадмий, Cd	1,0	0,3	<0,01
Ртуть, Hg	0,1	-	Отсутствует
Мышьяк, As	0,5	1,0	0,28

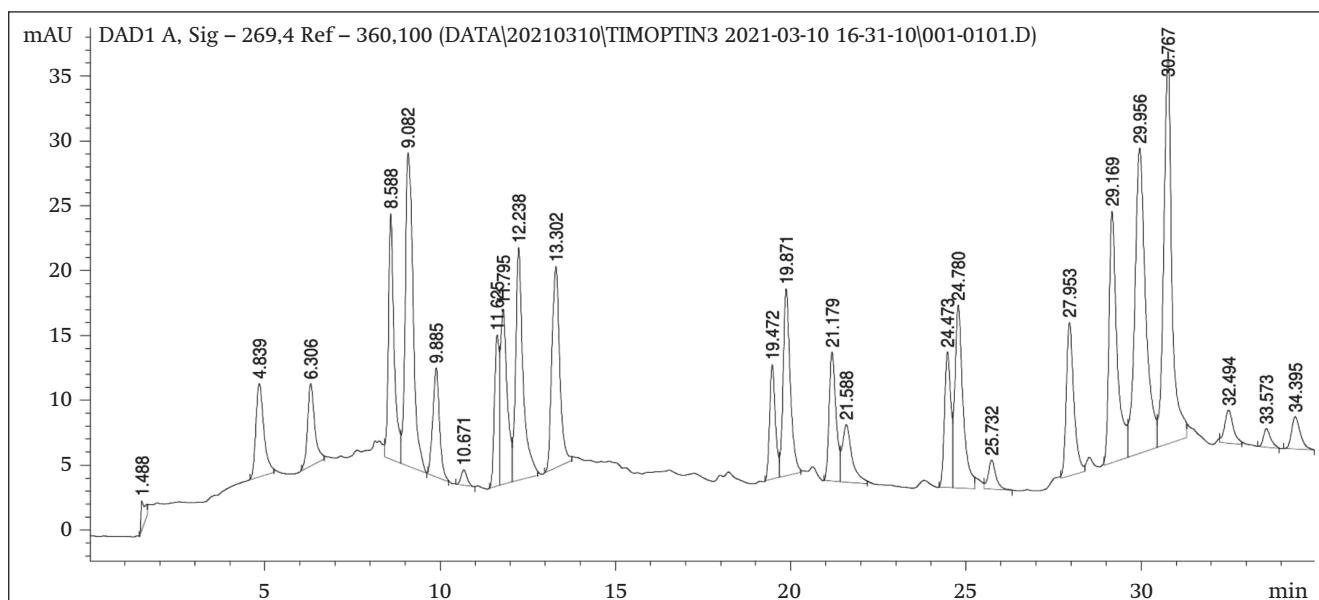


Рис. 1. Хроматограмма стандартной смеси аминокислот
Fig. 1. Chromatogram of a standard mixture of amino acids

нимыми, что является подтверждением высокой фармакологической ценности экстракта. Суммарное количество аминокислот составило 6753,13 мкг/г, из которых 29,19% приходится на незаменимые аминокислоты, 70,81% – на заменимые.

Установлено, что 2 аминокислоты относятся к гетероциклическим, 3 – ароматическим, 15 – к различным классам алифатических (моноаминомонокарбоновые, оксимоноаминокарбоновые, моноаминодикарбоновые, амиды моноаминодикарбоновых, диаминомонокарбоновые, серосодержащие).

В сухом экстракте бессмертника самаркандского среди заменимых аминокислот в большом количестве содержатся цистеин (990,05 мкг/г), который является единственным источником органической серы для клеток организма и одним из самых мощных антиоксидантов. Помимо этого, он принимает участие в обезвреживании некоторых токсических веществ, защите организма от повреждающего действия радиации. Практически такое же содержание глутаминовой кислоты (888,45 мкг/г), выполняющей стимулирующую роль в протекании окислительно-восстановительных процессов в головном мозге, нормализующей обмен веществ и повышающей устойчивость организма к кислородному голоданию. По содержанию пролин занимает 3-е место (694,46 мкг/г). Данная аминокислота участвует в образовании важных пептидов, в т.ч. адреналина и коллагена, является выраженным антиоксидантом.

