

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ | SHORT REPORTS

Современная наука и инновации.
2023. № 2(42). С. 145-150
Modern Science and Innovations.
2023; 2(42):145-150

Научная статья / Original article

УДК 634.74

DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.14

Евгений Дмитриевич Рожнов

[Evgeny D. Rozhnov]¹,

Марина Николаевна Школьников

[Marina N. Shkolnikova]²,

Ольга Викторовна Чугунова

[Olga V. Chugunova]²

**Отличительные особенности биохимического
состава плодов облепихи Алтайской селекции**

**Distinctive features of the biochemical
composition sea buckthorn fruits of Altai
selection**

¹Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
Бийский технологический институт (филиал), г. Бийск, Россия / Polzunov Altai State Technical
University, Biysk Institute of Technology (branch), Biysk, Russia, red.bti@yandex.ru

²Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия /
Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia, shkolnikova.m.n@mail.ru

Аннотация. В статье приведены данные по биохимическому составу плодов облепихи районированных и выращиваемых на территории Алтайского края. Обобщены сведения по отличительным особенностям наиболее распространенных в селекции сортов Ажурная, Алтайская, Иня, Чечек, Чуйская. Исследован биохимический состав плодов облепихи указанных сортов. Установлена широкая вариабельность содержания сахаров, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты и ароматообразующих соединений, влияющих на вкусовые характеристики плодов облепихи и определяющие ее дальнейшее использования.

Ключевые слова: облепиха, селекция, сортовые особенности, биохимический состав

Для цитирования: Рожнов Е. Д., Школьников М. Н., Чугунова О. В. Отличительные особенности биохимического состава плодов облепихи Алтайской селекции // Современная наука и инновации. 2023. №2 (42). С. 145-150. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.14>

Abstract. The article presents data on the biochemical composition of sea buckthorn fruits zoned and grown on the territory of the Altai Territory. The information on the distinctive features of the most common varieties in the selection of Azhurnaya, Altai, Inya, Chechek, Chuiskeya is summarized. The biochemical composition of sea buckthorn fruits of these varieties has been studied. A wide variability in the content of sugars, titrated acids, ascorbic acid and aroma-forming compounds affecting the taste characteristics of sea buckthorn fruits and determining its further use has been established.

Key words: sea buckthorn, breeding, varietal characteristics, biochemical composition

For citation: Rozhnov E. D., Shkolnikova M. N., Chugunova O. V. Distinctive features of the biochemical composition sea buckthorn fruits of Altai selection. *Modern Science and Innovations*. 2023;2(42):145-150. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.14>

Введение. В современных условиях возрастает значимость локальных растительных ресурсов, в частности, облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), плоды которой содержат существенное количество каротиноидов, полифенолов, витаминов С, Е и других необходимых микронутриентов [1, 2].

Кустарники облепихи, обладая высокой адаптивностью к почвенно-климатическим условиям окружающей среды, произрастают естественным образом в холодных и сухих регионах по всему земному шару. Ареал естественных зарослей облепихи в РФ существенный и прерывистый на разной высоте над уровнем моря (от 1500–1700 м на Алтае и в Восточной Сибири до 3000 м на Кавказе), западной границей служит Калининградская область, восточной – Читинская. Что обуславливает значительную сортовую вариабельность по уровню зимостойкости (до минус 40 °С), срокам созревания, урожайности, биохимическому составу плодов и т. д. [3].

Признанным мировым центром по селекции облепихи является «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко» (далее НИИ), селекционерами которого создано более 60 сортов этой культуры. Коллекция НИИ является одной из наиболее многочисленных в мире и насчитывает порядка 50 тыс. гибридных сеянцев и более 700 сортообразцов, в геноме которых присутствуют источники из различных эколого-географических провинций, в том числе с берегов алтайских рек Катунь, Чулышман, Чуя, из регионов Бурятии и Красноярского края, Киргизии, а также ряда европейских стран. С точки зрения хозяйственно-биологических особенностей и систематической принадлежности облепиха алтайской селекции отличается от китайского и европейского генофонда. Основной подвид, встречающийся в Сибири, – это *Hippophae rhamnoides ssp. mongolica*, однако известно множество экологических форм, типов, групп, что требует решения вопросов систематики на более узком уровне [4].

