


## Содержание сахаров, кислотность и АОА в обезвоженных ягодах черной смородины


Дмитрий И. Барбашин<sup>1</sup> 6781248@gmail.com  0000-0003-3976-5767

<sup>1</sup> Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия

**Аннотация.** Основной причиной порчи ягодного сырья являются высокое содержание в нем воды. И для того, чтобы увеличить срок хранения такого сырья и продукции на его основе применяют различные методы обезвоживания. Осмотическое обезвоживание, рассматриваемое в данной статье, является одним из лучших и подходящих методов для увеличения срока хранения ягодной продукции, а также увеличения биологической ценности продукта. Этот способ является предпочтительным относительно других методов обезвоживания из-за того, что при его применении в сырье сохраняется большее количество витаминов и минералов, а также лучше сохраняется цвет, аромат и вкус ягод. Осмотическое обезвоживание – это технологический процесс, обусловленный наличием полупроницаемых мембран, при котором происходит выравнивание концентрации. Осмос имеет место во время погружения плодов в концентрированные растворы осмотически действующих веществ. В такой системе протекают два противоположных процесса: из продукта в раствор диффундирует вода, а из раствора в продукт – растворенное вещество. В данной статье рассматриваются особенности процесса осмотического обезвоживания ягод черной смородины. Черная смородина является перспективным сырьем для перерабатывающих предприятий. Ягода содержит большое количество аскорбиновой кислоты, антоцианов и обладает высокой антиоксидантной активностью. Проведены методы исследования образцов высушенных ягод черной смородины (методом конвекции), с предварительным осмотическим обезвоживанием различными осмотическими агентами (сахароза, цветочный мед), следующими методами: титриметрически определяли аскорбиновую кислоту и антиоксидантную активность, с помощью реактива Фолина-Чиокалтеу полифенолы, спектрофотометрически – антоцианы.

**Ключевые слова:** ягода, смородина, активность, реактив, полифенолы, осмотическое обезвоживание

## Sugar content, acidity and antioxidant activity in dehydrated blackcurrant

Dmitrii I. Barbashin<sup>1</sup> 6781248@gmail.com  0000-0003-3976-5767

<sup>1</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane, 36 Moscow, 117997, Russia

**Abstract.** The main reason for spoilage of berry raw materials is the high water content in it. And in order to increase the shelf life of such raw materials and products based on it, various dehydration methods are used. Osmotic dehydration, considered in this article, is one of the best and suitable methods for increasing the shelf life of berry products, as well as increasing the biological value of the product. This method is preferred relative to other methods of dehydration due to the fact that when it is used in raw materials, more vitamins and minerals are preserved, and the color, aroma and taste of berries are also better preserved. Osmotic dehydration is a process due to the presence of semi-permeable membranes, during which the concentration is balanced. Osmosis takes place during the immersion of fruits in concentrated solutions of osmotically active substances. In such a system, two opposite processes occur: water diffuses from the product into the solution, and the dissolved substance diffuses from the solution into the product. This article discusses the features of the process of osmotic dehydration of blackcurrant berries. Blackcurrant is a promising raw material for processing enterprises. The berry contains a large amount of ascorbic acid, anthocyanins and has a high antioxidant activity. Methods were studied for samples of dried blackcurrant berries (by convection), with preliminary osmotic dehydration with various osmotic agents (sucrose, flower honey), using the following methods: ascorbic acid and antioxidant activity were determined titrimetrically using the Folin-Ciocalteu reagent polyphenols, spectrophotometrically anthocyanins.

