

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ

В статье рассмотрено влияние технологических процессов переработки на химический состав ягод черной смородины. Обоснованы технологические параметры получения экстрактов ягод черной смородины.

Ключевые слова: черная смородина, экстрагирование, экстракт, переработка, химический состав.

I.A. Bakin, A.S. Mustafina, P.N. Lunin

THE STUDY OF THE BLACK CURRANT BERRY CHEMICAL COMPOSITION IN THE PROCESSING

The influence of the technological processes on the black currant berry chemical composition is considered in the article. The technological parameters to receive the black currant berry extracts are substantiated.

Key words: black currant, extraction, extract, processing, chemical composition.

Введение. В настоящее время актуальной задачей является разработка рациональной технологии переработки плодово-ягодного сырья с целью наиболее полного извлечения и сохранения полезных веществ, а также обеспечение оптимальных условий проведения процессов с минимальными энерго- и материалозатратами. Пищевая ценность плодов и ягод зависит от химического состава, который определяет лечебное или лечебно-профилактическое воздействие сырья на организм человека. Биологически активные вещества ягод черной смородины (*Ribes nigrum*) известны своим лечебно-профилактическим воздействием на организм человека. Лечебные свойства ягоды обусловлены высоким содержанием биологически активных веществ, которые представлены преимущественно фенольными соединениями: антоцианами, лейкоантоцианами, катехинами, флавонолами [1, 2]. Ягоды черной смородины служат источником природного витамина С. В отличие от многих других плодов и ягод, в черной смородине низкое содержание ферментов, разрушающих аскорбиновую кислоту. Это позволяет использовать сырье как в свежем виде, так и в консервированном: сушеное и замороженное; продукты переработки – варенье, джемы, настои, морсы, экстракты. Извлечение биологически активных веществ из ягод черной смородины в жидком виде, например в виде экстрактов и настоев, широко применяется в пищевой промышленности, медицине, косметологии.

С целью мониторинга химических компонентов ягод черной смородины проанализированы литературные данные по их составу [2–5]. Выявлено, что содержание компонентов в ягоде зависит от сортовых особенностей растения и региона произрастания, поэтому в работе изучалось сырье Сибирского региона.

Цель исследований. Анализ химического состава ягод черной смородины в свежем сырье и в продуктах переработки (быстрозамороженная ягода, водно-спиртовые и водные экстракты) для обоснования технологических параметров процесса переработки, позволяющих обеспечить сохранность высоких товарных и вкусовых свойств.

Задачи: изучение изменения химического состава ягод черной смородины в технологических процессах переработки.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на свежих ягодах черной смородины сорта «Дачница», урожая 2014 года, и продуктах переработки черной смородины: хранившиеся шесть месяцев замороженными при температуре -18°C ; водно-спиртовые и водные экстракты.

Режимы экстрагирования приняты на основе ранее проведенных исследований [6]. Экстрагент – вода и водно-спиртовой раствор (40 об. %). Соотношение расхода масс сырья и жидкости выбрано 1:2 [4]. Использовались общепринятые количественные методы определения химического состава ягод черной смородины [7]. Массовая доля сухих веществ определялась по ГОСТ 29031-91 «Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сухих веществ, нерастворимых в воде». Массовую долю растворимых сухих веществ определяли по ГОСТ 28562-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ».

Известно, что правильное функционирование организма обеспечивается благодаря аскорбиновой кислоте. Однако витамин С разрушается при длительном воздействии высоких температур, света, воздуха, поэтому представляет интерес изучить содержание аскорбиновой кислоты на каждом этапе переработки ягод. Количественное определение аскорбиновой кислоты проводилось по ГОСТ 24556 – титрометрическим методом, с помощью реактива Тильманса. Метод основан на окислительно-восстановительной реакции между аскорбиновой кислотой и индикатором – 2,6-дихлорфенолиндофенолом (реактивом Тильманса).

Важным фактором является вкус ягоды, формируемый соотношением и количеством в ней сахаров и органических кислот. Содержание титруемых кислот определялось методом титрования в пересчете на яблочную кислоту по ГОСТ 25555.0-82 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности». Исследовалась группа редуцирующих (восстанавливающих) сахаров – моносахариды, декстроза и фруктоза, дисахариды, лактоза и мальтоза. Исключение составила сахароза, являющаяся дисахаридом. Редуцирующие сахара определялись йодометрическим методом.

