

УДК 634.1:634.743:581.19

ВИТАМИНЫ ГРУППЫ В ПЛОДОВОЙ МЯКОТИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТИПОВ ОБЛЕПИХИ (*HIPPORHAE RHAMNOIDES* L.) В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

© А.Я. Земцова*, Ю.А. Зубарев, А.В. Гунин

Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, Научный городок, 35, Барнаул, 656910, Россия, anna-krysova@mail.ru

Плоды облепихи крушиновой (*Hipporhae rhamnoides* L.) являются исключительно ценным сырьем для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. Популярность культуры определяется, прежде всего, значительным количеством биологически активных компонентов, содержащихся в плодовой мякоти, и, в частности, наличием уникальной липидной фракции, сочетающей комплекс незаменимых жирных кислот, каротиноидов и токоферолов. Не менее важную функциональную роль в плодах облепихи играют водорастворимые витамины, перечень которых представлен широким спектром соединений, и в частности, витаминами группы В. Целью настоящего исследования являлось определение содержания данной группы биологически активных веществ в плодах различных экотипов облепихи, произрастающих в коллекции НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко в условиях лесостепи Алтайского края. Определение витаминов группы В проводили методом ВЭЖХ.

В ходе проведенного исследования установлено содержание тиамин (В₁), рибофлавина (В₂), никотиновой кислоты (В₃), фолиевой кислоты (В₉). Показано, что содержание определяемых компонентов плодовой мякоти облепихи изменяется в ходе созревания плодов. Однако четкой динамики установить не удалось: наблюдалось как увеличение, так и уменьшение содержания, а в некоторых случаях – флуктуационные колебания показателей по мере созревания. При этом достоверно значимых различий в разрезе экотипов не выявлено.

Ключевые слова: облепиха, плоды, витамины, тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота, фолиевая кислота, подвиды, экотипы.

Для цитирования: Земцова А.Я., Зубарев Ю.А., Гунин А.В. Витамины группы В плодовой мякоти различных экотипов облепихи (*Hipporhae rhamnoides* L.) в условиях лесостепи Алтайского края // Химия растительного сырья. 2024. №1. С. 170–176. DOI: 10.14258/jcprm.20240112096.

Введение

Облепиха (*Hipporhae* L.) представляет собой одну из наиболее перспективных садовых культур для условий Сибири. Она находит широкое применение в медицине, фармакологии, пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства. В ее плодах содержатся жирорастворимые и водорастворимые витамины (А, Е, В₁, В₂, В₃, В₆, В₉, С), жирные кислоты, полифенолы, углеводы, аминокислоты, минеральные вещества [1]. Состав липофильной фракции биологически активных веществ (БАВ) плодов облепихи широко изучен и описан в научных трудах [2–8]. Немаловажную роль для здоровья человека играют и водорастворимые витамины. Комплекс витаминов группы В обеспечивает организму человека нормальную работу нервной системы и отвечает за энергетический обмен. От данной группы витаминов также зависит работа иммунной системы и эффективность роста клеток. Человеку в современном мире, испытывающему умственные и эмоциональные нагрузки, подверженному стрессам, хроническим заболеваниям, необходимо постоянно восполнять дефицит витаминов группы В. Поэтому для полноценной жизнедеятельности организма человеку следует включать в ежедневный рацион продукты, содержащие витамины данной группы.

Количество данных о содержании водорастворимых витаминов группы В в плодах облепихи немногочисленны и разнятся у разных исследователей. Ученые, работающие в индийских научных лабораториях, отмечают следующее содержание витаминов в дикорастущей облепихе: В₂ – 1.45 мг/100 г; В₆ – 1.12 мг/100 г;

* Автор, с которым следует вести переписку.