**Keywords:** berry, currant, activity, reagent, polyphenols, dehydrated

### Введение

Качество ягод представляет собой сочетание физических и химических характеристик, сопровождаемых органолептическими свойствами (внешний вид, текстура, вкус и аромат), питательной ценностью, химическими соединениями, механическими и функциональными свойствами [1]. Как известно, традиционными качественными свойствами фруктов и / или ягод являются сухое вещество, сахара, пищевые волокна, органические кислоты и пигменты, в то время как содержание растворимых твердых веществ (состоящих в основном из моно- и

дисахаридов), титруемая кислотность и pH сока (репрезентативно для суммарной кислоты), способствуют сладости и кислотности фруктов и / или ягод и их продуктов [2]. Кроме того, три основных компонента органолептических свойств фруктов или ягод – это аромат, сладость (коррелирующая с содержанием растворимых сухих веществ) и кислотность, в то время как твердость, способствующая текстуре фруктов и придающая механическую устойчивость при транспортировке и обработке, также необходима, поскольку она связана с хорошим качеством свежих фруктов [3].

Для цитирования

Барбашин Д.И. Содержание сахаров, кислотность и АОА в обезвоженных ягодах черной смородины // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 183–186. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-183-186

For citation

Barbashin D.I. Sugar content, acidity and antioxidant activity in dehydrated blackcurrant. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 183–186. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-1-183-186

Среди физических свойств плодов фруктов или ягод выделяют вес, также называемый «размером плодов или ягод», он является основным количественным фактором, определяющим урожайность, качество плодов и восприимчивость к потреблению [4], и оказывает непосредственное влияние на товарность и приемлемость плодов и ягод как в свежем виде [5].

Как известно, фрукты и овощи являются очень доступными источниками фитохимикатов, фито-питательных веществ, биологически активных соединений и других веществ с высокой антиоксидантной способностью [6,7]. В связи с этим потребление фруктов и овощей играет важную роль в поддержании здоровья и профилактике заболеваний, таких как воспаление, сердечно-сосудистые заболевания, рак, связанные со старением расстройства, катаракта, иммунная дисфункция, нейродегенеративные заболевания и т. д. [8, 9].

Черная смородина является важной ягодой для пищевой промышленности, в основном из-за ее цвета и органолептических свойств, что делает ее подходящим материалом для соковой промышленности, ликеров, джемов, йогуртов и многих других пищевых применений. Кроме того, масла из черной смородины широко используются в косметической промышленности и в качестве ингредиентов в разнообразных пищевых добавках. По сравнению с другими фруктами качество фенольного профиля черной смородины превосходное, что способствует его высокой антиоксидантной активности. Экспериментальные и эпидемиологические данные последних исследований свидетельствуют о его потенциальных и широких свойствах, способствующих укреплению здоровья, которые могут увеличить его будущее использование во многих областях применения и повысят спрос на черную смородину в качестве функционального сырья. Однако стоимость сырья является важным элементом современной пищевой промышленности, и для того, чтобы бизнес был прибыльным в этой области, потребовался бы недорогой источник полифенолов, используемых во многих областях. Чтобы обеспечить функциональное сырье по разумной цене, эксплуатация остатков сока черной смородины, которая является обильным биоотходом в соковой промышленности и является обогащенным полифенольным материалом, будет ценным источником будущих ингредиентов на основе черной смородины. В настоящее время производители соков доставляют шрот на свалки из-за низкой цены, транспортных расходов и больших расстояний или отсутствия пользователей поблизости. Этот ценный побочный продукт является хорошим источником

дополнительных доходов для производителей соков и хорошим источником для индустрии здравоохранения для извлечения биологически активных соединений.

Из вышеперечисленных целей целью этого исследования состояла в том, чтобы оценить содержание биологически активных соединений черной смородины. Анализировались следующие составляющие: содержание сахаров, титруемую кислотность, общую антиоксидантную способность.

### Материалы и методы

Для анализа были выбраны четыре образца:

1 образец: размороженные ягоды черной смородины погружены в осмотический агент (60% раствор сахарозы сахар + вода) на 2 ч, далее высушены в духовом шкафу методом конвекции;

2 образец: размороженные ягоды черной смородины погружены в осмотический агент (100% цветочный мед) на 2 ч, далее высушены в духовом шкафу методом конвекции;

3 образец: размороженные ягоды черной смородины погружены в осмотический агент (60% раствор – цветочный мед + вода) на 2 ч, далее высушены в духовом шкафу методом конвекции;

4 образец: размороженные ягоды черной смородины (без осмотического обезвоживания), далее высушены в духовом шкафу методом конвекции.

