

## РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АМИНОКИСЛОТНОГО АНАЛИЗА ВИДОВ РОДА КОПЕЕЧНИК, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

© Имачуева Д.Р.<sup>1,2</sup>, Серебряная Ф.К.<sup>1,3</sup><sup>1</sup> Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Волгоградского государственного медицинского университета (ПМФИ – филиал ВолгГМУ)

Россия, 357532, Ставропольский край, г. Пятигорск, пр. Калинина, д. 11

<sup>2</sup> Дагестанский государственный медицинский университет (ДГМУ)

Россия, 360000, Республика Дагестан, г. Махачкала, пр. Ленина, д. 1

<sup>3</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН)

Россия, 197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2

В статье представлены результаты комплексного изучения компонентного и количественного аминокислотного состава травы трех видов рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа.

**Цель работы:** провести сравнительный аминокислотный анализ в трех образцах вида рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа.

**Материалы и методы.** Качественный анализ аминокислотного состава проводили по реакции с нингидрином, количественное определение свободных форм аминокислот определяли фотометрическим детектированием при длине волны 570 нм на аминокислотном анализаторе ААА-400. Определение содержания суммы свободных и связанных аминокислот проводили после окрашивания производных с нингидрином и фиксацией их содержания при длине волны 440 и 570 нм. Анализ аминокислотного состава указанных видов *Hedysarum caucasicum* M.Bieb., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Hedysarum daghestanicum* Rupr. ex Boiss., приводится впервые.

**Результаты.** Сравнительный аминокислотный состав трех изученных образцов видов рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа, показал, что в значительных количествах в надземных органах изученных видов обнаружены такие аминокислоты, как аспарагиновая и глутаминовая кислоты, а также пролин, лейцин и фенилаланин.

**Заключение.** В заключение необходимо отметить, что основная часть обнаруженных аминокислот относится к группе незаменимых аминокислот, и кроме того, наличие пролина и фенилаланина доказывает присутствие ксантонов. Полученные результаты исследования могут быть в дальнейшем использованы при составлении комплексной метаболомной оценки лекарственного растительного сырья видов рода *Hedysarum* L.

**Ключевые слова:** аминокислоты; пролин; фенилаланин; копеечник дагестанский; копеечник кавказский; копеечник крупноцветковый.

Имачуева Джавгарат Руслановна – аспирант кафедры фармакогнозии ботаники и технологии фитопрепаратов, ПМФИ – филиал ВолгГМУ, г. Пятигорск; лаборант кафедры фармации, ДГМУ, г. Махачкала. ORCID iD: 0000-0002-8953-3158. E-mail: [djakag01@gmail.com](mailto:djakag01@gmail.com) (автор, ответственный за переписку)

Серебряная Фатима Казбековна – канд. фарм. наук, доцент кафедры фармакогнозии ботаники и технологии фитопрепаратов, ПМФИ – филиал ВолгГМУ, г. Пятигорск; научный сотрудник, БИН РАН, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0001-9409-9344. E-mail: [f.k.serebryanaya@pmedpharm.ru](mailto:f.k.serebryanaya@pmedpharm.ru)

Аминокислоты являются важнейшими структурными единицами, из которых построены белки, участвующие во всех жизненных процессах. Некоторые аминокислоты не синтезируются в организме человека и должны поступать из природных источников. Полноценный синтез белков невозможен при нехватке незаменимых аминокислот, вследствие чего нарушается работа целого ряда систем и возникают различные заболевания. Изучение аминокислотного состава при проведении комплексного фармакогностического анализа является одним из обязательных направлений исследований, так как аминокислоты участвуют в биогенезе многих биологически активных соединений, в том числе ксантонов [8, 10, 12, 13, 15-18]. Известно, что основными компонентами биосинтеза ксантонов являются ацетил-КоА, мевало-

ноновая и шикимовая кислоты, из которых синтезируется в дальнейшем фенилаланин. Изучение аминокислотного состава представляет интерес в связи с тем, что аминокислоты играют значительную роль в метаболизме ксантонов, в том числе и компоненты, которые являются предшественниками многих соединений флавоноидной природы [2, 4, 11, 18]. Изучена взаимосвязь структуры и антимикробной активности соединений группы ксантонов с такими аминокислотами, как фенилаланин, тирозин, триптофан, цистеин и пролин, при этом характерна фунгицидная активность соединений, которая коррелирует с наличием таких аминокислот, как глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин [8]. Кроме того, известно, что аминокислоты при взаимодействии с гетероциклическими соединениями усиливают как антибактери-

альную, так и фунгицидную активность. Основная группа изученных аминокислот при взаимодействии с ксантонами проявляет выраженную цитотоксическую активность [11].