V_{12} – 5.4 мг/100 г [9–11]. В работе Д.А. Ободовской [12] представлены следующие данные по содержанию витаминов в свежих плодах: V_1 – 0.016–0.035 мг/100 г, V_2 – 0.038–0.056 мг/100 г; в замороженных: V_1 – 0.039 мг/100 г; V_2 – 0.030 мг/100 г; V_9 – 0.79 мг/100 г. По данным Н.С. Симакова [13], содержание витаминов в плодах: V_1 – 0.035 мг/100 г; V_2 – 0.066 мг/100 г; V_9 – 0.79 мг/100 г. Содержание фолиевой кислоты (V_9) в работе А.Я. Трибунской и др. [14] существенно ниже и составляет 0.05–0.15 мг/100 г. По данным других авторов [15–17], содержание витаминов группы В в плодах было следующим: V_1 – 0.016–0.085 мг/100 г; V_2 – 0.030–0.056 мг/100 г; V_9 – 0.79 мг/100 г. В плодах облепихи с островов Балтийского моря содержание витаминов составило: V_1 – 0.05 мг/100 г; V_2 – 0.27 мг/100 г; V_6 – 0.11 мг/100 г [18]. Данные по содержанию витаминов группы В в плодах дикорастущей облепихи, собранной в Воронежской области, отличаются от вышеописанных и составляют: V_1 – 0.0086 мг/100 г; V_2 – 0.611 мг/100 г; V_3 – 0.5 мг/100 г; V_4 – 3.972 мг/100 г; V_5 – 1 мг/100 г [19].

В работе Е.Е. Шишкиной и др. [20] представлены данные по содержанию витаминов в сортах облепихи Алтайской селекции, которое варьировало от 0.007 (Чуйская) до 0.100 мг/100 г (Янтарная) по витамину V_1 и от 0.029 (Новость Алтая) до 0.111 мг/100 г (Янтарная) по витамину V_2 . По данным О.В. Кольтюгиной [21], в плодах облепихи сортов селекции НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко содержание витамина V_2 варьировало по сортам от 0.005 до 0.101 мг/100 г.

В связи с незначительным объемом исследований по содержанию витаминов группы В в плодах облепихи Алтайской селекции работа в этом направлении является чрезвычайно перспективной.

Цель наших исследований – определение водорастворимых витаминов группы В в плодовой мякоти различных экотипов облепихи в условиях лесостепи Алтайского края.

Экспериментальная часть

Исследования по количественному анализу водорастворимых витаминов проводили в биохимической лаборатории научно-консультативного центра UBF (Untersuchungs-, Beratungs-, Forschungs- laboratorium GmbH) в Алтландсберге (Германия) на материале, хранившемся 6 месяцев в замороженном виде при температуре -25°C . Сбор материала осуществлялся в 2014–2015 гг. в оптимальной степени зрелости плодов на территории экспериментальных участков НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (в настоящее время – отдел НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий (НИИСС ФГБНУ ФАНЦА)), г. Барнаул. Исследования проводили в трех параллельных определениях, результаты количественного анализа химического состава облепихи представлены в виде среднего значения (\bar{X}) и \pm ошибка средней арифметической (m).

Определение водорастворимых витаминов проводили на жидкостном хроматографе HP Hewlett Packard series II 1090 Liquid Chromatograph. Для анализа использовали в качестве неподвижной фазы (коллонка): RP 18 размером 250 x 4 мм. Подвижная фаза: 15% ацетонитрил и 85% уксусной кислоты 1.128%. Скорость подачи смеси растворителя – 1.2 мл/мин. Программа – 35 минут. Определения при UV 254 нм. Витамины идентифицировали по совпадению значений времени удерживания пиков витаминов группы В на хроматограммах исследуемых сортообразцов со значениями времени удерживания компонентов растворов стандартов. Количественно определяли при помощи внешнего стандарта по результатам измерений значений площадей пиков. В качестве стандартов использовали V_1 (тиамин), V_2 (рибофлавин), V_3 (никотиновая кислота), V_6 (пиридоксин), V_9 (фолиевая кислота), V_{12} (цианокобаламин) (Bestimmung von Cyanocobalmin (Vitamin B12) nur in Nahrungsergänzungsmitteln mit Gehalten von mindestens 1 $\mu\text{g/g}$, für die Bestimmung von geringeren Gehalten kommt die Methode 3.IV.39_x zur Anwendung; Bestimmung von Vitamin B1 und B2 mit HPLC. ASU 00.00. – 83, – 84, 2004-07; Vitaminbestimmungen in Lebensmitteln und Kosmetika schweizerisches Lebensmittelhandbuch Kapitel 62 2000-03).