Для определения показателей выбраны следующие методы: Аскорбиновая кислота: титриметрически; АЦ (антоцианы) – спектрофотометрически; РР (полифенолы) с использованием реактива Фолина-Чиокалтеу в водном экстракте; АОА (антиоксидантная активность) титриметрически.

Определение аскорбиновой кислоты титриметрическим методом.

Экстракты для каждого образца готовили путем точного взвешивания 100 г свежеприготовленного образца черной смородины в химическом стакане на 500 мл и энергично перемешивали для получения фруктового сока, добавляя 30 мл щавелевой кислоты (0,5% мас./об.), чтобы предотвратить окисление аскорбиновой кислоты (витамин С). Каждую из смесей фильтровали через предварительно очищенную ткань и получали фильтрат в колбе Эрленмейера на 250 мл. Аликвоту каждого образца переносили в мерную колбу объемом 100 мл и затем доводили до метки раствором щавелевой кислоты (0,5%).

Стандартный раствор аскорбиновой кислоты готовили путем растворения точного веса 0,01 г стандартной аскорбиновой кислоты в небольшом количестве раствора щавелевой кислоты (0,5%) и затем доводили до 100 мл тем же раствором до концентрации 100 мкг/мл. Ряд разведений 1,0, 4,0, 8,0, 12 и 16 мкг/мл готовили из исходного раствора аскорбиновой кислоты.

Приготовление раствора перманганата калия. Раствор  $KMnO_4$  с концентрацией 100 мкг/мл готовили путем точного растворения 0,01 г  $KMnO_4$  в растворе  $H_2SO_4$  (5,0 М), затем переносили в мерную колбу объемом 100 мл и доводили до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивали.

В этом растворе использовался хромогенный реагент для определения аскорбиновой кислоты (витамин С) с помощью спектрофотометра.

Подготовка стандартной калибровочной кривой для аскорбиновой кислоты. Стандартная калибровочная кривая для аскорбиновой кислоты была определена с помощью графика зависимости концентрации от оптической плотности аскорбиновых стандартных растворов, взяв 10 мл каждого из стандартных растворов и поместив в пробирку, затем 1 мл раствора  $KMnO_4$  (100 мкг/г). Этот раствор оставляли на 5 мин. Поглощение этого стандартного раствора считывали при 530 нм против бланка.

Подготовка образцов плодов для анализа с помощью УФ-видимого спектрофотометра. Каждый из образцов плодов был точно взят в виде 10,0 мл для каждого образца, а затем перенесен в пробирку, и было добавлено 1,0 мл  $KMnO_4$  (100 мкг/мл) для каждый. Содержимое каждой пробирки хорошо перемешивают и выдерживают 5 мин. Приготовленные растворы считывали при 530 нм против бланка спектрофотометром с использованием подходящей концентрации для анализа.

Определение аскорбиновой кислоты в образцах черной смородины методом титрования. Точный 1 мл каждого свежеприготовленного раствора образца фруктов переносили и затем разбавляли до 200 мл дистиллированной водой. Затем 10 мл каждого из этих растворов помещали в коническую колбу. В эту колбу добавляли 5,0 мл раствора  $KI$  (0,2 М), 2,5 мл соляной кислоты  $HCl$  (1,0 М) и несколько капель раствора крахмала. Каждый из растворов затем титровали против  $KIO_3$  (0,015 М) из бюретки до появления синего черного цвета, что указывает

на конечную точку реакции. Титрование повторяли трижды для каждого из образцов черной смородины. Результаты были записаны, сведены в таблицу и рассчитаны для определения аскорбиновой кислоты для каждого образца.