Представители рода *Hedysarum* L. имеют в своем составе комплекс биологически активных веществ, обладающих выраженной фармакологической активностью. Основным биологически активным компонентом данного рода является ксантоновый гликозид мангиферин, благодаря которому лекарственное растение обладает противовирусными и антибактериальными свойствами. На основе данных свойств российскими учеными был создан противовирусный препарат «Алпизарин» из травы копеечника желтеющего и альпийского. Род *Hedysarum* L. относится к семейству *Fabaceae* и насчитывает более 285 видов [3, 7].

Нами изучаются три вида рода копеечник, такие как *Hedysarum caucasicum* M.Bieb., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Hedysarum daghestanicum* Rupr. ex Boiss., в качестве дополнительных сырьевых источников мангиферина.

Цель исследования – проведение сравнительного анализа аминокислотного состава в трех образцах вида рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа как в естественных условиях, так и в условиях интродукции на территории ботанического сада ПМФИ и Горного ботанического сада ДНЦ РАН.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служили надземные части следующих видов рода копеечник:

1. *Hedysarum caucasicum* M.Bieb, Кабардино-Балкария, Джилысу, открытые альпийские луга, фаза цветения, 27-28.07.17 – «Образец 1»;

2. *Hedysarum grandiflorum* Pall., Волгоградская область, с. Кондраши, фаза цветения, 15.05.19 – «Образец 2»;

3. *Hedysarum daghestanicum* Rupr. ex Boiss., республика Дагестан, Буйнакский район, с. Чиркей, фаза цветения, 10.05.19 – «Образец 3».

Аминокислотный анализ трех видов рода *Hedysarum* L.: копеечника кавказского (*Hedysarum caucasicum* M.Bieb), копеечника крупноцветкового (*Hedysarum grandiflorum* Pall.), копеечника дагестанского (*Hedysarum daghestanicum* Rupr. ex Boiss.) проведен, на базе ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» по межгосударственному стандарту ГОСТ 32195-2013 (ISO 13903:2005). Для определения свободных форм аминокислот высушенное и измельченное сырье экстрагировали разбавленной кислотой хлористоводородной. Экстрагированные вместе с аминокислота-

ми азотистые соединения осаждали кислотой сульфосалициловой и отфильтровывали. Фильтрат доводили до значения 2,20 ед. рН. Аминокислоты разделяли ионообменной хроматографией, проводили реакцию с нингидрином и определяли их содержание фотометрическим детектированием при длине волны 570 нм на аминокислотном анализаторе ААА-400 [1].

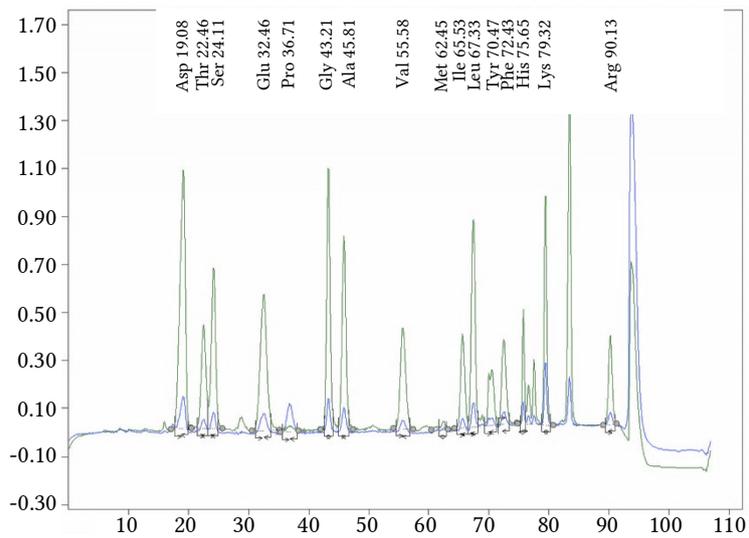
Для определения содержания суммы свободных и связанных аминокислот осуществляли окислением пробы сырья смесью надмуравьиной кислоты с фенолом, избыточный окислитель разлагался дисульфидом натрия. Далее пробы подвергали гидролизу смесью хлористоводородной кислоты для выделения связанных аминокислот. Гидролизат исследовали на аминокислотном анализаторе ААА-400. Метод основан на ионообменной хроматографии, когда получают окрашенные производные аминокислот с нингидрином и фиксируют их содержание при длине волны 440 и 570 нм [1].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