В связи с этим, комплексное изучение выделенных сортообразцов является важной составляющей идентификации сортов и частью масштабной работы для успешной селекции облепихи, что обусловило цель настоящего исследования – изучение биохимического состава гибридных сортов облепихи крушиновидной алтайской селекции.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись плоды облепихи крушиновидной пяти сортов районированных и выращиваемых на территории Алтайского края, собранные в период с 2016 по 2019 г в состоянии технической зрелости на садовых участках.

Экспериментальные исследования проводились с использованием общепринятых стандартных методов. В образцах свежих и замороженных плодов облепихи определено содержание: сухих веществ – рефрактометрическим методом по ГОСТ 33977-2016, сахаров – методами, изложенными в ГОСТ 8756.13-87, титруемых кислот (в пересчете на яблочную) – методом потенциометрического титрования по ГОСТ 34127-2017, аскорбиновой кислоты – титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89. Исследование состава ароматических веществ проводили в экстрактах ароматических компонентов, полученных непосредственным экстрагированием облепиховой мякоти диэтиловым эфиром в течение 180 часов с последующим исследованием экстрактов методом газо-жидкостной хроматографии.

Обсуждение результатов. В табл. 1 обобщены сведения по отличительным особенностям наиболее распространенных в селекции Алтайского края сортам облепихи.

Биохимическими маркерами для идентификации генов растений, наряду с белками и ферментами, могут являться метаболиты растений (например, сахара), в том числе вторичные, например – аскорбиновая кислота (табл. 2).

Из приведенных в табл. 2 экспериментальных видны различия биохимического состава, обусловленные сортовыми особенностями. Несмотря на практически одинаковое содержание сухих веществ для исследуемых сортов отмечается широкая вариабельность изучаемых биохимических признаков, влияющих на вкусовые характеристики плодов облепихи и определяющие ее дальнейшее использования. Установлено, что плоды технических (Иня, Чечек) и универсальных (Алтайская, Чуйская) сортов облепихи алтайской селекции содержат значительно больше аскорбиновой кислоты по сравнению с десертным сортом (Ажурная), плоды универсальных сортов отличаются более высоким содержанием сахаров 72,9–75,9 г/дм³ при меньшей кислотности – 10,4 г/дм³ (Алтайская) и 13,7 г/дм³ (Чуйская), что и определяет сбалансированных кисло-сладкий вкус плодов данных сортов.

Таблица 1. Характеристика сортов облепихи алтайской селекции (составлена авторами по [5–7])
Table 1. Characteristics of sea buckthorn varieties of Altai selection (compiled by the authors according to [5–7])

Сорт облепихи / Назначение	Средняя урожайность, т/га	Средний вес 100 ягод, г	Масличность, %	Происхождение
Ажурная / Десертный	7,0	121,0	6,2	Свободное опыление отборной формы 87-72-6а (Щербинка-1×чулышманский экотип)
Алтайская / Универсальный	16,6	74,0	5,2	Свободное опыление отборной формы 30-61-1487 (Щербинка-1×чулышманский экотип)
Иня / Технический	14,9	74,5	4,3	Химический мутагенез семян сорта Пантелеевская нитрозодиметилом в конц. 0,012 %
Чечек / Технический	16,9	77,0	7,8	Свободное опыление отборной формы 7-66-321 (Щербинка-1×чулышманский экотип) катунским экотипом
Чуйская / Универсальный	15,5	82,0	6,2	Свободное опыление отборной формы чуйского экотипа

Таблица 2. Биохимический состав плодов облепихи алтайской селекции (n=3, M±m)
Table 2. Biochemical composition of sea buckthorn fruits of Altai selection (n=3, M ± m)

