

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЫСТРОРАСТВОРИМЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КИСЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АРОНИИ

Попов А.М., Доня Д.В., Миллер Е.С., Петушкова Е.Е., Якимчук К.С.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», Кемерово, Россия (650056, Кемерово, б-р Строителей, 47), e-mail: office@kemtipp.ru

В статье рассматривается возможность использования побочных продуктов переработки плодов аронии при производстве быстрорастворимых гранулированных киселей. При использовании шрота, остающегося после отжима сока из плодов аронии, консистенция продукта получается грубодисперсной. Ввиду этого предлагается применение гидролиза мезги аронии пектолитическим ферментом. Исследуемый метод позволяет получить продукт желаемой консистенции. Для интенсификации процесса ферментации были определены оптимальные параметры его протекания, такие как pH среды, температурный режим, состав комплекса ферментных препаратов, продолжительность гидролиза. Ферментная обработка проводилась комплексом ферментов, сочетая действие цитолитических ферментов с амилолитическими, протеолитическими, пектолитическими и другими. Результаты исследований показали, что витаминный состав плодов аронии, подвергшихся ферментативному гидролизу, практически остался неизменным. Это позволяет сделать вывод о целесообразности применения данного метода при производстве быстрорастворимых киселей с использованием плодов аронии в рамках осуществления политики безотходного производства.

Ключевые слова: арония, ферментация, пектолитический фермент, витаминный состав, минеральный состав, быстрорастворимый гранулированный кисель.

PROCESS AND TECHNOLOGY FEATURES OF PRODUCTION THE INSTANT GRANULATED KISSELS ON THE CHOKEBERRY-BASIS

Popov A.M., Donya D.V., Miller E.S., Petushkova E.E., Yakimchuk K.S.

FSBEI HVE Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Kemerovo, Russia (650056, Kemerovo, Stroiteley Boulevard, 47), e-mail: office@kemtipp.ru

The article discusses the use of by-products in the production of fruits chokeberry instant granular kissels. When using the meal remaining after an extraction of juice from fruits of an chokeberry, the consistence of a product turns out coarse-dispersion. In view of this provides the use of hydrolysis chokeberry pomace pectolytic enzyme. Analyzed method allows to obtain a product desired consistency. To intensify the process of fermentation were determined optimal parameters of its course such as pH of the medium, temperature regime, the complex enzyme preparations, duration of hydrolysis. Enzyme treatment was performed complex enzymes, combining the action of cytolytic enzymes amylolytic, proteolytic, pectolitic and other. The results of research showed that vitamin composition of fruits chokeberry exposed enzymatic hydrolysis remained virtually unchanged. This suggests the feasibility of this method in the production of instant kissels with fruits chokeberry in the implementation of the policy of non-waste production.

Keywords: chokeberry, fermentation, pectolytic enzyme, vitamin structure, mineral structure, the instant granulated kissel.

Одним из требований наметившейся в последние годы тенденции ресурсосберегающей политики государства, предъявляемой к промышленности России в целом, является максимальное использование всех компонентов сырья, предназначенного для производства продукции.

Как показали исследования, выход сока из плодов аронии довольно высокий – из 1 ц сырья можно получить 65–75 л. Однако шрот, получаемый при отжиме сока, плохо измельчается, и при использовании его в производстве гранулированного киселя

(осуществление политики безотходного производства) консистенция продукта получается грубодисперсной. Частички мезги имеют размеры 0,5–1 мм, это приемлемо к продуктам, предназначенным для обычного питания, но не рекомендуется для диетического. Поэтому нами была исследована возможность применения гидролиза мезги аронии пектолитическим ферментом, который привел бы к желаемой консистенции готового продукта.

Теоретические основы применения пектолитических ферментов разработали Картес и Мелитц в 1930 г., значительно расширили эти исследования Эндо и Пильник. Чарлей в 1932 г. впервые применил такие ферменты при переработке ягод, проводя переработку при комнатной температуре. Валькер указал на возможность комбинированной обработки мезги ферментами при более высокой температуре, а Кох развил этот метод на важнейших этапах технологического процесса.

Ферментативную обработку мезги аронии проводили комплексом ферментов, сочетая действие цитолитических ферментов с амилолитическими, протеолитическими, пектолитическими и другими. При такой обработке многие вещества, связанные со структурными элементами клеток, и нерастворимые высокомолекулярные полимеры углеводной и белковой природы переходят в растворимое состояние.

