



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 66-96

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.018

 [EDN: ZYLSQW](https://elibrary.ru/zylsqw)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛОДОВ КАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Владислав Андреевич Иванов¹, Елена Валерьевна Лис²,
Екатерина Викторовна Фибих³, Юлия Сергеевна Шимова⁴

^{1, 2, 3, 4} Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

¹ ivanov_va@mail.sibsau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6859-3971>

² 2243167@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2686-1891>

³ fibichev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8211-5869>

⁴ yuliya_shimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3184-0833>

Аннотация. Получение биологически активных веществ растительного происхождения из местного быстровозобновляемого сырья, несомненно, является актуальным для применения в различных отраслях промышленности. В качестве объекта исследования были выбраны плоды калины обыкновенной, широко произрастающая на территории Красноярского края и Сибирского федерального округа. В плодах калины обыкновенной содержится большое количество витаминов, полифенольных соединений, пектиновых, дубильных веществ, а также иридоидов. В ходе эксперимента было исследовано влияние продолжительности низкотемпературного хранения на сохранность биологически активных веществ в плодах. Установлено, что выбранный метод и условия пресервирования обеспечивают достаточную сохранность качественных и количественных показателей сырья. Было определено, что размороженные плоды дают больший выход жидкой фазы при получении сока. Сок, полученный из размороженного сырья, сохраняет аромат свежих ягод, имеет более интенсивную окраску и менее горький вкус сравнительно со свежесобранными ягодами, при этом, большая часть биологически активных соединений переходит в сок. Было изучено распределение биологически активных веществ калины при шнековом измельчении и последующем центрифугировании соков размороженных плодов. В соке обнаружено высокое содержание витамина С, витамина Р, антоцианов, дубильных веществ, сахаров, флавоноидов. Высокое содержание иридоидов отмечается в жоме. Это может быть обусловлено тем, что они относятся к спирторастворимым веществам, а основным компонентом сока является вода. Отмечается высокая сохранность биологически активных веществ при шнековом прессовании. Результаты исследований распределения БАВ при центрифугировании сока показывают, что большая часть антоцианов, флавоноидов и сахаров сохраняется в соке, основная масса иридоидов, дубильных веществ задерживается в осадке. Остальные вещества, обладающие биологической активностью, распределяются между фазами практически поровну.

Таким образом, жидкая фаза, получаемая при прессовании ягод, может использоваться для производства натурального сока с мякотью. При пастеризации с горячим розливом возможно получение осветленного натурального сока.

Ключевые слова: калина обыкновенная, биологически активные вещества, переработка, плоды, технологические факторы.

Для цитирования: Исследование технологических факторов при переработке плодов калины обыкновенной / В.А. Иванов [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 3. С. 130 – 116. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.018. EDN: <https://elibrary.ru/zylsqw>.

Original article

STUDY OF TECHNOLOGICAL FACTORS DURING PROCESSING OF VIBURNUM OPULUS FRUITS

Vladislav A. Ivanov¹, Elena V. Lis², Ekaterina V. Fibikh³
Yulia S. Shimova⁴

^{1, 2, 3, 4} Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

¹ ivanov_va@mail.sibsau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6859-3971>

² 2243167@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2686-1891>

³ fibichev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8211-5869>

⁴ yuliya_shimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3184-0833>

Abstract. *Obtaining bioactive substances of plant origin from local rapidly renewable raw materials is without doubt relevant for use in various industrial sectors. The fruits of Viburnum opulus which grows extensively in the Krasnoyarsk Territory and the Siberian Federal District were chosen as the object of the study.*

Viburnum opulus fruits contain a large amount of vitamins, polyphenol compounds, pectins, tannins, as well as iridoids. During the experiment, the influence of the duration of low-temperature storage on the preservation of bioactive substances in the fruits was studied. It was established that the chosen method and preservation conditions ensure sufficient preservation of the qualitative and quantitative indicators of the raw material.

It was determined that defrosted fruits produce a higher yield of liquid phase when obtaining juice. Juice obtained from defrosted raw material retains the scent of fresh berries, has a more intense color and less bitter taste compared to freshly picked berries, while most of the bioactive compounds pass into the juice. The distribution of bioactive substances of Viburnum opulus during screw grinding and subsequent centrifugation of defrosted fruit juice was studied.