Из незаменимых лидирующие позиции занимают треонин (509,19 мкг/г), лизин (340,34 мкг/г), аргинин (298,85 мкг/г), гистидин (298,82 мкг/г). Необходимо отметить, что треонин и лизин стимулируют иммунную реакцию организма, принимают участие в синтезе коллагена и эластина, в белковом и жировом обмене, препятствуют отложению жиров в печени. Основной функцией аргинина является роль субстрата для синтеза оксида азота. А недостаток гистидина помимо понижения желудочной секреции и моторики кишечника, иммунитета, приводит к снижению уровня гемоглобина.

Заключение

В сухом экстракте бессмертника самаркандского установлено наличие 38 микро- и макроэлементов, из которых 8 являются жизненно необходимыми (эссенциальными), 5 – условно эссенциальными. В наибольшем количестве представлены такие элементы, как калий, кальций, фосфор, магний, натрий, алюминий, железо и др. При этом содержание мышьяка и тяжелых металлов соответствовало требованиям ГФ XIV и ВОЗ.

Аминокислотный анализ показал наличие в сухом экстракте 20 аминокислот, 10 из которых являются незаменимыми. Общее содержание аминокислот составляет 6753,134 мкг/г, из которых 29,19% приходится на незаменимые аминокислоты.

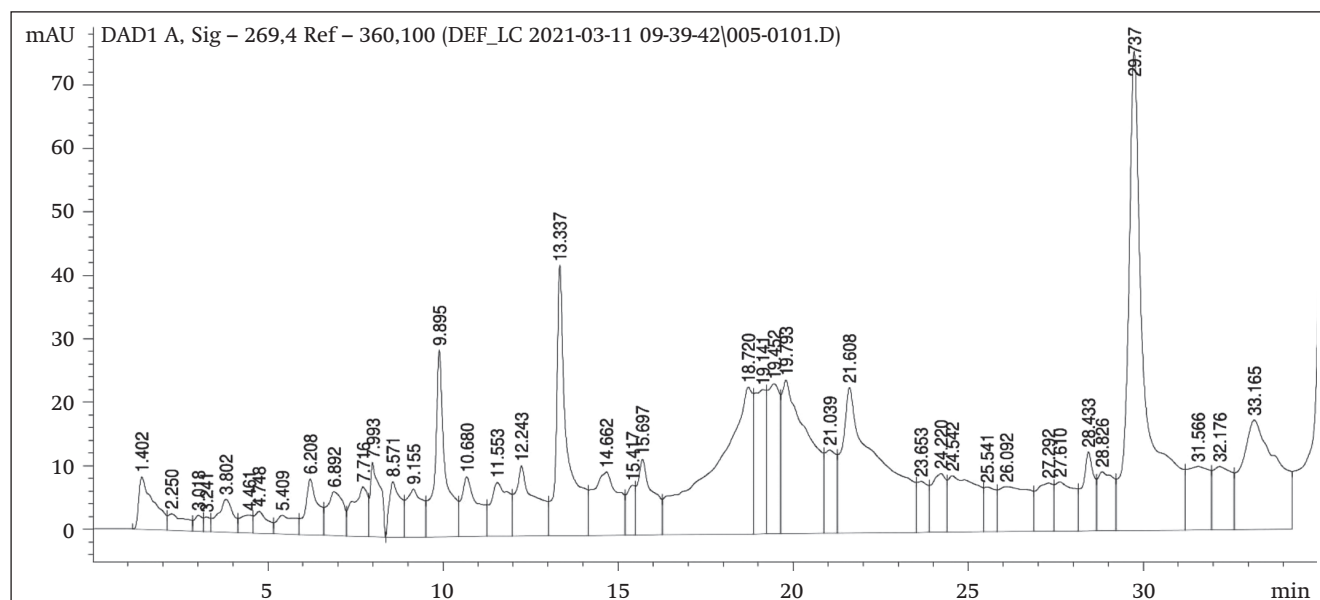


Рис. 2. Хроматограмма сухого экстракта бессмертника самаркандского
Fig. 2. Chromatogram of dry extract of Samarkand immortelle