Метод определения антиоксидантной активности с помощью титрования. Образцы черной смородины растворяют в деионизированной воде для получения различных концентраций. Затем DPPH смешивается с этанолом с пробой (в различных концентрациях). Далее смесь встряхивают и выдерживают в темноте в течение 30 мин при комнатной температуре, и измеряют оптическую плотность при 517 нм.

Для определения общего фенольного содержания наиболее часто используемым методом является метод Фолина-Чиокалтеу. Поэтому для экстракции полифенольных соединений образцы помещали в пробирки емкостью 50 мл, а затем к взвешенным образцам добавляли 25 мл экстракционного раствора; после 60 мин в темноте экстракты гомогенизировали в течение примерно 1 мин, а затем центрифугировали в течение 15 мин. Это основано на фенольном реагенте Фолина-Чиокалтеу и спектрофотометрическом определении при 765 нм.

Стандартная калибровочная кривая была построена с использованием галловой кислоты в концентрациях 0,02–0,1 мг • мл<sup>-1</sup>. Результаты выражали в мг эквивалентов галловой кислоты на 100 г. свежего веса.

### Результаты

Результаты проведенных анализов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

#### Результаты анализа образцов черной смородины

Table 1.

#### Results of the analysis of blackcurrant samples

Показатель   Indicator	Образец   Sample			
	1	2	3	4
Сухое вещество, %   Dry matter, %	77.3	82.1	83.1	85.3
Аскорбиновая кислота, мг / 100 г. сырой массы   Ascorbic acid, mg / 100 g raw weight	128	163	136	147
АОА, мг-экв галловой кислоты/ г   antioxidant activity mg-EQ of Gallic acid / g	28.93	28.23	40.53	37.34
PP мг-экв галловой кислоты/ г   PP mg-EQ Gallic acid / g	18.95	16.21	21.58	19.83
Антоцианины мг / 100 г.   Anthocyanins mg / 100 g	110	76.6	87.8	43.7
ТК% на яблочную кислоту   Titrated acidity% per malic acid	8.9	9.6	8.4	10.5
Моносахара, % на сухую массу   Monosaccharide, % per dry weight	44.3	45.9	44.3	36.3
Сумма сахаров, % на сухую массу   Sum of sugars, % per dry weight	46.7	50.4	48.5	37.2

### Заключение

Обогащение пищи витаминами и пищевыми волокнами является приоритетом в пищевых инновациях. Исследовано содержание аскорбиновой кислоты, полифенолов, антиоксидантов в сушеных ягодах черной смородины.

В настоящее время ягоды практически не используются. Результаты наших исследований показывают, что антиоксиданты являются перспективными.

Расширение ассортимента и повышение биологической ценности пищевых продуктов связано с использованием новых источников сырья, богатых биологически активными веществами.

## Литература


- 1 Перфилова О.В., Баранов Б.А., Скрипников Ю.Г. Фруктовые и овощные порошки из выжимок в кондитерском производстве // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 9. С. 52–54
- 2 Корячкина С.Я., Березина Н.А., Гончаров Ю.В. Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий: монография. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. 265 с.
- 3 Костюк В.А., Потапович А.И. Структура, классификация и фармакологические свойства природных полифенольных антиоксидантов. Санкт-Петербург, 2015.
- 4 Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1973. 233 с.
- 5 Макарова Н.В. Современные аспекты научных исследований антиоксидантных свойств цитрусовых фруктов, ягод и косточковых плодов: монография. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. 127 с.
- 6 Донченко Г.В., Кричковская Л.В., Чернышов С.И., Никитченко Ю.В. и др. Природные антиоксиданты (биотехнологические, биологические и медицинские аспекты): монография. Харьков: ОАО «Модель Вселенной», 2011. 376 с.
- 7 Литвинова Е.В., Большакова Л.С., Орещенко Ф.В. Эмульсионные продукты с антимуtagenными свойствами // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 5. С. 81.
- 8 Поморцева Т.И. Технология хранения и переработки плодоовощной продукции. М.: Академия, 2003. 136 с.
- 9 Kan L., Oliviero T., Verkerk R., Fogliano V. et al. Interaction of bread and berry polyphenols affects starch digestibility and polyphenols bio-accessibility // Journal of Functional Foods. 2020. V. 68. P. 103924.
- 10 Lavefve L., Howard L.R., Carbonero F. Berry polyphenols metabolism and impact on human gut microbiota and health // Food & Function. 2020. V. 11. № 1. P. 45–65.
- 11 Chandra P., Rathore A.S., Kay K.L., Everhart J.L. et al. Contribution of Berry Polyphenols to the Human Metabolome // Molecules. 2019. V. 24. № 23. P. 4220.
- 12 Lachowicz S., Michalska A., Lech K., Majerska J. et al. Comparison of the effect of four drying methods on polyphenols in saskatoon berry // LWT. 2019. V. 111. P. 727–736.