High content of vitamin C, vitamin P, anthocyanins, tannins, sugars and flavonoids was detected in the juice. The high content of iridoids was registered in the pulp. This may be due to the fact that they are alcohol-soluble substances, while the main component of the juice is water. High preservation of bioactive substances during screw pressing was registered.

The results of the study of the distribution of bioactive substances during juice centrifugation show that most of the anthocyanins, flavonoids and sugars are retained in the juice; the bulk of iridoids and tannins remain in the sediment. The remaining bioactive substances are distributed between the phases almost equally.

Thus, the liquid phase obtained by pressing berries can be used to produce natural juice with pulp. During pasteurization by hot filling, it is possible to obtain clarified natural juice.

Keywords: *Viburnum opulus, bioactive substances, processing, fruits, technological factors.*

For citation: V. A., Ivanov, E. V., Lis, E. V., Fibikh & Yu. S., Shimova (2022). Study of technological factors during processing of viburnum opulus fruits. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 130-135. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.018. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

Плоды многих растений и сами растения рассматриваются в настоящее время как жизненно необходимые продукты, поскольку служат источником биологически активных веществ (БАВ). Известно, что БАВ растений действуют мягче, чем синтетические аналоги, оказывают комбинированное влияние на организм и пригодны для длительного применения. Также следует отметить, что продукты

или препараты, изготовленные из местного растительного сырья, оказывают наибольший терапевтический эффект людям, проживающим на соответствующей территории [1,2].

Красноярский край является одним из регионов России, в котором широко распространена калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.). Её значение обусловлено полезными свойствами плодов, содержащих больше витаминов, чем многие другие плодовые культуры, зимостойкостью, устойчивостью к

болезням и повреждению вредителями, неприхотливостью к условиям произрастания, высокой и регулярной урожайностью. В ее плодах присутствуют полифенолы, сахара, гликозиды, органические кислоты, минеральные, пектиновые и дубильные вещества. Особый интерес вызывают иридоиды – одна из групп гликозидов, обладающих горьким вкусом и представляющих собой производные циклических монотерпенов. Их биологическая активность заключается в повышении аппетита, повышении секреции желудочного сока и стимуляции пищеварения. Кроме того, горькие гликозиды проявляют гормональную, мочегонную, седативную, транквилизирующую, гипотензивную, коронарно-расширяющую, спазмолитическую, антиаритмическую, антибиотическую и другие виды биологической активности [1-3].

Несмотря на большой интерес, проявляемый к переработке растительного сырья в настоящее время, основным недостатком существующих технологий является то, что из перерабатываемого растительного сырья извлекается ограниченное количество продуктов, в то время, когда значительная часть содержащихся в сырье БАВ остается неиспользованной [4,5].

Цель работы – исследование параметров переработки плодов калины обыкновенной для создания технологий получения комплекса продуктов, используемых в пищевой промышленности, медицине, сельском хозяйстве.

МЕТОДЫ

Сбор сырья производился в Емельяновском районе Красноярского края на территориях, удаленных от промышленной зоны, в период зрелости, в сентябре, в сухую погоду. Снимались плоды кистями вручную. После сбора ягоды отделялись от плодоножек, удалялись испорченные плоды и другие примеси.

Свежесобранные плоды расфасовывались в герметичные полиэтиленовые пакеты и хранились в холодильной камере при температуре минус 20 ± 2 °С.

Для установления влияния продолжительности хранения на сохранность БАВ определялось их содержание в ягодах в момент закладки и затем на протяжении всего периода хранения через каждые 20 суток.

Суммарное содержание иридоидов определялось спектрофотометрическим методом [6]

Определение витамина С проводилось титрометрическим методом [7].

Количественное определение суммы Р-активных соединений проводилось титрометри-

ческим методом, который основан на их способности окисляться перманганатом калия [7].

Содержание экстрактивных веществ определялось методом высушивания до постоянной массы [8].

Содержание дубильных веществ определялось титрометрическим методом Левенталя [9].

Суммарное содержание антоцианов определялось спектрофотометрическим методом [9].

Суммарное содержание флавоноидов определялось спектрофотометрическим методом [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Плоды калины можно перерабатывать с целью получения различных целевых продуктов – пюре, сока с мякотью и осветленного, экстрактов биологически активных веществ медицинского, пищевого, косметического назначения и порошков, также содержащих БАВ и пригодных к использованию в виде пищевых и кормовых добавок.

Первым этапом было исследование влияния холодильного хранения на содержание БАВ.