Таблица 3

Аминокислотный состав сухого экстракта бессмертника самаркандского

Table 3

Amino acid composition of dry extract of Samarkand immortelle

№	Аминокислота	Содержание аминокислоты, мкг/г	Доля аминокислоты от общего содержания, %
Алифатические			
<i>Моноаминомонокарбоновые</i>			
1	Глицин, Gly	311,41	4,61
2	Аланин, Ala	257,57	3,81
3	Валин*, Val	169,02	2,50
4	Изолейцин*, Ile	227,39	0,34
5	Лейцин*, Leu	99,29	1,47
<i>Оксимоаминокарбоновые</i>			
6	Серин, Ser	398,33	5,90
7	Треонин*, Thr	509,19	7,54
<i>Моноаминодикарбоновые</i>			
8	Аспарагиновая к-та, Asp	299,68	4,44
9	Глутаминовая к-та, Glu	888,45	13,16
<i>Амиды моноаминодикарбоновых</i>			
10	Аспарагин, Asp	261,03	3,87
11	Глутамин, Gln	396,06	5,86
<i>Диаминомонокарбоновые</i>			
12	Лизин*, Lys	340,34	5,04
13	Аргинин*, Arg	298,85	4,43
<i>Серосодержащие</i>			
14	Цистеин, Cys	990,05	14,66
15	Метионин*, Met	84,37	1,25
Ароматические			
16	Фенилаланин*, Phe	50,78	0,75
17	Тирозин, Tyr	284,52	4,21
18	Триптофан*, Trp	98,18	1,45
Гетероциклические			
19	Пролин, Pro	694,46	10,28
20	Гистидин*, His	298,82	4,42
Сумма заменимых аминокислот		4781,56	70,81
Сумма незаменимых аминокислот		1971,58	29,19
Общая сумма аминокислот		6753,13	100,00

Примечание. * – незаменимая аминокислота.
Note. * – essential amino acid.

Результаты изучения элементного и аминокислотного анализа сухого экстракта бессмертника самаркандского позволяют спрогнозировать повышенную фармакологическую ценность объекта исследования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

1. Камал К.А., Капаров Б.М., Торобеков Ш.Ж. Анализ лечебных свойств цветков бессмертника самаркандского, произрастающего на территории Кыргызской Республики. Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2018; 3: 16–8.
2. Курчатова М.Н., Ларина А.С., Андреева Н.В. Влияние экстракта бессмертника песчаного на аутоинтоксикацию в плазме крови крыс. Бюллетень медицинских Интернет-конференций. 2015; 5 (5): 819.
3. Наволокин Н.А., Мудрак Д.А., Полуконова Н.В., Тычина С.А., Канаева Т.В., Бучарская А.Б., Маслякова Г.Н. Антиапоптотическая и противоопухолевая активность флавоноидсодержащего экстракта бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium*) при пероральном введении крысам с перевитой саркомой-45. Злокачественные опухоли. 2016; 1 (21): 329–30.
4. Gradinaru A.C., Silion M., Trifan A., Miron A., Aprotosoiaie A.C. *Helichrysum arenarium* subsp. *arenarium*: phenolic composition and antibacterial activity against lower respiratory tract pathogens. Nat. Prod. Res. 2014; 28 (22): 2076–80. DOI:10.1080/14786419.2014.924931
5. Moricawa T., Ninomiya K., Akaki J., Kakihara N., Kuramoto H., Matsumoto Y., Hayakawa T., Muraoka O., Wang L.-B., Wu L.-J., Nakamura S., Yoshikawa M., Matsuda H. dipeptidyl peptidase-iv inhibitory activity of dimeric dihydrochalcone glycosides from flowers of *Helichrysum arenarium*. Journal of Natural Medicines. 2015; 69 (4): 494–506. DOI: 10.1007/s11418-015-0914-8
6. Skvortsova V.V., Navolokin N.A., Polukonova N.V., Manaenkova E.V., Pankratova L.É., Kurchatova M.A., Masliakova G.N., Durnova N.A. Antituberculous in vitro activity of *Helichrysum arenarium* extract. Eksp Klin Farmakol. 2015; 78 (2): 30–3.
7. Георгиевский В.П., Зинченко А.А., Куликов А.Ю., Литвиненко В.И., Колисник А.В., Попова Н.В., Бобрицкая Л.А. К вопросу о стандартизации лекарственного растительного сырья при создании фито препаратов. Сообщение 1. Оценка цветков бессмертника песчаного по содержанию биологически активных соединений. Фармаком. 2017; 3: 34–57.
8. Палий А.Е., Корнильев Г.В., Ежов В.Н., Хлыпенко Т.А., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Helichrysum italicum* (Roth.) G. Don. сорта Вим. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2012; 25 (64), 1: 177–81.
9. Тарасенко Я.В., Корожан Н.В. Содержание флавоноидов в цветках бессмертника песчаного. Материалы 69-ой итоговой научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы современной медицины и фармации». ВГМУ. Витебск, 2017; 680–1.
10. Гринев В.С., Широков А.А., Наволокин Н.А., Полуконова Н.В., Курчатова М.Н., Дурнова Н.А., Бучарская