В качестве объектов исследований взяты следующие образцы, принадлежащие подвиду *H. rhamnoides ssp. mongolica*:

- Дар Катуня, Новость Алтая – сорта, полученные среди сеянцев катунского экотипа (далее – катунский экотип);
- Чуйская – сорт, полученный среди сеянцев чуйского экотипа (далее – чуйский экотип);
- Иня, Елизавета – сорта, полученные в результате использования химического мутагенеза путем обработки семян сорта Пантелеевская (далее – мутанты);
- Великан, Янтарная – сорта, полученные от скрещивания сорта Щербинки-1 с сеянцами катунского экотипа (далее – саянско-катунский экотип);

– Живко, 42-68-2 – сортообразцы, полученные от скрещивания сортообразца Красноярская-22 с сеянцами саянского экотипа (далее – красноярско-саянский экотип);

– Любимая, Чулышманка – сорта, полученные от скрещивания сорта Щербинки-1 с сеянцами чулышманского экотипа (далее – саянско-чулышманский экотип);

– Заря Дабат – сорт бурятской селекции (далее – бурятский экотип).

С целью расширения уровня вариации признака и установления достоверных различий внутри подвида *H. rhamnoides* ssp. *mongolica*, в исследования также были включены сортообразцы, не принадлежащие этому подвиду:

– КП-686 – сортообразец, полученный из Киргизии (*H. rhamnoides* ssp. *turkestanica*) (далее – киргизский экотип);

– Гибрид-1 – сортообразец европейского происхождения с условным названием «Ютландская» (*H. rhamnoides* ssp. *fluviatilis*) (далее – ютландский экотип);

– Гибрид-2 – сортообразец европейского происхождения с условным названием «Дунайская» (*H. rhamnoides* ssp. *carpatica*) (далее – дунайский экотип).

Известно, что помимо генетических особенностей материала, значительное влияние на накопление биологически активных компонентов, в том числе и витаминов В, оказывают климатические условия года, а также в значительной степени период сбора плодов. В этой связи наши исследования проведены с повторностью в два года и в динамике – три срока сбора плодов.

Результаты обработаны методом математической статистики с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2007 по общепринятым формулам. Оценка коэффициента вариации (V) признака производилась по шкале Зайцева [22]: 0–10% – небольшой; 11–20% – средний; V>20% – большой.

Обсуждение результатов

В ходе работы определено содержание тиамин (В₁), рибофлавина (В₂), никотиновой кислоты (В₃), фолиевой кислоты (В₉). Содержание водорастворимых витаминов группы В в плодах облепихи за два года исследования отличалось большой вариабельностью. Количество витамина В₁ изменялось от 0.13 (Елизавета) до 0.77 мг/100 г (Чуйская), среднее значение по сортам 0.38±0.05 мг/100 г (табл. 1).

В 2015 г. витамин В₁ не идентифицирован у следующих образцов: 42-68-2, Великан, Дар Катун, Гибрид-2, Елизавета. Содержание витамина В₂ не было обнаружено в плодах таких сортообразцов, как: Иня, Любимая, Новость Алтая, Чуйская, Чулышманка, Гибрид-1, Янтарная. За два года исследования низкое количество этого водорастворимого витамина отмечено в плодах сортообразца КП-686 (0.02 мг/100 г). Максимальное содержание витамина В₂ определено в плодах сорта Великан (0.51 мг/100 г).

За два года исследования содержание витамина В₃ изменялось с большим варьированием – 34.48%. Минимальное количество этого витамина определено в сортообразце Гибрид-1 (0.17 мг/100 г), максимальное содержание витамина В₃ отмечено в плодах сорта Новость Алтая (0.94 мг/100 г). Среднее содержание по сортам и гибридам составило 0.64±0.06 мг/100 г.

Содержание фолиевой кислоты (В₉) в плодах облепихи за два года исследования варьировало от 0.21 (Дар Катун) до 1.32 мг/100 г (КП-686), с коэффициентом вариации 57.24%. Низкое количество этого витамина наблюдалось у сортов Дар Катун, Елизавета и Великан (0.21, 0.22 и 0.23 мг/100 г соответственно). В 2015 г. в плодах сортов Великан, Дар Катун и Живко наличие витамина В₉ не зафиксировано. Высоким уровнем содержания фолиевой кислоты (>0.61 мг/100 г) отличились образцы 42-68-2, Заря Дабат, КП-686, Любимая, Новость Алтая, Чуйская и Гибрид-1.