Для интенсификации процесса ферментации необходимо определить оптимальные параметры его протекания: рН среды; температурный режим; состав комплекса ферментных препаратов; продолжительность гидролиза.

Оптимальный температурный режим и рН среды при проведении ферментативного гидролиза подбирали, исходя из оптимальных условий действия используемого ферментного препарата. В данном случае ферментация проводилась при 50 °С и рН, равном 4,8–5,0, доза фермента составила 0,005 % от массы ферментируемого продукта. Время ферментации устанавливали по максимальному выходу сухих веществ, оно составило 4 часа. Максимальный выход сухих веществ наблюдался по истечении 2,5 часов. Результаты исследований химического состава плодов аронии черноплодной представлены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав плодов аронии черноплодной до и после ферментации

Показатели	Содержание, %	
	до ферментации	после ферментации
Массовая доля сухих веществ	19,5±0,5	19,5±0,5
Массовая доля азотистых веществ	1,6±0,1	1,6±0,1
Массовая доля клетчатки	1,9±0,1	1,0±0,1
Массовая доля пектиновых веществ	1,10±0,05	0,30±0,05
Массовая доля дубильных веществ	0,90±0,03	0,40±0,03
Массовая доля сахаров	11,5±0,5	12,5±0,5

Массовая доля органических кислот (в пересчете на яблочную)	1,3±0,1	2,5±0,1
Массовая доля золы	1,2±0,06	1,2±0,06

Как показали исследования, в созревших плодах черноплодной рябины урожая 2012 года содержание сухих веществ составило 19,5 %. При этом плоды рябины в пересчете на сырое вещество содержат 16,75 % растворимых веществ. В эту группу входят сахара, азотистые вещества (белок), минеральные вещества, органические кислоты, пектиновые и дубильные вещества. Наибольший удельный вес среди растворимых органических веществ имеют сахара – 11,5 %.

Вкусовые достоинства любой культуры, как известно, определяются не только степенью сладости преобладающего сахара, но и сахарокислотным коэффициентом (числовое отношение процентного содержания сахара к процентному содержанию кислоты). В плодах черноплодной рябины данный показатель достаточно высок уже в начале созревания и постепенно увеличивается к моменту их полной потребительской зрелости [3]. Для аронии черноплодной, произрастающей в Кемеровской области, урожая 2012 года сахарокислотный коэффициент составил приблизительно 8,1 %.

Промышленная культура черноплодной рябины (аронии) – *Aronia melanocarpa* Elliot имеет почти шестидесятилетнюю историю. За это время порода заняла достойное место в садах Западной Сибири, Урала, Дальнего Востока и европейской части России. Быстрому продвижению черноплодной рябины в производство способствовали ее положительные хозяйственно-биологические свойства – скороплодность, высокая урожайность, регулярное плодоношение, высокое качество плодов, не требовательность к условиям произрастания, устойчивость к вредителям и болезням, хорошая транспортабельность плодов, возможность длительного сохранения плодов в свежем виде, морозостойкость и т. д.

Одним из первых российских ученых, оценивших аронию черноплодную как плодовую культуру, был И.В. Мичурин. Первые общие сведения о биохимическом составе плодов черноплодной рябины опубликованы в работах А.А. Кулика, Е.П. Франчука, Ф.В. Церевитинова, А.А. Колесника, В.В. Аристовского и др.

Как уже говорилось ранее, черноплодная рябина (арония) представляет первоклассный материал для получения ряда продуктов питания высокого качества, является ценным сырьем для предприятий пищевой и медицинской промышленности. Плоды ее содержат пектины, микро- и макроэлементы, витамины, а также многие другие биологически активные вещества, оказывающие целебное воздействие на организм человека [1, 3, 8].

В зависимости от климатических, почвенных и погодных условий района выращивания в период вегетации состав плодов аронии значительно изменяется [3, 4]. В связи с этим является целесообразным изучение пищевой и витаминной ценности аронии черноплодной, произрастающей в Кемеровской области.

Исследования химического и витаминного состава свежих плодов аронии и продуктов ее ферментативного гидролиза проводили в сентябре-октябре 2012 года.

Вкус плодов во многом зависит от наличия и соотношения в составе дубильных, пектиновых веществ и клетчатки. Значительное содержание дубильных веществ придает кисло-сладким плодам терпкий и вяжущий вкус. В плодах черноплодной рябины количество дубильных веществ составило 0,9 %. Содержание пектиновых веществ в исследуемой партии аронии – 1,1 %, клетчатки – 1,9 %. Минеральных, или зольных, веществ в плодах черноплодной рябины содержится 1,2 %, что в 1,4–2 раза больше, чем в распространенных сортах смородины, малины, крыжовника [3].