Сорт облепихи	М.д. сухих веществ, %	М.к. сахаров, г/дм ³	М.к. титруемых кислот, в пересчете на яблочную, г/дм ³	М.к. аскорбиновой кислоты, мг/дм ³
Ажурная	14,15±0,35	54,8±0,4	12,9±0,4	644,8±32,5
Алтайская	13,93±0,34	75,9±0,6	10,4±0,3	950,1±36,2
Иня	13,73±0,32	56,6±0,7	18,2±0,3	1170,3±43,6
Чечек	13,32±0,32	47,3±0,4	15,6±0,4	924,5±35,6
Чуйская	13,57±0,35	72,9±0,2	13,7±0,3	1304,6±45,6

Особый интерес представляет исследование ароматических характеристик плодов облепихи, особенностью которых является склонность к трансформации ароматического профиля при ее хранении в свежем виде, сопровождающегося появлением жирнокислотных и прогорклых тонов в аромате. Развитие неприятных ароматических тонов жирных кислот связывается в первую очередь с действием эстераз сырья, разрушающих сложные эфиры, имеющие преимущественно фруктово-цветочные ароматы [8]. Единственным способом сохранить плоды облепихи для круглогодичной переработки является их замораживание. На примере универсального сорта Чуйская, вкусовые характеристики плодов которого выгодно отличаются, показано влияние заморозки на содержание ароматообразующих компонентов (табл. 3).

Можно видеть, что процесс замораживания приводит к незначительной вариации исследуемых ароматообразующих компонентов, при этом относительное количество компонентов остается постоянным. Таким образом, можно обоснованно утверждать, что процесс заморозки позволяет сохранить ароматический профиль плодов облепихи, при этом расширяются возможности сезонной переработки облепихи, а также создаются предпосылки для повышения эффективности переработки плодов, поскольку процесс замораживания приводит к появлению в клетках кристаллов льда, разрывающих цитоплазматическую мембрану, а при дефростации увеличивается сокоотдача.

При хроматографическом анализе полученных экстрактов ароматических веществ был обнаружен набор пиков, предположительно соответствующий веществам, напрямую отвечающим за формирование характерного облепихового аромата. Дальнейшие исследования были направлены на идентификацию данной группы компонентов. Было установлено, что в составе ароматических веществ плодов облепихи присутствуют α- и β-

ионы (рис. 1), представляющие собой продукты деградации каротиноидов и имеющие приятные цветочно-фруктовые ароматы, особенно в сильно разбавленных растворах.

Таблица 3 – Ароматобразующие соединения свежих и замороженных плодов облепихи «Чуйская» (n=3, M±m)

Table 3 – Aroma-forming compounds of fresh and frozen fruits of sea buckthorn "Chuiskaya" (n=3, M ± m)