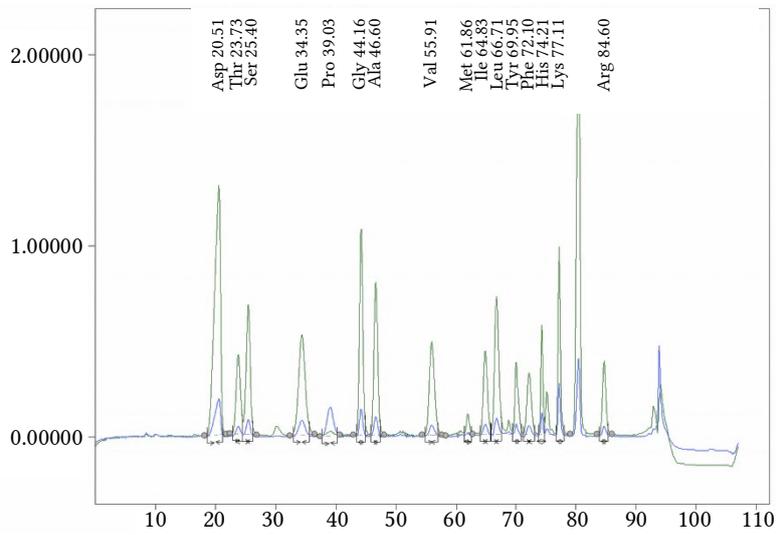
При проведении сравнительного исследования аминокислотного состава трех видов копеечника, в том числе копеечника кавказского (*Hedysarum caucasicum* M.Bieb), копеечника крупноцветкового (*Hedysarum grandiflorum* Pall.), копеечника дагестанского (*Hedysarum daghestanicum* Rupr. ex Boiss.), выявлено, что общее суммарное содержание аминокислот соответственно составило 11,26%, 13,07%, 11,58%. Аминограммы трех видов рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа, приведены на рисунке 1.

Сравнительный аминокислотный состав трех изученных образцов видов рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа, показал, что в значительных количествах в надземных органах изученных видов обнаружены такие аминокислоты, как аспарагиновая (1,84-2,68%) и глутаминовая кислоты (1,29-1,33%), а также пролин (0,83-1,39%), лейцин (0,86-0,90%) и фенилаланин (0,58-0,63%). Результаты сравнительного анализа аминокислотного состава представлены в таблице 1.

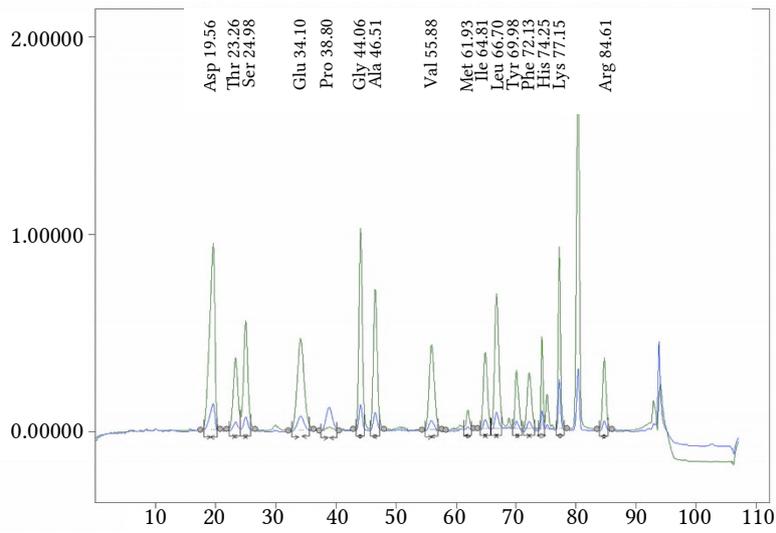
Таким образом, проведенный анализ показал, что исследуемые виды копеечника имеют сходный качественный и количественный состав аминокислот. Необходимо отметить, что из 16 обнаруженных аминокислот значительная часть относится к группе незаменимых (содержание которых составляет 4,00-4,19%).