## References

- 1 Perfilova O.V., Baranov B.A., Skripnikov Yu.G. Fruit and vegetable powders from squeezed confectionery. Storage and processing of agricultural raw materials. 2009. no. 9. pp. 52–54. (in Russian).
- 2 Koryachkina S.Ya., Berezina N.A., Goncharov Yu.V. Innovative technologies of bakery, pasta and confectionery: monograph. Orel: FSBEI HPE “State University – UNPK”, 2011. 265 p. (in Russian).
- 3 Kostyuk V.A., Potapovich A.I. Structure, classification and pharmacological properties of natural polyphenolic antioxidants. St. Petersburg, 2015. (in Russian).
- 4 Skorikova Yu.G. Polyphenols of fruits and berries and the formation of color products. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1973. 233 p. (in Russian).
- 5 Makarova N.V. Modern aspects of scientific research of antioxidant properties of citrus fruits, berries and stone fruits: monograph. Samara, Samar. State Tech. Univ., 2013. 127 p. (in Russian).
- 6 Donchenko G.V., Krichkovskaya L.V., Chernyshov S.I., Nikitchenko Yu.V. et al. Natural antioxidants (biotechnological, biological and medical aspects): a monograph. Kharkov, OJSC “Model of the Universe”, 2011. 376 p. (in Russian).
- 7 Litvinova E.V., Bolshakova L.S., Oreshchenko F.V. Emulsion products with antimutagenic properties. Storage and processing of agricultural raw materials. 2003. no. 5. pp. 81. (in Russian).
- 8 Pomortseva T.I. Technology for storage and processing of fruits and vegetables. Moscow, Akademiya, 2003. 136 p. (in Russian).
- 9 Kan L., Oliviero T., Verkerk R., Fogliano V. et al. Interaction of bread and berry polyphenols affects starch digestibility and polyphenols bio-accessibility. Journal of Functional Foods. 2020. vol. 68. pp. 103924.
- 10 Lavefve L., Howard L.R., Carbonero F. Berry polyphenols metabolism and impact on human gut microbiota and health. Food & Function. 2020. vol. 11. no. 1. pp. 45–65.
- 11 Chandra P., Rathore A.S., Kay K.L., Everhart J.L. et al. Contribution of Berry Polyphenols to the Human Metabolome. Molecules. 2019. vol. 24. no. 23. pp. 4220.
- 12 Lachowicz S., Michalska A., Lech K., Majerska J. et al. Comparison of the effect of four drying methods on polyphenols in saskatoon berry. LWT. 2019. vol. 111. pp. 727–736.

## Сведения об авторах

Дмитрий И. Барбашин аспирант, кафедра ресторанного бизнеса, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, 6781248@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3976-5767>

## Вклад авторов


Дмитрий И. Барбашин написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

## Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

Dmitrii I. Barbashin graduate student, restaurant business department, Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane, 36 Moscow, 117997, Russia, 6781248@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3976-5767>

## Contribution

Dmitrii I. Barbashin wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

---

Поступила 01/02/2020

После редакции 10/02/2020

Принята в печать 18/02/2020

---

Received 01/02/2020

Accepted in revised 10/02/2020

Accepted 18/02/2020

---