Компонент	Относительное содержание компонента, %					
	Урожай 2011 г.		Урожай 2016 г.		Урожай 2019 г.	
	свеж.	зам.	свеж.	зам.	свеж.	зам.
Транс-2-гексеналь	0,13±0,01	0,15±0,01	0,17±0,02	0,18±0,01	0,09±0,01	0,11±0,02
Изоамиловый эфир пентановой кислоты	2,74±0,01	2,75±0,02	3,13±0,02	3,09±0,02	2,94±0,02	2,87±0,2
Пропиловый эфир пентановой кислоты	1,03±0,02	1,05±0,01	1,21±0,02	1,18±0,01	0,89±0,01	0,92±0,02
Пропиловый эфир гексановой кислоты	2,28±0,02	2,25±0,02	2,88±0,02	2,74±0,03	2,16±0,02	2,14±0,01
Этиловый эфир энантовой кислоты	1,88±0,03	1,89±0,01	2,31±0,01	2,34±0,02	2,48±0,01	2,39±0,02
Цис-3-гексен-1-ол	4,44±0,01	4,54±0,02	4,12±0,01	4,08±0,02	3,68±0,02	3,71±0,01
Этиловый эфир октановой кислоты	3,23±0,02	3,26±0,01	3,13±0,01	3,15±0,01	2,78±0,02	2,67±0,02
Изоамиловый эфир гексановой кислоты	1,24±0,03	1,32±0,02	1,47±0,02	1,52±0,01	1,61±0,02	1,63±0,01
Этиловый эфир гексановой кислоты	2,36±0,02	2,39±0,01	2,13±0,03	2,09±0,02	2,41±0,02	2,52±0,01
Бутановая кислота	1,49±0,01	1,44±0,02	1,47±0,02	1,41±0,01	1,05±0,01	1,01±0,02
Этиловый эфир декановой кислоты	3,60±0,02	3,74±0,02	3,61±0,03	3,77±0,02	3,44±0,01	3,47±0,02
Изоамиловый эфир октановой кислоты	1,56±0,01	1,61±0,02	1,54±0,02	1,58±0,01	1,41±0,02	1,46±0,01
Пентановая кислота	1,07±0,01	1,05±0,02	1,32±0,02	1,29±0,01	1,02±0,01	0,97±0,02
Гексановая кислота	0,77±0,02	0,79±0,01	1,06±0,01	1,02±0,02	0,82±0,02	0,79±0,02
Гептановая кислота	0,26±0,02	0,24±0,01	0,18±0,02	0,17±0,01	0,09±0,01	0,12±0,02
Октановая кислота	0,15±0,01	0,16±0,01	0,24±0,01	0,21±0,02	0,13±0,02	0,08±0,01
Бензиловый эфир пентановой кислоты	2,79±0,01	2,74±0,02	2,61±0,01	2,53±0,02	2,37±0,01	2,39±0,02
Нонановая кислота	0,13±0,01	0,09±0,02	0,14±0,02	0,11±0,01	—	0,06±0,2
Этиловый эфир тетрадекановой кислоты	2,66±0,02	2,71±0,03	3,14±0,02	3,20±0,01	2,61±0,01	2,57±0,02
Декановая кислота	0,37±0,01	0,34±0,01	0,37±0,02	0,33±0,01	0,27±0,02	0,24±0,01
Этиловый эфир гексадекановой кислоты	1,23±0,01	1,22±0,02	1,18±0,02	1,14±0,01	0,98±0,02	1,02±0,01

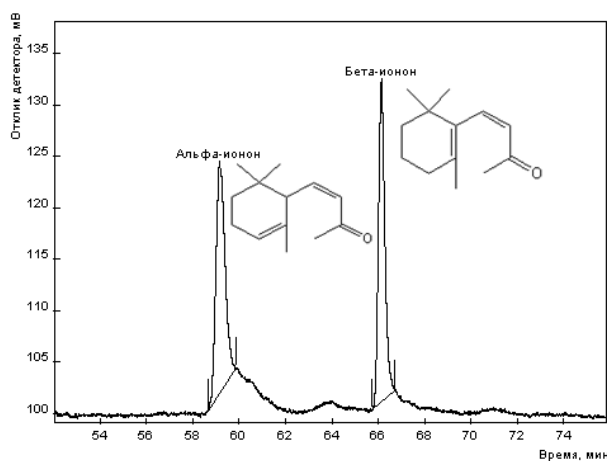


Рисунок 1. Фрагмент хроматограммы экстракта ароматических веществ плодов облепихи
Figure 1. Fragment of chromatogram of extract of aromatic substances of sea buckthorn fruit

Заключение. Таким образом можно сделать вывод о перспективности проводимых исследований в области скрининга плодов облепихи с целью выявления биохимических маркеров, характерных как для отдельных сортов и отборных форм, так и для групповой идентификации сортов облепихи в пределах конкретного региона произрастания. Исследования такого рода также позволят определить направление использования технических, универсальных и десертных сортов в технологии продуктов питания и напитков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yang B. Sugars, acids, ethyl b-D-glucopyranose and a methyl inositol in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries // Food Chemistry. 2009. Vol. 112, No. 1. P. 89–97.
2. Zakyntinos G., Varzakas T., Petsios D. Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*) Lipids and their Functionality on Health Aspects // Current Research in Nutrition and Food Science. 2016. Vol. 4, No. 3. P. 182–194.
3. Богомолова Н. И., Lupin M. B. Уровень биологического потенциала продуктивности облепихи крушиновидной в естественных и промышленных насаждениях России // Вестник аграрной науки. 2021. Т. 93, № 6. С. 62–67.
4. Земцова А. Я., Зубарев Ю. А., Гунин А. В., Иванова М. С. Оценка генетического полиморфизма образцов рода облепихи (*Hippophae L.*) различного экологогеографического происхождения посредством ISSR-маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017, № 21(6). С. 623–629.
5. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / под ред. И. П. Калининой. Новосибирск: Юпитер, 2005. 568 с.
6. Зубарев Ю. А., Гунин А. В., Пантелеева Е. И., Воробьева А. В. Новые крупноплодные сорта облепихи алтайской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. Т. 188. № 6. С. 42–49.
7. Земцова А. Я., Зубарев Ю. А., Гунин А. В. Оценка сортообразцов облепихи разного экологогеографического происхождения по биохимическому составу плодов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 9. С. 48–52.
8. Ma, X. Sensory profile of ethyl β -D-glucopyranoside and its contribution to quality of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides L.*) / X. Ma, O. Laaksonen, J. Heinonen [et al.] // Food Chem. 2017. Vol. 233. P. 263–272.