Общее содержание фенольных соединений определялось методом прямой спектрометрии с использованием реактива Фолина-Дениса. Измерялась оптическая плотность окрашенных продуктов реакции, образованных в результате окисления фенольных соединений вольфрамовой кислотой в щелочной среде. С помощью калибровочного графика находилась концентрация полифенольного комплекса черной смородины.

Ягоды смородины богаты антоцианами, относящимися к Р-активным полифенолам. Они обладают разнообразным фармакологическим действием, поэтому сфера их терапевтического применения велика. Биофлавоноиды, кроме нормализации и укрепления состояния капилляров и повышения их прочности, обладают способностью активизировать окислительные процессы в тканях, а также усиливать восстановление дегидроаскорбиновой кислоты в высокоактивную аскорбиновую кислоту, т.е. повышают обеспеченность организма витамином С. Содержание в черной смородине антоцианов исследовалось методом спектрофотометрии, путем пересчета на цианидин-3-рутинозид, основного компонента антоцианового комплекса [7]. Полученные данные представлены в таблице.

Химический состав ягод черной смородины и продуктов переработки

Показатель	Интервал изменения, по литер. данным, в свежей ягоде	Свежая ягода	Замороженная ягода	Экстракт водный	Экстракт спиртованный
Массовая доля влаги, %	83...85	85,2	83,61	-	-
Массовая доля сухих веществ, %	17...15	14,8	16,39	-	-
- растворимые	14,9...12,1	13,6±0,2	14,24±0,2	4,2±0,2	5,3±0,2
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на лимонную кислоту), %	2,5...4,5	6,75±0,2	6,21±0,2	0,92±0,2	1,4±0,2
Массовая доля сахаров, %:	9,0...11,05	8,62±0,3	8,84±0,1	6,2±0,3	5,9±0,3
- общие					
- редуцирующие	4,5...16,8	6,97±0,1	6,55±0,2	3,8±0,02	4,9±0,02
Сумма фенольных соединений, мг/%	400...500	691±5	702,32±5	320±5	336±5
Антоцианы, мг/100 г	780...1770	359±7,5	378±3,5	243,6±3,5	274,8±4,5
Витамин С, мг/100 г	100...800	253,27±0,5	241,21±3,0	39,6±1,05	88,42±3,5

По полученным данным содержание сухих веществ в свежей ягоде составило 14,8 %. В замороженном сырье, по сравнению с приводимыми в литературных источниках данными, доля сухих веществ выше (16,39%), а массовая доля влаги меньше (83,61%). Это можно объяснить тем, что в процессе замораживания сырья происходит выделение части свободной воды в виде кристаллов льда, приводящее к увеличению сухих веществ. Применение экстрагента с концентрацией спирта 40 % об. позволяет увеличить выход водорастворимых веществ.

По данным М.А. Макаркиной и Т.В. Янчук, в ягодах черной смородины органические кислоты представлены в основном лимонной, яблочной, винно-каменной, в меньших количествах янтарной, салициловой, фосфорной [3]. Общее количество органических кислот в ягодах сорта «Дачница», выращенных в условиях Центрально-Черноземного региона РФ, составляет 2,12 % (расчет произведен по преобладающей лимонной кислоте). По результатам проведенных исследований, содержание титруемых кислот в сорте «Дачница» составило $6,45 \pm 0,2\%$, т.е. для ягоды, выращенной в условиях Сибирского региона, отмечается повышенная кислотность. В процессе низкотемпературного хранения содержание кислот снижается незначительно ($6,21 \pm 0,2\%$). В водно-спиртовом экстракте содержание общих кислот ($1,4 \pm 0,2\%$) выше, чем в водном ($0,92 \pm 0,2\%$).

В литературных источниках, как следует из таблицы, по результатам различных исследований отмечается, что общее количество сахаров варьируется в широких пределах – от 9,0 до 11,05 %. По данным проведенного исследования, содержание этих веществ составило $8,62 \pm 0,3\%$. Обработка в условиях пониженной температуры способствует накоплению сахаров до $8,84 \pm 0,1\%$. При этом для опытов, где в качестве экстрагента использовалась вода, выявлено извлечение общих сахаров в большей степени ($6,2 \pm 0,3\%$), чем при использовании водно-спиртовых экстрагентов ($5,9 \pm 0,3\%$).