Содержание БАВ в плодах снижалось на протяжении всего периода хранения и спустя 120 суток потери витамина С составляли 25,35 % от исходного, дубильных веществ – 47,14 %, иридоидов – 21,60 %, витамина Р – 19,64 %, флавоноидов – 30,00 %, антоцианов – 23,29 %, сахаров – 13,18 %.

Подготовка плодов калины обыкновенной к экстрагированию может вестись с разделением ягод на сок и жом, что позволяет использовать сок как готовый продукт и одновременно обеспечить значительное снижение объема твердой фазы (за счет удаления влаги), увеличить плотность её укладки, а также сократить энергетические и эксплуатационные расходы на экстракцию БАВ и хранение жома, а также получать порошкообразные добавки путем утилизации после экстракционного шрота.

В большинстве случаев основная цель разделения – достижение как можно большего выхода сока. Если же после сокоотделения из твердой фазы экстрагируются сохраняющиеся в ней БАВ, то при отжиме влаги необходимо обеспечить максимальное разрушение структуры плодов, что позволит увеличить выход этих веществ и снизить продолжительность процесса извлечения. Учитывалось также, что для сохранения качества плоды хранились при отрицательных темпе-

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛОДОВ КАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

ратурах. Поэтому, для определения наилучшего варианта измельчения, дроблению подвергались свежие, замороженные и размороженные плоды, так как, с одной стороны, предполагалось, что измельчение при отрицательных температурах ягод должно приводить к большему разрушению их структуры, а с другой, как это следует из литературных источников [10], сокоотдача из размороженных плодов больше. В таблице 1 приведены результаты, отражающие влияние прессования плодов на разделение.

Таблица 1 – Результаты разделения плодов калины при различном исходном состоянии

Table 1 – Results of *Viburnum opulus* fruits separation at a different initial state

Состояние плодов	Выход, % от массы исходного сырья		
	Сок	Жом	Потери
Свежие плоды	72 ± 3,3	26 ± 1,6	2 ± 0,1
Замороженные плоды	56 ± 2,7	41 ± 2,1	3 ± 0,1
Размороженные плоды	74 ± 3,7	24 ± 1,1	2 ± 0,1

Таблица 2 – Распределение биологически активных веществ калины при шнековом измельчении размороженных плодов

Table 2 – Distribution of bioactive substances of *Viburnum opulus* during screw grinding of defrosted fruits

Показатель	ягода	сок	жом	Потери, %
Иридоиды, % а.с.с.	3,480 ± 0,16	1,470 ± 0,06	2,150 ± 0,10	3,9 ± 0,19
Витамин С, % а.с.с.	0,084 ± 0,01	0,047 ± 0,01	0,035 ± 0,03	2,4 ± 0,11
Витамин Р, % а.с.с.	0,890 ± 0,01	0,662 ± 0,03	0,198 ± 0,01	3,4 ± 0,14
Антоцианы, % а.с.с.	2,890 ± 0,14	2,170 ± 0,10	0,619 ± 0,03	3,5 ± 0,12
Дубильные вещества, % а.с.с.	2,250 ± 0,11	1,285 ± 0,06	0,900 ± 0,03	2,9 ± 0,11
Сахара, % а.с.с.	14,91 ± 0,74	11,16 ± 0,55	3,628 ± 0,18	0,9 ± 0,03

Таблица 3 - Распределение БАВ при центрифугировании сока калины обыкновенной

Table 3 – Distribution of bioactive substances during centrifugation of *Viburnum opulus* fruit juice

Показатель	Сок	Осадок	Фугат
Иридоиды	1,470 ± 0,06	0,731 ± 0,34	0,650 ± 0,03
Витамин С	0,047 ± 0,01	0,022 ± 0,01	0,023 ± 0,01
Р-активные вещества	0,662 ± 0,02	0,305 ± 0,01	0,352 ± 0,01
Антоцианы	2,170 ± 0,10	0,900 ± 0,03	1,250 ± 0,05
Флавоноиды	0,235 ± 0,01	0,093 ± 0,02	0,139 ± 0,01
Дубильные вещества	1,285 ± 0,05	0,790 ± 0,02	0,495 ± 0,02
Сахара	11,160 ± 0,51	4,560 ± 0,21	6,500 ± 0,31

Как видно, наибольший выход жидкой фазы 74 % имеет место при прессовании размороженных плодов, несколько ниже он – 72 % из свежих ягод, а при измельчении замороженных он понижается в 1,3 раза и составляет 56 % от массы исходного сырья, что может быть связано с процессом коагуляции слизистых компонентов, который затрудняет прессование [10].