А.Б., Маслякова Г.Н. Полифенольные соединения новой биологически активной композиции из Бессмертника песчаного (*Helichrysum Arenarium* (L.) Moench.). Химия растительного сырья. 2015; 2: 177–85.

11. Aslanyan M., Bobrytska L., Hrytsenko V., Shpychak O., Popova N. Technological Aspects of Development of a New Drug in Tablets Called «Lava flam» and its Pharmacoeconomic Evaluation. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPCBS). 2017; 8 (4): 808–14.

12. Nikitina A.S., Tohsirova Z.M., Popova O.I. Elemental composition of rosemary shoots (*Rosmarinus officinalis* L.), introduced in the botanical garden of Pyatigorsk medical-pharmaceutical institute. Pharmacy & Pharmacology. 2017; 5 (6): 581–8. (In Russ.) Doi.Org/10.19163/2307-9266-2017-5-6-581-588

13. Аффиф А., Карпенко Ю.Н., Гуляев Д.К., Белоногова В.Д., Молохова Е.И., Блинова О.Л., Гилева А.А. Фитохимическое исследование травы якорцев стелющихся. Фармация и фармакология. 2019; 7 (6): 346–55. Doi.Org/10.19163/2307-9266-2019-7-6-279-290.

14. Круглая А.А. Аминокислотный состав некоторых представителей рода *Inula*. Фармация и фармакология. 2016; 4 (6): 33–43. Doi.Org/10.19163/2307-9266-2016-4-6-33-43

15. Бакова Е.Ю., Пругатарь Ю.В., Бакова Н.Н., Коновалов Д.А. Минеральный и аминокислотный состав листьев *Myrtus Communis* L. Химия растительного сырья. 2019; 3: 217–23. DOI:10.14258/jcpr. 2019034917

16. Государственная фармакопея Российской Федерации, XIV изд., том II, ОФС 1.4.1.0021.15. «Экстракты». [Электронное издание]. Режим доступа: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v13/vol2/#134> [Дата обращения 9 декабря, 2022].

17. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003; 56.

References

1. Kamal K.A., Kapaarov B.M., Torobekov Sh.Zh. 2. Analysis of the medicinal properties of Samarkand immortelle flowers growing on the territory of the Kyrgyz Republic. Vestnik KGMA im.I.K.Ahunbaeva. 2018; 3: 16–8 (in Russian).

2. Kurchatova M.N., Larina A.S., Andreeva N.V. Effect of immortelle sandy extract on autointoxication in rat blood plasma. Bjulleten' medicinskih Internet-konferencij. 2015; 5 (5): 819 (in Russian).

3. Navolokin N.A., Mudrak D.A., Polukonova N.V., Tychina S.A., Kanaeva T.V., Bucharskaja A.B., Masljakova G.N. Anticachexic and antitumor activity of a flavonoid-containing extract of immortelle sandy (*Helichrysum arenarium*) when administered orally to rats with transplanted sarcoma-45. Zlokachestvennye opuholi. 2016; 1 (21): 329–30 (in Russian).