Анализ содержания водорастворимых витаминов в разрезе экотипов показал, что значительные отличия наблюдаются для дунайского экотипа, которые выражались в низком содержании витаминов В₁ и В₉ (0.19 и 0.36 мг/100 г соответственно). По содержанию витамина В₂ дунайский экотип превосходил другие экотипы (табл. 2).

Для сортов, полученных с помощью химического мутагенеза, минимальное содержание наблюдалось по витаминам В₁ и В₂ (0.19 и 0.09 мг/100 г соответственно). С низким содержанием витамина В₂ отмечен киргизский экотип. В то же время содержание витамина В₉ у этого экотипа было максимальным. Количество витамина В₁ в плодах образцов чуйского экотипа было максимальным (0.77 мг/100 г). Наличие витамина В₂ в сортах этого экотипа не найдено. Ютландский экотип отличался отсутствием витамина В₂ и минимальным содержанием витамина В₃ (0.17 мг/100 г). По содержанию витамина В₉ образцы ютландского экотипа находились на уровне среднего значения, которое составило 0.68 мг/100 г.

Изучение биосинтеза этой группы веществ в динамике показало, что накопление витамина В₁ у большинства сортов образцов наблюдалось во второй срок отбора проб (рис.).

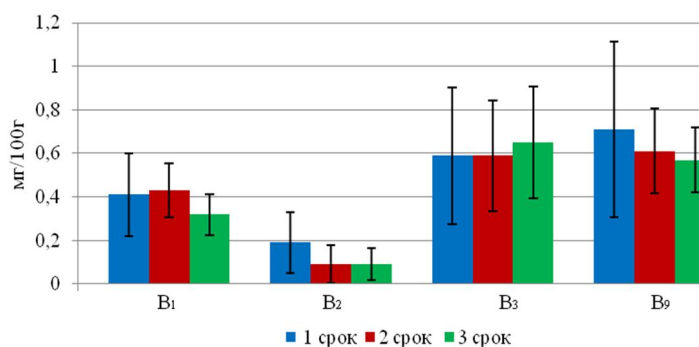
По мере созревания плодов происходило заметное снижение содержания витамина В₂. Содержание витамина В₃ в среднем по сортам и гибридам незначительно увеличивалось. Количество витамина В₉ в процессе созревания плодов в среднем снижалось.

Таблица 1. Содержание витаминов группы В в плодах облепихи, мг/100 г

| Сорт, гибрид | В ₁ | В ₂ | В ₃ | В ₉ |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 42-68-2 | 0.18 | 0.16 | 0.86 | 0.99 |
| Великан | 0.26 | 0.51 | 0.64 | 0.23 |
| Дар Катуня | 0.18 | 0.12 | 0.74 | 0.21 |
| Елизавета | 0.13 | 0.18 | 0.78 | 0.22 |
| Живко | 0.33 | 0.19 | 0.70 | 0.29 |
| Заря Дабат | 0.48 | 0.18 | 0.23 | 0.72 |
| Иня | 0.26 | не найдено | 0.79 | 0.56 |
| Любимая | 0.51 | не найдено | 0.55 | 0.95 |
| Новость Алтая | 0.67 | не найдено | 0.94 | 1.04 |
| Чуйская | 0.77 | не найдено | 0.79 | 0.70 |
| Чулышманка | 0.34 | не найдено | 0.73 | 0.31 |
| Янтарная | 0.57 | не найдено | 0.69 | 0.59 |
| V, % | 53.48 | 135.13 | 25.73 | 56.12 |
| Гибрид-1 | 0.52 | не найдено | 0.17 | 0.68 |
| Гибрид-2 | 0.19 | 0.35 | 0.62 | 0.36 |
| КП-686 | 0.42 | 0.02 | 0.40 | 1.32 |
| V, % | 45.53 | 162.50 | 56.73 | 62.14 |
| $\bar{X} \pm m$ | 0.38±0.05 | 0.11±0.04 | 0.64±0.06 | 0.61±0.09 |
| min-max | 0.13-0.77 | 0.00-0.51 | 0.17-0.94 | 0.21-1.32 |
| V, % | 50.64 | 134.81 | 34.48 | 57.24 |
| HCP ₀₅ | Fφ<F ₀₅ | Fφ<F ₀₅ | Fφ<F ₀₅ | Fφ<F ₀₅ |