Наряду с отделением сока, при прессовании плодов большой интерес представляют сведения о сохранности БАВ калины в ходе процесса и их распределение между твердой и жидкой фазами.

Результаты изучения этого вопроса представлены в таблице 2.

Получаемый при разделении сок, содержащий взвесь, может быть одним из готовых продуктов. Присутствие взвешенных частиц в соке ухудшает стойкость готового продукта. По этой причине представляла интерес оценка количественных показателей контролируемых веществ в фазах. Результаты представлены в таблице 3.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что содержания БАВ в сырье постепенно снижаются и составляют спустя 4 месяца 52,86 – 86,82 % от исходного. Это свидетельствует о том, что выбранный метод и условия пресервирования обеспечивают достаточную сохранность качественных и количественных показателей сырья.

Размороженные плоды дают больший выход жидкой фазы в виду того, что при заморозке у свежей ягоды разрушается клеточная структура, что и облегчает сокоотдачу при переработке. Сок, полученный из размороженного сырья, сохраняет аромат свежих ягод, имеет более интенсивную окраску и менее горький вкус сравнительно со свежесобранными ягодами, при этом, большая часть

биологически активных соединений переходит в сок.

Данные, полученные в результате эксперимента свидетельствуют, что большая часть БАВ переходит в сок. В соке в процентах от содержания в исходном сырье в жидкой фазе оказалось витамина С 55,95 %, витамина Р 74,38%, антоцианов 75,09 %, дубильных веществ 57,11%, сахаров 74,85 %, флавоноидов 65,28 %. Однако иридоиды ведут себя противоположным образом. 61,78 % иридоидов находится в жоме. Это, скорее всего, связано с тем, что они относятся к спирторастворимым веществам, а основным компонентом сока является вода (влажность 90 %). Следует также отметить, что при шнековом прессовании биологически активные вещества ягод практически полностью сохраняются. Среднее значение потерь равно 2,47 %.

Результаты исследований распределения БАВ при центрифугировании сока показывают, что большая часть антоцианов, флавоноидов и сахаров сохраняется в соке, основная масса иридоидов, дубильных веществ задерживается в осадке. Остальные вещества, обладающие биологической активностью, распределяются между фазами практически поровну.

Таким образом, жидкая фаза, получаемая при прессовании ягод, может использоваться для производства натурального сока с мякотью. При пастеризации с горячим розливом возможно получение осветленного натурального сока

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что плоды калины обыкновенной, произрастающие в Красноярском крае, являются перспективным сырьем для получения продуктов, обогащенных биологически активными веществами, в том числе иридоидами и фенольными веществами.

Определено, что динамика БАВ в плодах при хранении в условиях отрицательных температур идентична их поведению в другом растительном сырье [11].

При исследовании влияния методов и режимов дробления ягод установлено, что с целью максимального извлечения сока целесообразно использовать свежие или размороженные плоды;

На основе полученных результатов разработана композиция ингредиентов на основе сока калины, подтвержденная патентом РФ № 2372798.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изучение элементного состава плодов калины обыкновенной и рябины обыкновенной различными современными методами / В.Ю. Андреева [и др.] // Химия растительного сырья. 2016. №1. С. 177-180. doi: 10.14258/jcprm.201601893.
2. Биологически активные вещества плодов калины обыкновенной / И. Б. Перова [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. 2014. Том 48. № 5. С 32-39. doi: 10.1016/j.jsps.2011.08.006.
3. Жбанова Е.В., Масленников А.И. Оценка сортов калины по качественным показателям и биохимическому составу плодов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 1. С. 11-14.
4. Оценка функциональных свойств малоиспользуемого местного растительного сырья и продуктов его переработки / В.Ф. Винницкая [и др.] // Вестник Мичуринского Государственного Аграрного Университета, 2017. № 3 С. 112-118.
5. Попова Е.И, Винницкая В.Ф. Пищевая ценность плодов и листьев калины и перспективы использования их в производстве функциональных продуктов // Вестник Мичуринского Государственного Аграрного Университета. 2012. № 1, ч. 1. С. 223-226.
6. Федосеева Л. В., Попов Д.М. Количественное определение иридоидов в коре пустырника // Фармация. 1997. №4 С. 18 – 21.
7. Евтухова О.М., Теплюк Н.Ю., Шемберг М.А. Индивидуальная изменчивость морфологических и химических признаков калины обыкновенной // Химия растительного сырья. 2003. №4. С. 43-46.
8. Блейз А. Энциклопедия орехов и диких ягод. М.: ОЛМА-Пресс. 2000 г. 336.с.
9. Кьосев П. А. Полный справочник лекарственных растений. М.: ЭксмоИздат, 2004.-992 с
10. Короткий И.А. Исследование и разработка технологий замораживания и низкотемпературного хранения плодово-ягодного сырья Сибирского региона: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Кемерово, 2009. 42 с.
11. Захаров В.Л., Нархова А. Влияние замораживания на сохранность БАВ в плодах и ягодах дикорастущих растений // Агропромышленные технологии центральной России. 2020. № 1. С. 21-30.