4. Gradinaru A.C., Silion M., Trifan A., Miron A., Aprotosoae A.C. *Helichrysum arenarium* subsp. *arenarium*: phenolic composition and antibacterial activity against lower respiratory tract pathogens. Nat. Prod. Res. 2014; 28 (22): 2076–80. DOI:10.1080/14786419.2014.924931

5. Moricawa T., Ninomiya K., Akaki J., Kakihara N., Kuramoto H., Matsumoto Y., Hayakawa T., Muraoka O., Wang L.-B., Wu L.-J., Nakamura S., Yoshikawa M., Matsuda H. dipeptidyl peptidase-iv inhibitory activity of dimeric dihydrochalcone glycosides from flowers of *Helichrysum arenarium*. Journal of Natural Medicines. 2015; 69 (4): 494–506. DOI: 10.1007/s11418-015-0914-8

6. Skvortsova V.V., Navolokin N.A., Polukonova N.V., Manaenkova E.V., Pankratova L.É., Kurchatova M.A., Masliakova G.N., Durnova N.A. Antituberculous in vitro activity of *Helichrysum arenarium* extract. Eksp Klin Farmakol. 2015; 78 (2): 30–3.

7. Georgievskij V.P., Zinchenko A.A., Kulikov A.Ju., Litvinenko V.I., Kolisnyk A.V., Popova N.V., Bobrickaja L.A. On the issue of standardization of medicinal plant materials in the creation of phyto-preparations. Message 1. Evaluation of flowers of immortelle sandy according to the content of biologically active compounds. Farmakom. 2017; 3: 34–57 (in Russian).

8. Palij A.E., Kornil'ev G.V., Ezhov V.N., Hlypenko T.A., Rabotjagov V.D. Biologically active substances *Helichrysum italicum* (Roth.) G. Don. Vim varieties. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Serija «Biologija, himija». 2012; 25 (64), 1: 177–81 (in Russian).

9. Tarasenko Ja.V., Korozhan N.V. The content of flavonoids in the flowers of immortelle sandy. Materialy 69-oj itogovoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov i molodyh uchenyh «Aktual'nye voprosy sovremennoj mediciny i farmacii», VGMU. Vitebsk, 2017: 680–1 (in Russian).

10. Grinev V.S., Shirokov A.A., Navolokin N.A., Polukonova N.V., Kurchatova M.N., Durnova N.A., Bucharskaja A.B., Masljakova G.N. 11. Polyphenolic compounds of a new biologically active composition from immortelle sandy (*Helichrysum Arenarium* (L.) Moench.). Himija rastitel'nogo syr'ja. 2015; 2: 177–85 (in Russian).

11. Aslanyan M., Bobrytska L., Hrytsenko V., Shpychak O., Popova N. Technological Aspects of Development of a New Drug in Tablets Called «Lava flam» and its Pharmacoeconomic Evaluation. Research J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPCBS). 2017; 8 (4): 808–14.

12. Nikitina A.S., Tohsirova Z.M., Popova O.I. Elemental composition of rosemary shoots (*Rosmarinus officinalis* L.), introduced in the botanical garden of Pyatigorsk medical-pharmaceutical institute. Pharmacy & Pharmacology. 2017; 5 (6): 581–8. (In Russ.) Doi.Org/10.19163/2307-9266-2017-5-6-581-588

13. Affuf A., Karpenko Ju.N., Guljaev D.K., Belonogova V.D., Molohova E.I., Blinova O.L., Gileva A.A. Phytochemical study of *Tribulus terrestris* herb. Farmacija i farmakologija. 2019; 7 (6): 346–55. Doi.Org/10.19163/2307-9266-2019-7-6-279-290 (in Russian).

14. Kруглая А.А. Аминокислотный состав некоторых представителей рода *Inula*. Фармация и фармакология. 2016; 4 (6): 33–43. Doi.Org/10.19163/2307-9266-2016-4-6-33-43 (in Russian).

15. Bakova E.Ju., Plugatar' Ju.V., Bakova N.N., Konovalov D.A. The mineral and amino acid composition of the leaves of *Myrtus Communis* L. Himija rastitel'nogo syr'ja. 2019; 3: 217–23. DOI:10.14258/jcpr. 2019034917 (in Russian).

16. The State Pharmacopoeia of The Russian Federation, XIV ed., volume II, General monograph 1.4.1.0021.15. «Extracts». [Electronic edition]. Access mode: <https://docs.rucml.ru/feml/pharma/v13/vol2/#134> [Accessed 9 December, 2022] (in Russian).

17. Determination of chemical elements in biological media and preparations by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry: Metodicheskie ukazaniya. M.: Federal'nyj centr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2003; 56 (in Russian).

Поступила 15 сентября 2022 г.

Received 15 September 2022

Принята к публикации 8 декабря 2022 г.

Accepted 8 december 2022