



Оригинальное исследование
УДК 615.322
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-2-12>

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ФЛОРЫ

Анастасия Александровна Саликова^{1✉}, Светлана Григорьевна Пономарчук²,
Наталья Васильевна Плаксен³, Любовь Викторовна Устинова⁴, Сергей Викторович Степанов⁵,
Нина Николаевна Желудкова⁶

¹⁻⁶Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия

^{1✉}a.salikova1992@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7732-4853>

²ponomarchuk.60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1060-249X>

³natalya.plaksen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6885-004X>

⁴ustinova.lubov@ustinov.com, <https://orcid.org/0000-0003-0977-7353>

⁵don.sergik52@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0664-4272>

⁶zheludkova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5492-5744>

Аннотация. В исследовании был изучен качественный и количественный аминокислотный состав неофициальных представителей дальневосточной флоры – плодов *Vaccinium praestans* L. (красники) и *Empetrum nigrum* L. (шикши черной) методом ионообменной хроматографии. В исследуемых плодах идентифицировано по 17 аминокислот. Среди незаменимых аминокислот в плодах красники преобладающими аминокислотами являются лейцин, лизин и валин, в плодах шикши черной – лейцин, валин и фенилаланин. Количественное содержание аминокислот в плодах *Vaccinium praestans* L. составило 8,42 %, в плодах *Empetrum nigrum* L. – 4,87 %. Результаты исследования свидетельствуют о возможности применения плодов красники и шикши черной в качестве источников протеиногенных аминокислот, а также могут быть использованы для поиска фармакологических эффектов, оказываемых данными растениями.

Ключевые слова: аминокислотный состав, аминокислотный анализатор, красника, шикша черная, *Vaccinium praestans* L., *Empetrum nigrum* L.

Для цитирования: Аминокислотный состав плодов представителей дальневосточной флоры / А.А. Саликова и др. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2023. – № 2. – С. 69-73. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-2-12>.

AMINO ACID COMPOSITION OF FRUITS REPRESENTING THE FAR EASTERN FLORA

Anastasiya A. Salikova^{1✉}, Svetlana G. Ponomarchuk², Natalya V. Plaksen³, Lubov V. Ustinova⁴,
Sergey V. Stepanov⁵, Nina N. Zheludkova⁶

¹⁻⁶Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

^{1✉}a.salikova1992@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7732-4853>

²ponomarchuk.60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1060-249X>

³natalya.plaksen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6885-004X>

⁴ustinova.lubov@ustinov.com, <https://orcid.org/0000-0003-0977-7353>

⁵don.sergik52@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0664-4272>

⁶zheludkova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5492-5744>

Abstract. In the study, the qualitative and quantitative amino acid composition of unofficial representatives of the Far Eastern flora, the fruits of *Vaccinium praestans* L. and *Empetrum nigrum* L., was studied by ion-exchange chromatography. In the studied fruits, 17 amino acids were identified. Among the essential amino acids in *Vaccinium praestans* L. fruits, the predominant amino acids are leucine, lysine and valine, in *Empetrum nigrum* L. fruits – leucine, valine and phenylalanine. The quantitative content of amino acids in the fruits of *Vaccinium praestans* L. was 8,42 %, in the fruit of *Empetrum nigrum* L. – 4,87 %. The results of the study indicate the possibility of using *Vaccinium praestans* L. and *Empetrum nigrum* L. fruits as the sources of proteinogenic amino acids, and can also be used to study the pharmacological effects of these plants.



Keywords: amino acid composition, amino acid analyzer, *Vaccinium praestans* L., *Empetrum nigrum* L.

For citation: Amino acid composition of fruits representing the far eastern flora / A.A. Salikova, et al. // Far Eastern medical journal. – 2023. – № 2. – P. 69-73. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-2-12>.

Аминокислоты и их комплексы принимают активное участие во всех физиологических процессах организма и находят применение в медицине в качестве ноотропных, гепатопротекторных, дезинтоксикационных и др. препаратов [1].