REFERENCES

1. Andreeva, V.Yu. et al. (2016). Study of ultimate composition of *Viburnum opulus* fruits and *Sorbus aucuparia* by various modern methods. *Chemistry of Plant Raw Materials*, (1), 177-180. doi: 10.14258/jcprm.201601893. (In Russ.).
2. Perova, I.B. et al. (2014). Bioactive substances of *Viburnum opulus* fruits. *Chemical and Pharmaceutical Journal*. 48 (5). 32-39. doi: 10.1016/j.jsps.2011.08.006. (In Russ.).
3. Zhanova, E.V. & Maslennikov, A.I. (2015). Evaluation of *Viburnum opulus* varieties based on qualitative indicators and biochemical composition of their fruits. *Michurinsk State Agrarian University Bulletin*. (1), 11-14. (In Russ.).

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3 2022

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛОДОВ КАЛИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

4. Vinnitskaya, V.F. et al. (2017). Evaluation of functional properties of minor local raw materials of plant origin and their derivative products. *Michurinsk State Agrarian University Bulletin*. (3), 112-118. (In Russ.).
5. Popova, E.I. & Vinnitskaya, V.F. (2012). Nutrition value of *Viburnum opulus* fruits and leaves and prospects of their use in production of functional products. *Michurinsk State Agrarian University Bulletin*, 1(1), 223-226. (In Russ.).
6. Fedoseyeva, L.V. & Popov, D.M. (1997). Quantitative determination of iridoids in *Leonurus* bark. *Pharmaceutics*. (4), 18-21. (In Russ.).
7. Evtukhova, O.M., Teplyuk, N.Yu. & Shemberg, M.A. (2003). Individual variation of morphological and chemical characteristics of *Viburnum opulus*. *Chemistry of Plant Raw Materials*, (4), 43-46. (In Russ.).
8. Bleiz, A. (2000). *Encyclopedia on nuts and wild berries*. Moscow: OLMA-Press. (In Russ.).
9. Kyosev, P.A. (2004). *Full guide on medicinal plants*. Moscow: EksMOizdat. (In Russ.).
10. Korotkhikh, I.A. (2009). Study and development of technology of freezing and low-temperature storage of fruit and berry raw materials of Siberian region. *Extended abstract of Doctor of Technical Sciences dissertation*. Kemerovo. (In Russ.).
11. Zakharov, V.L. & Narkhova, A. (2020). Effect of freezing on preservation of bioactive substances in fruits and berries of wild plants. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, (1), 21-30. (In Russ.).

Информация об авторах

В. А. Иванов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств» Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева.

Е. В. Лис – кандидат химических наук, доцент кафедры «Промышленной экологии,

процессов и аппаратов химических производств» Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева.

Е. В. Фибих – кандидат философских наук, доцент кафедры «Делового иностранного языка» Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева.

Ю. С. Шимова – кандидат химических наук, доцент кафедры «Химической технологии древесины и биотехнологии» Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева.

Information about the authors

V. A. Ivanov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Ecology, Chemical Industry Processes and Equipment of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology.

E. V. Lis – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Ecology, Chemical Industry Processes and Equipment of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology.

E. V. Fibikh – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Business Foreign Languages Department of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology.

Yu. S. Shimova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemical Wood Engineering and Bioengineering of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.06.2022; одобрена после рецензирования 25.07.2022; принята к публикации 15.08.2022.

The article was received by the editorial board on 14 June 2022 approved after editing on 25 July 2022; accepted for publication on 15 Aug 2022.