Исследования показали, что содержание клетчатки в плодах аронии, подвергшихся ферментации, снизилось в 2 раза, пектиновых веществ – в 4 раза, дубильных – в 2,5 раза. Содержание сахаров увеличилось на 8,7 % и составило 12,5 %, содержание органических кислот увеличилось в 2 раза. Это объясняется действием пектолитических ферментов, которые расщепляют пектиновые, дубильные и красящие вещества, а также клетчатку до сахаров и органических кислот.

Содержание азотистых и зольных веществ в ферментированном препарате не изменилось и составило 1,6 % и 1,2 % соответственно.

Как показывают литературные данные [1, 3, 4, 6] и результаты собственных исследований, арония черноплодная богата минеральными веществами. Минеральные вещества с физиологической точки зрения являются важными составными частями плодов и ягод. Они связаны с ферментной системой клетки и обеспечивают осмотическое давление в тканях живого организма. Соли органических кислот характеризуются щелочной реакцией. Они нейтрализуют кислые продукты, образующиеся в организме в результате обмена веществ, и этим содействуют поддержанию активной реакции тканей и жидкостей [5, 7].

Результаты исследований минерального состава плодов черноплодной рябины до и после ферментативного гидролиза представлены в таблице 2.

Таблица 2. Минеральный состав плодов рябины черноплодной до ферментативного гидролиза и после

Показатели	Содержание, мг%	
	до ферментации	после ферментации

Кальций	70,50±0,40	70,00±0,40
Фосфор	13,00±0,08	13,00±0,08
Калий	60,00±0,08	58,00±0,08
Натрий	6,10±0,20	5,90±0,20
Магний	0,10±0,05	0,10±0,05
Железо	2,80±0,04	2,50±0,04
Цинк	0,28±0,01	0,20±0,01
Молибден	0,018±0,001	0,018±0,001
Медь	0,20±0,02	0,15±0,02

Как показали исследования, одним из основных зольных элементов, входящих в состав аронии, является кальций – 70,5 мг %. Он составляет основу костной ткани организма человека, активизирует деятельность ряда важных ферментов и гормонов, участвует в поддержании ионного равновесия в организме, влияет на процессы, происходящие в нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системах, участвует в процессах возбудимости нервной ткани, сократимости мышц и свертывании крови, уменьшает проницаемость сосудов, является составной частью ядра, мембранных клеток, клеточных тканей.

Следующим по величине содержания является калий – 60,0 мг%. Роль этого элемента состоит в регулировании деятельности ферментов, в обменных процессах, протекающих в нашем организме. Недостаток калия сказывается на различных системах организма, а также на обмене веществ.

Содержание фосфора в черноплодной рябине составляет 13,0 мг%. Это важнейший элемент, входящий в состав белков, нуклеиновых кислот, костной ткани. Соединения фосфора принимают участие в обмене энергией. С их превращениями связаны мышечная и умственная деятельность, жизнеобеспечение организма.

Натрия в аронии содержится 6,1 мг %. Соединения натрия регулируют в организме человека внутриклеточный и межтканевый обмен веществ, кислотно-щелочное равновесие, осмотическое давление в клетках, тканях, лимфе и крови, участвуют в водном обмене, способствуют накоплению жидкости в организме, активируют пищеварительные ферменты, участвуют в передаче нервных импульсов.

Важную роль в жизнедеятельности человека играет железо. В аронии его содержится 2,8 мг %. Железо входит в состав гемоглобина и участвует в дыхательной функции организма.

Остальные микроэлементы представлены в черноплодной рябине в незначительном количестве: магний – 0,1; цинк – 0,28; молибден – 0,018; медь – 0,2 мг %.

Исследования показали, что содержание фосфора, магния и молибдена не изменилось, содержание же остальных рассматриваемых элементов снизилось на 1–5 %.