А.



В.



С.

Рисунок 1. Амминограммы трех видов рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа: А – *Hedysarum caucasicum* M.Bieb.; В – *Hedysarum grandiflorum* Pall.; С – *Hedysarum daghestanicum* Rupr. ex Boiss.

Fig. 1. Aminograms of three species of *Hedysarum* L. growing in the North Caucasus: А – *Hedysarum caucasicum* M.Bieb.; В – *Hedysarum grandiflorum* Pall.; С – *Hedysarum daghestanicum* Rupr. ex Boiss.

Таблица 1

Table 1

Сравнительный анализ аминокислотного состава в трех образцах вида рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа, %

Comparative analysis of amino acids of species of *Hedysarum* L. growing in the North Caucasus, %

Аминокислоты Amino acids		Наименование вида Species of <i>Hedysarum</i> L.		
Название Name	Строение Structure	Образец 1 Sample 1	Образец 2 Sample 2	Образец 3 Sample 3
Моноаминодикарбоновые кислоты Monoaminodicarboxylic acids				
Аспарагиновая кислота Aspartic acid	$\alpha$ -аминоянтарная $\alpha$ -aminosuccinic acid	1.86	2.68	1.84
Глутаминовая кислота Glutamic acid	$\alpha$ -аминоглутаровая $\alpha$ -aminoglutaric acid	1.33	1.31	1.29
Моноаминомонокарбоновые кислоты Monoaminomonocarboxylic acids				
Лейцин* Leucine*	$\alpha$ -аминоизокапроновая $\alpha$ -aminoisocaproic acid	0.90	0.89	0.86
Валин* Valine*	$\alpha$ -аминоизовалериановая $\alpha$ -aminoisovaleric acid	0.68	0.74	0.71
Аланин Alanine	$\alpha$ -аминопропионовая $\alpha$ -aminopropanoic acid	0.67	0.65	0.63
Серин Serine	$\alpha$ -амино- $\beta$ -оксипропионовая $\alpha$ -amino- $\beta$ -oxopropanoic acid	0.62	0.66	0.60
Фенилаланин* Phenylalanine*	$\alpha$ -амино- $\beta$ -фенилпропионовая $\alpha$ -amino- $\beta$ -phenylpropanoic acid	0.62	0.63	0.58
Глицин Glycine	$\alpha$ -аминоуксусная $\alpha$ -aminoacetic acid	0.55	0.58	0.57
Треонин* Threonine*	$\alpha$ -амино- $\beta$ -оксимасляная $\alpha$ -amino- $\beta$ -hydroxybutanoic acid	0.54	0.51	0.50
Тирозин Tyrosine	$\alpha$ -амино- $\beta$ -оксифенилпропионовая $\alpha$ -amino- $\beta$ -hydroxyphenylpropanoic acid	0.52	0.63	0.54
Изолейцин* Isoleucine*	$\alpha$ -амино- $\beta$ -этил- $\beta$ -метилпропионовая $\alpha$ -amino- $\beta$ -ethyl- $\beta$ -methylpentanoic acid	0.48	0.58	0.54
Метионин* Methionine*	$\alpha$ -амино- $\gamma$ -метилтиол-н-масляная $\alpha$ -amino- $\gamma$ -methylthio-N-butanoic acid	0.04	0.11	0.10
Диаминомонокарбоновые кислоты Diaminomonocarboxylic acids				
Лизин* Lysine*	$\alpha, \epsilon$ -аминокапроновая $\alpha, \epsilon$ -aminocaproic acid	0.74	0.73	0.72
Аргинин Arginine	$\alpha$ -амино- $\sigma$ -гуанидин-н-валериановая $\alpha$ -amino- $\sigma$ -guanidine-N-valeric acid	0.55	0.56	0.56
Гетероциклические соединения Heterocyclic compounds				
Пролин Proline	пирролидин- $\alpha$ -карбоновая pyrrolidine- $\alpha$ -carboxylic acid	0.83	1.39	1.19
Гистидин Histidine	$\alpha$ -амино- $\beta$ -имидазол-пропионовая $\alpha$ -amino- $\beta$ -imidazolyl-propanoic acid	0.33	0.42	0.35
Сумма аминокислот The sum of amino acids		11,26	13.07	11.58
в т.ч. незаменимые including essential ones		4,00	4.19	4.01