Таблица 2. Содержание витаминов группы В в плодах облепихи разных экотипов, мг/100 г

| Экотип | В ₁ | В ₂ | В ₃ | В ₉ |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Бурятский | 0.48 | 0.18 | 0.23 | 0.72 |
| Катунский | 0.42 | 0.06 | 0.84 | 0.63 |
| Красноярско-саянский | 0.26 | 0.18 | 0.78 | 0.64 |
| Муганты | 0.19 | 0.09 | 0.78 | 0.39 |
| Чуйский | 0.77 | 0.00 | 0.79 | 0.70 |
| Саянско-катунский | 0.41 | 0.25 | 0.66 | 0.41 |
| Саянско-чулышманский | 0.43 | 0.00 | 0.64 | 0.63 |
| V, % | 43.67 | 89.41 | 31.25 | 23.12 |
| Дунайский | 0.19 | 0.35 | 0.62 | 0.36 |
| Киргизский | 0.42 | 0.02 | 0.40 | 1.32 |
| Ютландский | 0.52 | 0.00 | 0.17 | 0.68 |
| V, % | 45.53 | 162.50 | 56.73 | 62.14 |
| $\bar{X} \pm m$ | 0.41±0.05 | 0.11±0.04 | 0.59±0.08 | 0.65±0.09 |
| min-max | 0.19-0.77 | 0.00-0.35 | 0.17-0.84 | 0.36-1.32 |
| V, % | 42.28 | 108.68 | 41.03 | 42.32 |
| HCP ₀₅ | Fφ<F ₀₅ | Fφ<F ₀₅ | Fφ<F ₀₅ | Fφ<F ₀₅ |



Динамика накопления витаминов группы В

Заключение

В ходе проведенного исследования было установлено содержание водорастворимых витаминов группы В: тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), никотиновой кислоты (В₃), фолиевой кислоты (В₉). Показано, что содержание определяемых компонентов плодовой мякоти облепихи изменяется в ходе созревания плодов: наблюдается как увеличение, так и уменьшение содержания, а в некоторых случаях – его колебания. При этом они не имеют достоверно значимых различий.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), который разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Касенов А.Л., Какимов Ж.Х., Тохтаров М.М. Исследование состава облепихи методом капиллярного электрофореза // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. №12 (86). С. 82–84.
2. Рыбакова О.В., Сафонова Е.Ф., Сливкин А.И. Определение токоферолов методом хроматографии в тонком слое сорбента // Химико-фармацевтический журнал. 2008. Т. 42, №8. С. 31–34.
3. Чечета О.В., Сафонова Е.Ф., Сливкин А.И. Стабильность каротиноидов в растительных маслах при хранении // Фармация. 2008. №2. С. 12–14.
4. Новое в биологии, химии и фармакологии облепихи: сборник научных трудов. Новосибирск, 1991. 199 с.
5. Букштынов А.Д., Трофимов Т.Т., Ермаков Б.С. и др. Облепиха. М., 1978. 192 с.
6. Тринеева О.В. Комплексное исследование содержания и специфического профиля биологически активных веществ плодов облепихи крушиновидной: монография. Воронеж, 2016. 224 с.
7. Земцова А.Я., Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Кюнь С. Содержание фитостероидов в плодовой мякоти и семени сортообразцов облепихи различного эколого-географического происхождения // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, №2. С. 35–38.
8. Земцова А.Я., Зубарев Ю.А., Гунин А.В. Токоферолы плодовой мякоти четырех подвидов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) в условиях лесостепи Алтайского края // Химия растительного сырья. 2019. №1. С. 147–155. DOI: 10.14258/jcprm.2019014256.
9. Stobdan T., Chaurasia O.P., Korekar G., Mundra S., Ali Z., Yadav A., Singh S.B. Attributes of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) to meet nutritional requirements in high altitude // Defence Science Journal. 2010. Vol. 60, no. 2. Pp. 226–230. DOI: 10.14429/dsj.60.344.
10. Stobdan T., Dolkar Ph., Chaurasia O.P., Kumar B. Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in trans-Himalayan Ladakh, India // Defence Life Science Journal. 2017. Vol. 2, no. 1. Pp. 45–53. DOI: 10.14429/dlsj.2.11074.
11. Singh B. Indian Sea Buckthorn // New Age Herbals. 2018. Pp. 29–54. DOI: 10.1007/978-981-10-8291-7_3.
12. Ободовская Д.А. Облепиха как сырье для витаминной промышленности (Алтайский край). М., 1957. 27 с.
13. Симаков Н.С. Биологические и агротехнические особенности облепихи // Труды Красноярского сельскохозяйственного института. 1959. Т. 3, вып. 1. С. 253–264.
14. Трибунская А.Я., Вигоров Л.И., Степанова И.П. Новые данные по биологически активным веществам плодов и масла облепихи // Облепиха в культуре. 1970. №1. С. 60–65.
15. Зюзина О.Н. Разработка рецептур рыбо-растительных продуктов для детского питания с использованием ягод облепихи // Известия вузов. Пищевая технология. 2011. №2–3. С. 43–45.
16. Zielińska A., Nowak I. Abundance of active ingredients in seabuckthorn oil // Lipids in Health and Disease. 2017. Vol. 16, no. 95. Pp. 1–11. DOI: 10.1186/s12944-017-0469-7.
17. Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Kireev V.V. Energy efficiency analysis of the sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) fruits quick freezing // Foods and Raw Materials. 2016. Vol. 4, no. 1. Pp. 110–120. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-1-110-120.
18. Daems W.F. De fytochemie Van de duindoorbessen // Chem. Courant. 1963. Vol. 62. Pp. 808–813.
19. Тринеева О.В., Рудая М.А., Сливкин А.И. Определение в лекарственном сырье витаминов группы В (на примере плодов облепихи крушиновидной и листьев крапивы двудомной) // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. №3. С. 131–134.