Витамины относятся к группе незаменимых нутриентов органической природы, разнообразного строения, которые необходимы для обмена веществ в организме человека. Витамины должны постоянно поступать с пищей, так как не синтезируются в организме человека и лишь немного депонируются в тканях. Дефицит какого-либо витамина субъективно вначале не ощутим. Возникшие нарушения обмена веществ сначала не проявляются во внешних признаках. Однако постепенно развивающиеся гиповитаминозы в дальнейшем могут привести к необратимым патологическим состояниям – авитаминозам, следствие которых – снижение устойчивости организма к действию повреждающих факторов [6]. Поэтому так важно изучение витаминного состава создаваемых продуктов и компонентов, входящих в их состав. Содержание витаминов в плодах аронии до и после ферментации представлено в таблице 3.

Таблица 3. Содержание витаминов в плодах аронии до и после ферментации

Показатели	Содержание, мг%	
	до ферментации	после ферментации
Витамины:		
аскорбиновая кислота (С)	29,8±0,5	20,5±0,5
тиамин (В ₁)	0,04±0,001	0,04±0,001
рибофлавин (В ₂)	0,02±0,001	0,02±0,001
фолацин (В ₉)	0,06±0,001	0,04±0,001
токоферол (Е)	1,40±0,05	1,40±0,05
ниацин (РР)	0,70±0,01	0,70±0,01
филлохинон (К ₁)	0,70±0,02	0,70±0,02
Витаминоподобные соединения:		
β-каротин	1,90±0,01	1,90±0,01
биофлавоноиды	2900±50	2800±50

Если пищевая ценность плодов черноплодной рябины определяется наличием большого количества сахаров и органических кислот, то присутствие в них целого набора витаминов дает основание причислить эту культуру к лекарственным растениям [3].

Как видно из таблицы 3, плоды черноплодной рябины, главным образом, являются источником биофлавоноидов – 2900 мг %, обладающих способностью повышать прочность стенок капилляров, благодаря чему уменьшают их проницаемость. Потребление 200 г плодов

аронии ежедневно может удовлетворить суточную потребность организма взрослого человека в витамине Р.

Аскорбиновой кислоты в плодах аронии содержится относительно немного – 29,8 мг %.

Содержание остальных витаминов и витаминоподобных веществ незначительно и составляет: тиамин – 0,04; рибофлавин – 0,02; фолатин – 0,06; токоферол – 1,4; ниацин – 0,7; фоллихинон – 0,7; β-каротин – 1,9 мг %.

Изучение витаминного состава плодов аронии, подвергшихся ферментативному гидролизу, показало, что он практически остался неизменным. Снизилось только содержание витамина С на 9,3 мг %. Этот факт можно объяснить термонеустойчивостью аскорбиновой кислоты, поскольку ферментативный гидролиз проводился при температуре 50 °С в течение 4 часов, что и могло вызвать ее разрушение.

Использование плодов черноплодной рябины в производстве быстрорастворимых гранулированных киселей позволит получить продукт, богатый витаминами и минеральными веществами, а высокое содержание сахаров, органических кислот, клетчатки, дубильных и пектиновых веществ повысит пищевую ценность напитка.

Список литературы

1. Акопов И.Э. Важнейшие отечественные лекарственные растения и их применение. – Т., 1990. – 444 с.
2. Брезе О.Э. Научные и практические основы производства кисломолочных напитков с использованием черноплодной рябины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1996. – 15 с.
3. Васильченко Г.В., Проценко В.И. Черноплодная рябина / Под ред. акад. ВАСХНИЛ М.А. Лисавенко. – М.: Колос, 1967. – 95 с.
4. Гореньков Э.С. Пищевая и биологическая ценность фруктовых и овощных соков, особенности технологии производства // Вопросы питания. – 1999. – № 2. – С. 27-29.
5. Ермаков А.И. Методы биохимических исследований растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.Б. Ярош и др.; Под общей редакцией А.И. Ермакова. – Л., 1987. – 430 с.
6. Коробкина З.В. Витамины и минеральные вещества плодов и ягод. – М., 1969. – 80 с.
7. Нечаев А.П. и др. Пищевая химия. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 584 с.
8. Попов А.М. Потенциал рынка культивируемого плодово-ягодного сырья Центральной зоны Кузбасса / А.М. Попов, С.Н. Кравченко, М.А. Постолова, Г.С. Драпкина // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2009. – № 1. – С. 16-19.

Рецензенты:

Киселева Т.Ф., д.т.н., профессор, декан Технологического факультета ФГБОУ ВПО Кемеровского технологического института пищевой промышленности, г. Кемерово.

Помозова В.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология бродильных производств и консервирования» ФГБОУ ВПО Кемеровского технологического института пищевой промышленности, г. Кемерово.