Особый практический интерес представляют растительные источники аминокислот, отличающиеся широтой фармакологического воздействия [1] и высокой усвояемостью [2].

Среди существующих разнообразных методов анализа аминокислот в растительных объектах, наибольший интерес представляют хроматографические методы (ТСХ, ВЭЖХ, ионообменная хроматография), оптические (спектрофотометрия) и электрохимические методы (капиллярный электрофорез) [3].

Наиболее доступным методом анализа аминокислотного состава является тонкослойная хроматография, но вследствие затруднения полного разделения в растительных извлечениях свободных аминокислот от пептидов и белков точность данного метода значительно уступает современным инструментальным методам [3].

Для количественной оценки содержания аминокислот применяется спектрофотометрия, отличающаяся простотой исполнения. Однако близость максимумов поглощения света аминокислот может служить

причиной ошибок анализа, требующих проверки более высокоточными методами [4].

Селективность и чувствительность в идентификации аминокислот демонстрирует высокоэффективная жидкостная хроматография, но стоимость ограничивает повсеместное применение метода.

На современном этапе исследователи в анализе аминокислотного состава все чаще прибегают к использованию метода ионообменной хроматографии с помощью аминокислотных анализаторов, который позволяет проводить одновременную оценку качественного и количественного состава исследуемого объекта и характеризуется точностью и высокой производительностью [3].

Возможными перспективными источниками комплекса природных аминокислот могут служить яркие представители дальневосточной флоры *Vaccinium praestans* L. (красника) и *Empetrum nigrum* L. (шикша черная), используемые в народной медицине [5].

Сведения о составе аминокислот изучаемых растений разных авторов содержат несхожие показатели [6, 7], носящие обзорный характер, поэтому целью нашего исследования стало определение аминокислотного состава плодов *Vaccinium praestans* L. (красника) и *Empetrum nigrum* L. (шикша черная) методом ионообменной хроматографии.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись плоды представителей дальневосточных растений – *Vaccinium praestans* L. (красника) и *Empetrum nigrum* L. (шикша черная), собранные в Камчатском крае в 2021 году.

Для определения аминокислотного состава точную навеску сухих плодов заливали 10-кратным объемом ацетона для удаления липидов и влаги, настаивали при температуре 4 °C в течение 24 ч, фильтровали и повторно заливали ацетоном, выдерживали 4 часа и после фильтрации сушили на воздухе при комнатной температуре [8].

Точную навеску образца количественно переносили в пробирку для гидролиза, добавляя 6N HCl

в соотношении 1 мг пробы на 1 мл раствора кислоты, и после запаивания гидролизovali в течение 24 ч при температуре 110 °C [8].

После проведения гидролиза охлажденную до комнатной температуры ампулу вскрывали и содержимое количественно переносили в круглодонную колбу для упаривания на ротаторном испарителе UL-2 000 E при температуре 40 °C до полного исчезновения запаха хлористоводородной кислоты. Осадок растворяли 0,02 н хлористоводородной кислотой и фильтровали. Полученный фильтрат анализировали на аминокислотном анализаторе HITACHI L-8900 (Япония).

Результаты и обсуждение

В результате определения в исследуемых плодах было обнаружено генетически кодируемых 17 аминокислот (таблица, рис. 1 и 2).

Среди обнаруженных заменимых аминокислот в плодах красники превалирует глутаминовая кислота (19,0 % от общей суммы аминокислот (далее суммы)), аспарагиновая кислота (10,1 % от суммы) и аргинин (9,1 % от суммы); в плодах шикши черной – гистидин (18,5 % от суммы), глутаминовая кислота (14,8 % от суммы), аспарагиновая кислота (8,6 % от суммы).

Среди незаменимых аминокислот в плодах красники преобладающими аминокислотами являются лейцин (7,2 % от суммы), лизин (5,5 % от суммы) и валин (5,0 % от суммы), в плодах шикши черной – лейцин (6,8 % от суммы), валин (4,7 % от суммы) и фенилаланин (3,9 % от суммы).