20. Шишкина Е.Е., Лоскугова Г.А., Архипова Т.Н. Биохимическая характеристика сортов облепихи селекции НИИСС им. М.А. Лисавенко // Биологические аспекты интродукции, селекции и агротехники облепихи. Горький, 1985. С. 117–122.
21. Кольтюгина О.В. Исследование химического состава плодов облепихи и возможности использования ее в продуктах питания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. №1(87). С. 82–84.
22. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1973. С. 41–42.

Поступила в редакцию 16 ноября 2022 г.

После переработки 9 декабря 2022 г.

Принята к публикации 7 сентября 2023 г.

Zemtsova A.Ya.*, Zubarev Yu.A., Gunin A.V. VITAMIN B OF FRUIT PULP OF DIFFERENT SEABUCKTHORN (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.) ECOTYPES IN FOREST-STEPPE CONDITIONS OF ALTAI TERRITORY

Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnologies, Nauchny Gorodok, 35, Barnaul, 656910, Russia,
e-mail: anna-krysova@mail.ru

Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries are extremely valuable raw materials for food, pharmaceutical and cosmetic industries. The popularity of the crop is mainly determined by significant amount of biologically active components in the fruit pulp, and by presence of unique lipid fraction in particular, that combines complex of essential fatty acids, carotenoids and tocopherols. At the same time important functional role in the fruits of seabuckthorn belongs to water-soluble vitamins, list of which is represented by a wide range of compounds, including B vitamins. The aim of the current research was to investigate the content of vitamins B in the fruits of various ecotypes of seabuckthorn, growing in the collection of the Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia, in conditions of forest-steppe area of Altai Territory. Determination of these vitamins was carried out by HPLC.

As a result the content of thiamine (B₁), riboflavin (B₂), nicotinic acid (B₃) and folic acid (B₉) was determined. It was shown that the content of investigated components of seabuckthorn fruit pulp changes during fruit ripening. However, direct dynamics has not been established: both increase and decrease of the content were observed, and in some cases fluctuations during ripening were noted. No significant differences within ecotypes were found.

Keywords: seabuckthorn, berries, vitamins, thiamine, riboflavin, nicotinic acid, folic acid, subspecies, ecotypes.

For citing: Zemtsova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 1, pp. 170–176. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240112096.