Основной группой биологически активных веществ, обеспечивающих лечебный эффект ягод черной смородины являются фенольные соединения. По данным разных авторов, сумма фенольных соединений составляет 400...500 мг %. По данным наших исследований, сумма фенольных соединений составляет значительное количество – 691 ± 5 мг фенольных веществ в 100 г ягоды. В процессе хранения выявлено увеличение фенольных веществ в среднем на 2 %. Степень извлечения фенольных веществ выше при использовании водно-спиртованного экстрагента на 8 %.

В изученном сорте черной смородины содержание антоцианов ($359 \pm 7,5$ мг/100 г) значительно ниже литературных данных (780...1770 мг/100 г). В процессе замораживания и хранения происходит накопление антоцианов ($378 \pm 3,5$ мг/100 г сырого веса ягоды). Красящих веществ в водных экстрактах на 8–16 % меньше, чем в спиртованных. По результатам анализов выявлено, что образцы, полученные методом настаивания 40 % об. раствором спирта, имеют более высокое содержание красящих веществ, обладают стабильной темно-красной окраской, прозрачностью, выраженным ароматом черной смородины.

Проведенные исследования подтвердили, что ягоды черной смородины являются ценным источником витамина С. По сравнению с данными литературных источников, где содержание этого витамина составляет 100...800 мг/100 г, для ягод исследованного сорта и условий произрастания отмечается достаточно высокое содержание витамина С ($253,27 \pm 0,5$ мг/100 г). В условиях низкотемпературного хранения выявлено незначительное уменьшение содержания аскорбиновой кислоты – на 5 %. Содержание витамина С в водных экстрактах уменьшилось на 55 %, что можно объяснить окислением кислородом воды в процессе экстрагирования и низким содержанием антоцианов в исследованных ягодах.

Выводы. Ягоды черной смородины и продукты её переработки содержат водорастворимые и спирторастворимые химические соединения, обладающие антиоксидантными свойствами. В процессе переработки необходимо учитывать особенности химического состава сырья, вида растворителя.

Выявлено, что в процессе хранения происходит изменение химического состава ягод черной смородины, при этом увеличивается содержание сухих растворимых веществ, что в дальнейшем благоприятно влияет на диффузию при получении экстрактов. Наблюдается снижение содержания витамина С при хранении быстрозамороженной ягоды в течение шести месяцев на 5 %.

Антиоксидантные свойства черной смородины при хранении не изменяются, имеется небольшое увеличение содержания антоцианов в ягодах, изучаемых после низкотемпературного хранения.

Установлено, что вид растворителя влияет на эффективность извлечения биологически активных веществ. В водных экстрактах содержание витамина С меньше на 55 %, а фенольных соединений меньше на 5 % по сравнению со спиртованными извлечениями.

В качестве рекомендаций по технологии получения натуральных красителей из ягод черной смородины можно предложить использовать 40 %-й водно-спиртовой экстрагент, который позволяет повысить растворение антоциановых веществ, а также использовать сырье с большим содержанием антоцианов.

Литература

1. A review on bioactive compounds in black currants (*Ribes nigrum* L.) and their potential health-promoting properties. *Acta Horticulturae* / R. Karjalainen, M. Anttonen, N. Saviranta [et al.]. – 2009. – 839.301–307.
2. Antioxidative properties of commercial fruit preparations and stability of bilberry and black currant extracts in milk products / G. Skrede, V. Larsen, Bryhn [et al.] // *J. Food Sci.* – 2004. – 69, № 9. – S. 351–356.
3. Макаркина М.А., Янчук Т.В. Характеристика сортов смородины чёрной по содержанию сахаров и органических кислот // *Современное садоводство*. – 2010. – № 2. – С. 9–12.
4. Биологически активные вещества плодов *Ribes* L / Е.И. Шапошник, Л.А. Дейнека, В.Н. Сорокопудов [и др.] // *Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки*. – 2011. – № 9-2 (104). – С. 239–249.
5. Сазонов Ф.Ф., Никулин А.Ф. Сравнительная оценка качества ягод черной смородины и продуктов переработки // *Вестник ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА»*. – 2008. – № 4. – С. 21–29.
6. Химический состав российских пищевых продуктов: справ. / И.М. Скурихин [и др.]; под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
7. Исследование технологических процессов получения экстрактов ягод черной смородины / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, Л.А. Алексенко [и др.] // *Вестник КрасГАУ*. – 2014. – № 12. – С. 227–230.
8. Мясищева Н.В., Артемова Е.Н. Изучение биологически активных веществ ягод черной смородины в процессе хранения // *Техника и технология пищевых производств*. – 2013. – № 3. – С. 36–40.