Количественное содержание аминокислот в плодах *Vaccinium praestans* L. составило 8,42 %, в плодах *Empetrum nigrum* L. – 4,87 %.

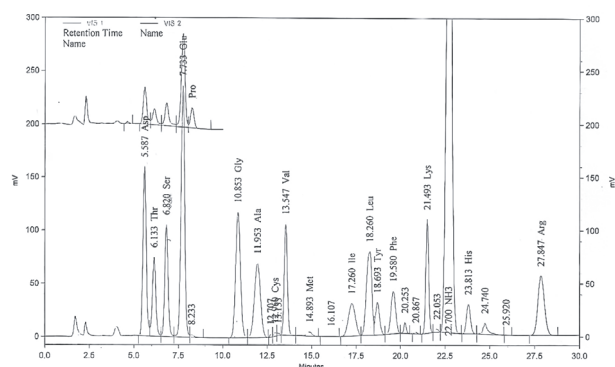


Рис. 1. Хроматограмма аминокислот плодов *Vaccinium praestans L.*

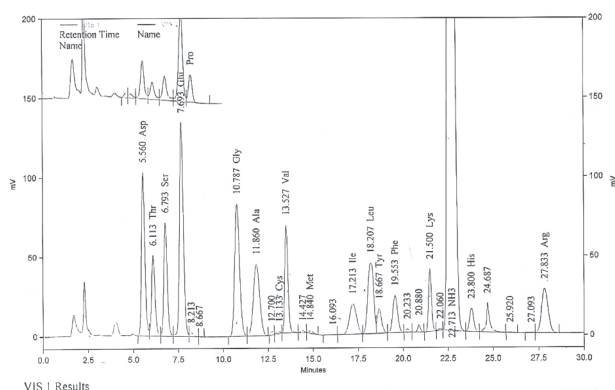


Рис. 2. Хроматограмма аминокислот плодов *Empetrum nigrum L.*

Идентифицированные в исследуемых плодах аминокислоты проявляют различные биологические эффекты. Так, глутаминовая кислота участвует в обменных процессах, в первую очередь, головного мозга, нейтрализует токсичный аммиак [9]. Помимо основных функций, которые присущи протеиногенным аминокислотам, выраженное антигипоксическое действие оказывает аспарагиновая кислота, улучшая оксигенацию сердца [10]. Аргинин, продуцирует закись азота, активно участвующую в регуляции сосудов мозга и сердечнососудистой системы, особенно при ишемии, гипертензии и т.п. [11]. Гистидин сорбирует тяжелые металлы (цинк, никель, кадмий, ртуть), проявляет антиатеросклеротическое и сахароснижающее действие [12]. Кетопластичная аминокислота лейцин в организме человека проявляет выраженную анаболическую и инсулиногенную активность, регулирует клеточный и гуморальный иммунитет [9]. Валин является протектором миелиновой оболочки нервных волокон, предотвращая развитие многих неврологических заболеваний [9]. В свою очередь, фенилаланин, помимо общеизвестных функций (синтез адреностимуляторов, эндорфинов, тирозина), участвует в регуляции функций поджелудочной железы, в том числе, в выработке инсулина, влияя на

уровень глюкозы в крови [9]. Многочисленными доклиническими и клиническими исследованиями было доказано анксиолитическое и антиспазматическое действие лизина, что также может представлять практический интерес [13].