References

1. Kasenov A.L., Kakimov Zh.Kh., Tokhtarov M.M. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, no. 12 (86), pp. 82–84. (in Russ.).
2. Rybakova O.V., Safonova Ye.F., Slivkin A.I. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2008, vol. 42, no. 8, pp. 31–34. (in Russ.).
3. Checheta O.V., Safonova Ye.F., Slivkin A.I. *Farmatsiya*, 2008, no. 2, pp. 12–14. (in Russ.).
4. *Novoye v biologii, khimii i farmakologii oblepikhi: sbornik nauchnykh trudov*. [New in biology, chemistry and pharmacology of sea buckthorn: collection of scientific papers]. Novosibirsk, 1991, 199 p. (in Russ.).
5. Bukshtynov A.D., Trofimov T.T., Yermakov B.S. i dr. *Oblepikha*. [Sea buckthorn]. Moscow, 1978, 192 p. (in Russ.).
6. Trineyeva O.V. *Kompleksnoye issledovaniye sodержaniya i spetsificheskogo profilya biologicheskii aktivnykh veshchestv plodov oblepikhi krushinovidnoy: monografiya*. [A comprehensive study of the content and specific profile of biologically active substances in the fruits of sea buckthorn: monograph]. Voronezh, 2016, 224 p. (in Russ.).
7. Zemtsova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Kyun'S. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2017, vol. 31, no. 2, pp. 35–38. (in Russ.).
8. Zemtsova A.Ya., Zubarev Yu.A., Gunin A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 1, pp. 147–155. DOI: 10.14258/jcprm.2019014256. (in Russ.).
9. Stobdan T., Chaurasia O.P., Korekar G., Mundra S., Ali Z., Yadav A., Singh S.B. *Defence Science Journal*, 2010, vol. 60, no. 2, pp. 226–230. DOI: 10.14429/dsj.60.344.
10. Stobdan T., Dolkar Ph., Chaurasia O.P., Kumar B. *Defence Life Science Journal*, 2017, vol. 2, no. 1, pp. 45–53. DOI: 10.14429/dlsj.2.11074.

* Corresponding author.

11. Singh B. *New Age Herbs*, 2018, pp. 29–54. DOI: 10.1007/978-981-10-8291-7_3.
12. Obodovskaya D.A. *Oblepikha kak syr'ye dlya vitaminnoy promyshlennosti (Altayskiy kray)*. [Sea buckthorn as a raw material for the vitamin industry (Altai Territory)]. Moscow, 1957, 27 p. (in Russ.).
13. Simakov N.S. *Trudy Krasnoyarskogo sel'skokhozyaystvennogo institute*, 1959, vol. 3, no. 1, pp. 253–264. (in Russ.).
14. Tribunskaya A.Ya., Vigorov L.I., Stepanova I.P. *Oblepikha v kul'ture*, 1970, no. 1, pp. 60–65. (in Russ.).
15. Zyuzina O.N. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*, 2011, no. 2–3, pp. 43–45. (in Russ.).
16. Zielińska A., Nowak I. *Lipids in Health and Disease*, 2017, vol. 16, no. 95, pp. 1–11. DOI: 10.1186/s12944-017-0469-7.
17. Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Kireev V.V. *Foods and Raw Materials*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 110–120. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-1-110-120.
18. Daems W.F. *Chem. Courant.*, 1963, vol. 62, pp. 808–813.
19. Trineyeva O.V., Rudaya M.A., Slivkin A.I. *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2017, no. 3, pp. 131–134. (in Russ.).
20. Shishkina Ye.Ye., Loskutova G.A., Arkhipova T.N. *Biologicheskiye aspekty introduksii, seleksii i agrotehniki oblepikhi*. [Biological aspects of introduction, selection and agricultural technology of sea buckthorn]. Gor'kiy, 1985, pp. 117–122. (in Russ.).
21. Kol'tyugina O.V. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, no. 1(87), pp. 82–84. (in Russ.).
22. Zaytsev G.N. *Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike*. [Methodology of biometric calculations. Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow, 1973, pp. 41–42. (in Russ.).

Received November 16, 2022

Revised December 9, 2022

Accepted September 7, 2023

Сведения об авторах

Земцова Анна Яковлевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, anna-krysova@mail.ru

Зубарев Юрий Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, niilisavenko@yandex.ru

Гунин Алексей Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, alexeygunin@yandex.ru

Information about authors

Zemtsova Anna Yakovlevna – Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, anna-krysova@mail.ru

Zubarev Yuri Anatolyevich – Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, niilisavenko@yandex.ru

Gunin Alexey Vasilievich – Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, alexeygunin@yandex.ru