REFERENCES

1. Yang B. Sugars, acids, ethyl b-D-glucopyranose and a methyl inositol in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries // Food Chemistry. 2009. Vol. 112, No. 1. P. 89–97.
2. Zakyntinos G., Varzakas T., Petsios D. Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*) Lipids and their Functionality on Health Aspects // Current Research in Nutrition and Food Science. 2016. Vol. 4, No. 3. P. 182–194.
3. Bogomolova N.I., Lupin M.V. Uroven` biologicheskogo potenciala produktivnosti oblepiki krushinovidnoj v estestvenny`x i promyshlenny`x nasazhdeniyax Rossii // Vestnik agrarnoj nauki. 2021. T. 93, No. 6. P. 62–67.
4. Zemczova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Ivanova M.S. Ocenka geneticheskogo polimorfizma obrazczov roda oblepiki (*Hippophae L.*) razlichnogo e`kologogeograficheskogo proisxozhdeniya posredstvom ISSR-markerov // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2017, No. 21(6). P. 623–629.
5. Pomologiya. Sibirskie sorta plodovy`x i yagodny`x kul`tur XX stoletiya / pod red. I. P. Kalininoj. – Novosibirsk: Yupiter, 2005. – 568 p.
6. Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Panteleeva E.I., Vorob`eva A.V. Novy`e krupno-plodny`e sorta oblepiki altajskoj selekcii // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo ag-rarnogo universiteta. 2020. T. 188. No. 6. P. 42–49.

7. Zemczova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V. Ocenka sortoobrazczov oblepixi raz-nogo e`kologogeograficheskogo proisxozhdeniya po bioximicheskomu sostavu plodov // Dosti-zheniya nauki i tehniki APK. 2016. T. 30. No. 9. P. 48–52.

8. Ma, X. Sensory profile of ethyl β -D-glucopyranoside and its contribution to quality of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) / X. Ma, O. Laaksonen, J. Heinonen [et al.] // Food Chem. 2017. Vol. 233. P. 263–272.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Рожнов Евгений Дмитриевич, доктор технических наук, доцент кафедры биотехнологии, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Алтайского государственного технического университет им. И.И. Ползунова, 659305 Россия, г. Бийск, ул. им. Героя Советского Союза Трофимова, 27, red.bti@yandex.ru

Rozhnov Evgeny Dmitrievich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Biysk Institute of Technology (branch) of the Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 659305, Russia, Biysk, Hero of the Soviet Union Trofimov str., 27, red.bti@yandex.ru

Школьников Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Технологии питания, Уральский государственный экономический университет, 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, shkolnikova.m.n@mail.ru

Shkolnikova Marina Nikolaevna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Food Technology Ural State University of Economics, 620144, Russia, Yekaterinburg, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, shkolnikova.m.n@mail.ru

Чугунова Ольга Викторовна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой Технологии питания, Уральский государственный экономический университет, 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, chugun.ova@yandex.ru

Chugunova Olga Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Technology, Ural State University of Economics, 620144, Russia, Yekaterinburg, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, chugun.ova@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 19.04. 2023

После рецензирования: 13.05.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023