Таблица 1 – Определение состава аминокислот исследуемых плодов

Аминокислоты	<i>Vaccinium praestans L.</i>		<i>Empetrum nigrum L.</i>	
	содержание аминокислот, %	содержание от общего количества аминокислот, %	содержание аминокислот, %	содержание от общего количества аминокислот, %
незаменимые аминокислоты				
Треонин	0,34	4,0	0,18	3,7
Валин	0,42	5,0	0,23	4,7
Метионин	0,04	0,5	0,01	0,2
Изолейцин	0,34	4,0	0,17	3,5
Лейцин	0,61	7,3	0,33	6,8
Фенилаланин	0,39	4,6	0,19	3,9
Тирозин	0,27	3,2	0,11	2,2
Лизин	0,46	5,5	0,14	2,9
Сумма незаменимых аминокислот, %	2,87	34,1	1,36	27,9
заменимые аминокислоты				
Аспарагиновая кислота	0,85	10,1	0,42	8,6
Серин	0,4	4,8	0,21	4,3
Глутаминовая кислота	1,6	19,0	0,72	14,8
Глицин	0,5	5,9	0,30	6,2
Аланин	0,46	5,5	0,25	5,1
Цистин	0,02	0,2	0,01	0,2
Гистидин	0,2	2,4	0,90	18,5
Аргинин	0,77	9,1	0,33	6,8
Пролин	0,75	8,9	0,37	7,6
Сумма заменимых аминокислот, %	5,55	65,9	3,51	72,1
Общая сумма аминокислот, %	8,42	100,0	4,87	100,0

Разнообразие эффектов, оказываемых идентифицированными в объектах исследования аминокислотами, допускает наличие данных эффектов у плодов красники и шикши и может служить основанием для дальнейших исследований.

Расширение знаний о спектре биологически активных веществ изучаемых плодов позволяет рассматривать перспективность использования неофициальных представителей дальневосточной флоры в качестве источников аминокислот, в особенности незаменимых аминокислот.

Выводы

1. Определен состав и количественное содержание аминокислот плодов дальневосточных растений *Vaccinium praestans L.* и *Empetrum nigrum L.*, заготовленных в Камчатском крае.

2. Среди семнадцати обнаруженных в объектах исследования аминокислот восемь являются незаменимыми, наиболее ценными для организма человека.



3. Результаты исследования свидетельствуют о возможности применения плодов красники и шикши черной в качестве источников протеиногенных аминокислот, а также могут быть использованы для поиска фармакологических эффектов, оказываемых данными растениями.

Список источников

1. Озими́на И.И., Фролова О.О. Целенаправленный поиск биологически активных веществ в растениях // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 382.
2. Вдовенко-Мартынова Н.Н., Кобыльченко Н.В., Блинова Т.И. Определение содержания аминокислот в листьях лилии белой (*Lilium candidum* (L.)) // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 2. – С. 263-270.
3. Тринеева О.В. Рудая М.А., Сливкин А.И., Дубовицких М.А. Исследование профиля свободных аминокислот плодов облепихи крушиновидной различных сортов методом тонкослойной хроматографии // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 277-283.
4. Тринеева О.В. Методы контроля качества аминокислот в фармацевтическом анализе // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2015. – № 2. – С. 120-140.
5. Саликова А.А., Пономарчук С.Г., Плаксен Н.В. Изучение химического состава плодов дальневосточных видов растений семейства вересковых (Ericaceae) // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2021. – № 3 (85). – С. 40-44.
6. Чудецкий А.И., Кузнецова И.Б., Макаров С.С., Суров В.В. Получение посадочного материала красники (*Vaccinium praestans* L. Lamb.) методом клонального микроразмножения // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 2. – С. 122-128.
7. Кострыкина С.А. Использование красники (*Vaccinium praestans* L. Lamb.) в производстве мучных кондитерских изделий // Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – 2019. – С. 77-81.
8. Баратова Л.А., Беляева Л.П. Определение аминокислотного состава белков. Методы биохимического эксперимента. Материалы методического семинара межфакультетской лаборатории биоорганической химии МГУ им. Ломоносова. – М.: Из-во МГУ, 1974. – 36 с.
9. Сырская А.О., Шаповал Л.Г., Макаров В.А., Петюнина В.Н., Грабовецкая Е.Р., Андреева С.В., Наконечная С.А., Бачинский Р.О., Лукьянова Л.В., Козуб С.Н., Левашова О.Л. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов. – Х.: «Щедра садиба плюс», 2015. – 268 с.
10. Баскович Г.А., Бондина В.А., Кочетков Н.И., Чаплыгина З.А. Глутаминовая и аспарагиновые кислоты в комплексном лечении циркуляторной гипотоксии // Патологич. физиология и эксперимент. Терапия. – 1978. – № 1. – С. 20-25.
11. Рамазанов А.Ш., Балаева Ш.А. Аминокислотный состав плодов расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан // Химия растительного сырья. – 2020. – № 3. – С. 215-223.
12. Хлыбова С.В., Циркин В.И. Свободный L-гистидин как один из регуляторов физиологических процессов // Вятский медицинский вестник. – 2006. – № 3-4. – С. 43-49.
13. Северьянова Л.А., Долгинцев М.Е. Современные представления о действии аминокислоты L-лизина на нервную и иммунную регуляторные системы // Человек и его здоровье. – 2007. – № 2. – С. 67-79.