Примечание: \* – незаменимые аминокислоты.

Note: \* – essential amino acids.

Аминокислотный состав данных видов изучен впервые. Из представителей рода *Hedysarum* L., произрастающих в Российской Федерации, аминокислотный состав изучен только для видов *Hedysarum alpinum* L. и *Hedysarum fruticosum* Pall. Полученные результаты исследования трех видов копеечника согласуются с литературными данными для вышеуказанных видов рода *Hedysarum* L. [4, 5]. Отличительной особенностью изучаемых видов копеечника в сравнении с другими растениями семейства *Fabaceae*, а именно с видами рода *Astragalus* L., является высокое содержание пролина и фенилаланина, а также суммы аминокислот [6].

Наличие пролина и фенилаланина доказывает присутствие ксантонов, так как данные элементы принимают участие в синтезе ксантоновых соединений. Полученные результаты исследования могут быть дополнены и в дальнейшем использованы при составлении комплексной метаболомной оценки лекарственного растительного сырья видов рода *Hedysarum* L.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- ГОСТ 32195-2013 (ISO 13903:2005). *Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот*. Введ. 01 июля 2013. Москва: Стандартинформ, 2014; 19 с. [GOST 32195-2013 (ISO 13903:2005). *Feed, combifeed. Method for determining amino acid content*. Jul 01 2015. Moscow: Standard Form, 2014; 19 p. (in Russ.)].
- Денисова-Дятлова О.А., Глызин В.И. Природные ксантоны. *Успехи химии*. 1982;51(10):1753-1774 [Denisova-Dyatlova O.A., Glyzin V.I. Natural xanthenes. *Russ Chem Rev*. 1982;51(10):1007-1019] DOI: 10.1070/RC1982v051n10ABEH002937
- Имачуева Д.Р., Серебряная Ф.К. Современное состояние изученности растений рода копеечник (*Hedysarum* L.) флоры Кавказа. *Фармация и фармакология*. 2016;4(6):4-32 [Imachuyeva D.R., Serebryanaya F.K. The current state of study of plants of *Hedysarum* L. floras of the Caucasus. *Pharmacy & Pharmacology*. 2016;4(6):4-32 (in Russ.)] DOI: 10.19163/2307-9266-2016-4-6-4-32
- Кисилёва А.Н., Крикова А.В., Коган Е.Г. Изучение аминокислотного состава травы копеечника кустарникового (*Hedysarum fruticosum* Pall.). *Наука молодых*. 2016; 4:72-78 [Kisilyova A.N., Krikova A.V., Kogan E.G. The study of amino acid composition of grass-shrub *Hedysarum* (*Hedysarum fruticosum* Pall.). *Eruditio Juvenium*. 2016;4:72-78 (in Russ.)] DOI: 10.23888/HMJ2016472-76
- Портнягина Н.В., Фомина М.Г., Эчишвили Э.Э. Аминокислотный состав белков *Hedysarum alpinum* L. в условиях культуры среднетаежной подзоны Республики Коми. *Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та*. 2019;17(4):199-211 [Portnyagina N.V., Fomina M.G., Echishvili E.E. Amino acid composition of proteins *Hedysarum alpinum* L. under conditions of culture of the mid-taiga subzone of the Republic of Komi. *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*. 2019;17(4):199-211 (in Russ.)] DOI: 10.18500/1682-1637-2019-4-199-211
- Туртуева Т.А., Николаева Г.Г., Гуляев С.М., Жалсанов Ю.В. Аминокислотный состав корней *Astragalus membranaceus* (Fish.) Bunge. *Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация*. 2013;12:75-77 [Turtueva T.A., Nikolaeva G.G., Gulyaev S.M., Zhalsanov Y.V. Amino acid composition radix *Astragalus membranaceus* (Fish.) Bunge. *BSU bulletin. Medicine and pharmacy*. 2013;12:75-77 (in Russ.)].