References

1. Baratova L.A., Belyaeva L.P. Determination of the amino acid composition of proteins. Methods of biochemical experiment. Materials of the methodological seminar of the Interfaculty Laboratory of Bioorganic Chemistry, Moscow State University named after M.I. Lomonosov. – M.: MSU Publishing House, 1974. – 36 p.
2. Baskovich G.A., Bondina V.A., Kochetkov N.I., Chaplygina Z.A. Glutamic and aspartic acids in the complex treatment of circulatory hypoxia // Pathological Physiology and Experiment. Therapy. – 1978. – № 1. – P. 20-25.
3. Chudetsky A.I., Kuznetsov I.B., Makarov S.S., Surov V.V. Obtaining planting material of redberry (*Vaccinium praestans* L. Lamb.) by clonal micropropagation // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov. – 2021. – № 2. – P. 122-128.
4. Khlybova S.V., Tsirkin V.I. Free L-histidine as one of the regulators of physiological processes // Vyatskiy Medical Bulletin. – 2006. – № 3-4. – P. 43-49.
5. Kostrykina S.A. The use of redberry (*Vaccinium praestans* L.Lamb.) in the production of flour confectionery // Technologies of Production and Processing of Agricultural Products. – 2019. – P. 77-81.
6. Ozimina I.I., Frolova O.O. Purposeful search for biologically active substances in plants // Modern Problems of Science and Education. – 2013. – № 1. – P. 382-382.
7. Ramazanov A.Sh., Balaeva Sh.A. Aminoacid composition of milk thistle fruit growing in the Republic of Dagestan // Chemistry of Plant Raw Materials. – 2020. – № 3. – P. 215-223.
8. Salikova A.A., Ponomarchuk S.G., Plaksen N.V. Study of the chemical composition of fruits of the Far Eastern species of plants of the heather family (Ericaceae) // Pacific Medical Journal. – 2021. – № 3 (85). – P. 40-44.



9. Severyanova L.A., Dolgintsev M.E. Modern ideas about the action of the aminoacid L-lysine on the nervous and immune regulatory systems // Man and His Health. – 2007. – № 2. – P. 67-79.
10. Syrovaya A.O., Shapoval L.G., Makarov V.A., Petyunina V.N., Grabovetskaya E.R., Andreeva S.V., Nakonechnaya S.A., Bachinsky R.O., Lukyanova L.V., Kozub S.N., Levashova O.L. Aminoacids through the eyes of chemists, pharmacists, biologists. – Kh.: Publishing Center «Shchedra Sadyba Plus», 2015. – 268 p.
11. Trineeva O.V. Methods of quality control of aminoacids in pharmaceutical analysis // Development and Registration of Medicines. – 2015. – № 2. – P. 120-140.
12. Trineeva O.V., Rudaya M.A., Slivkin A.I., Dubovitskikh M.A. Investigation of the free aminoacid profile of sea buckthorn fruits of various varieties by thin layer chromatography // Sorption and Chromatographic Processes. – 2020. – Vol. 20, № 2. – P. 277-283.
13. Vdovenko-Martynova N.N., Kobylchenko N.V., Blinova T.I. Determination of the content of aminoacids in the leaves of the white lily (*Lilium candidum* (L.)) // Modern Problems of Science and Education. – 2016. – № 2. – P. 263-270.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 10.03.2023.

The article was accepted for publication 10.03.2023.