- Федорова Ю.С., Кульпин П.В., Суслов Н.И., Мелентьева Ю.В., Косенко К.К. Изучение кардиопротекторных свойств биологически активных веществ *Hedysarum alpinum* L. *Вестник науки и образования*. 2018;16-1(52):85-91 [Fedorova Yu.S., Kulpin P.V., Suslov N.I., Melentyeva Yu.V., Kosenko K.K. Study of the cardioprotective properties of biological active substances *Hedysarum alpinum* L. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2018;16-1(52):85-91 (in Russ.)].
- Cai W., Wang X., Zhu Q., Wang Z., Xu J. Light as a substitute for glutaminic acid oxidase and fluorimetric determination of glutaminic acid. *Fenxi Huaxue*. 2000;10:28 p.
- Chen X., Leng J., Rakesh K.P., Darshini N., Shubhavathi T., Vivek H.K., Mallesha N., Qin, H.-L. Synthesis and molecular docking studies of xanthone attached amino acids as potential antimicrobial and anti-inflammatory agents. *Medchemcomm*. 2017;8(8):1706-1719. DOI: 10.1039/c7md00209b
- Goshain O., Ahmed B. Antihypertensive activity, toxicity and molecular docking study of newly synthesized xanthone derivatives (xanthone oxypropanolamine). *PLoS One*. 2019;14(8):e0220920. DOI: 10.1371/journal.pone.0220920
- Greco C., de Mattos-Shiple K., Bailey A.M., Mulholland N.P., Vincent J.L., Willis C.L., Cox R.J., Simpson T.J. Structure revision of cryptosporioptides and determination of the genetic basis for dimeric xanthone biosynthesis in fungi. *Chem sci*. 2019;10:2930-2939. DOI: 10.1039/c8sc05126g
- Mishin M.A., Guseva E.G., Dumpis M.A., Shabanov P.D., Piotrovskii L.B. Diesters of glutaminic acid: Synthesis and primary pharmacological investigations. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 1991;25(4):246-248. DOI: 10.1007/BF00772105
- Otter D.E. Standardised methods for amino acid analysis of food. *Br J Nutr*. 2012;108(S2):S230-237. DOI: 10.1017/s0007114512002486
- Rakesh K.P., Darshini N., Manukumar H.M., Vivek H.K., Eissa M. Y.H., Prasanna D.S., Mallesha N. Xanthone Conjugated Amino Acids as Potential An-

- ticancer and DNA Binding Agents: Molecular Docking, Cytotoxicity and SAR Studies. *Anticancer Agents Med Chem.* 2018;18:2169-2177. DOI: 10.2174/1871520618666180903105256
15. Rossi O., Maggiore L., Necchi F., Koeberling O., MacLennan C.A., Saul A., Gerke C. Comparison of Colorimetric Assays with Quantitative Amino Acid Analysis for Protein Quantification of Generalized Modules for Membrane Antigens (GMMAs). *Mol Biotechnol.* 2014;57(1):84-93. DOI: 10.1007/s12033-014-9804-7
16. Rutherford S.M., Dunn B.M. Quantitative Amino Acid Analysis. *Current Protocols in Protein Science.* 2011;63(1):3.2.1–3.2.6. DOI: 10.1002/0471140864.ps0302s63
17. Vurgun N., Nitz M. Validation of phenylalanine isostere. *Chembiochem.* 2020;21(8):1136-1139. DOI: 10.1002/cbic.201900635.
18. Wei X., Liang D., Wang Q., Meng X., Li Z. Total Synthesis of Mangiferin, Homomangiferin, and Neomangiferin. *Org Biomol Chem.* 2016;14(37):8821-8831. DOI: 10.1039/C6OB016

Поступила в редакцию 09.12.2019

Подписана в печать 23.03.2020

**Для цитирования:** Имачуева Д.Р., Серебряная Ф.К. Результаты сравнительного аминокислотного анализа видов рода копеечник, произрастающих на территории Северного Кавказа. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье».* 2020;(1):82–88. DOI: 10.21626/vestnik/2020-1/10.

## THE RESULTS OF THE COMPARATIVE AMINO ACID ANALYSIS OF SPECIES OF HEDYSARUM GROWING IN THE NORTH CAUCASUS

© Imachueva D.R.<sup>1,2</sup>, Serebryanaya F.K.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of Volgograd State Medical University (PMPI – branch of VolgSMU)

11, Kalinin Av., Pyatigorsk, Stavropol Krai, 357532, Russian Federation

<sup>2</sup>Dagestan State Medical University (DSMU)

1, Lenin Av., Makhachkala, Republic of Dagestan, 360000, Russian Federation

<sup>3</sup>V.L. Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences (BIN RAS)

2, Professor Popov St., St. Petersburg, 197376, Russian Federation

The results of the complex study of the qualitative and quantitative composition of the aminoacids of the grass of three species of the genus *Hedysarum* growing in the territory of the North Caucasus are presented in the article.

**The objective** of the work is to prepare the comparative aminoacid analysis in three samples of a species of *Hedysarum* growing in the territory of the North Caucasus.

**Materials and methods.** Qualitative analysis of the amino acid composition was carried out by reaction with ninhydrin, and the quantification of free forms of amino acids was determined by photometric detection at a wavelength of 570 nm on an amino acid analyzer AAA-400. The content of free and bound amino acids was determined after staining the derivatives with ninhydrin and fixing their content at a wavelength of 440 and 570 nm. Analysis of the amino acid composition of these species *Hedysarum daghestanicum*, *Hedysarum caucasicum*, *Hedysarum grandiflorum* is given for the first time.

**Results.** The comparative amino acid composition of the three studied specimens of the *Hedysarum* genus species growing on the territory of the North Caucasus showed that significant amino acids in the aboveground organs of the studied species were found, such as aspartic and glutamic acids, as well as proline, leucine, and phenylalanine.

**Conclusion.** In conclusion, it should be noted that the bulk of the detected amino acids belongs to the group of essential amino acids, and in addition, the presence of proline and phenylalanine proves the presence of xanthones. The results of the study can be further used in the preparation of a comprehensive metabolic assessment of medicinal plant materials of species of the genus *Hedysarum* L.

**Keywords:** amino acids; Phenylalanine; Proline; *Hedysarum daghestanicum*; *Hedysarum caucasicum*; *Hedysarum grandiflorum*; *Fabaceae*.

**Imachueva Djavgarat R.** – Post-Graduate Student of Department of Pharmacognosy, Botany and Phytopreparation Technology, PMPI – branch of VolgSMU, Pyatigorsk, Russian Federation; Laboratory Assistant of Pharmacy Department, DSMU, Makhachkala, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-8953-3158. E-mail: [djakag01@gmail.com](mailto:djakag01@gmail.com) (correspondence author)

**Serebryanaya Fatima K.** – PhD in Pharmacy, Associate Professor of Department of Pharmacognosy, Botany and Phytopreparation Technology, PMPI – branch of VolgSMU, Pyatigorsk, Russian Federation; Researcher, BIN RAS, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-9409-9344. E-mail: [f.k.serebryanaya@pmedpharm.ru](mailto:f.k.serebryanaya@pmedpharm.ru)

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

Received 09.12.2019

Accepted 23.03.2020

---

**For citation:** Imachueva D.R., Serebryanaya F.K. The results of the comparative amino acid analysis of species of hedysarum growing in the North Caucasus. *Kursk Scientific and Practical Bulletin "Man and His Health"*. 2020;(1):82–88. DOI: 10.21626/vestnik/2020-1/10.