

Исследование влияния предварительной обработки ягод брусники с применением композиции ферментных препаратов на химический состав сока

Елена В. Алексеенко ¹	elealekseenk@rambler.ru
Екатерина А. Быстрова ¹	tixoxod@list.ru
Юлия М. Дикарева ²	dikarevajulia@gmail.com

¹ Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское ш. 11, г. Москва, Россия

² ПАО Научный центр «Малотоннажная химия», ул. Краснобогатyrская, 42, стр. 1, г. Москва, 107564, Россия

Реферат. В статье представлены результаты исследований химического состава брусничных соков, полученных с применением предварительной ферментативной обработки ягод и без использования ферментных препаратов. Установлено, что применение композиции ферментных препаратов пектолитического и глюколитического действия PectinexXXL, Рapiдаза CR, БрюззаймBGX, Laminex BG2 позволяет существенно увеличить выход в сок ценных природных компонентов и функциональных пищевых ингредиентов – органических кислот, сахаров, белковых веществ (в 1,2–1,3 раза), витамина С (в 1,5–1,6 раза), биологически активных полифенольных соединений (в 1,2–1,3 раза), в том числе, флавонов и флавонолов (в 5,4–5,9 раза), антоцианов (в 1,2–1,3 раза), проантоцианидинов (в 1,3–2,0 раза), катехинов (в 1,7 раз). Наиболее эффективна мультиэнзимная композиция на основе Рapiдаза CR и Laminex BG2, применение которой на стадии предобработки ягод брусники способствует увеличению выхода сока на 26%. Приведена характеристика брусничного сока, полученного с использованием данной композиции, с позиции пищевой ценности. Получены данные по содержанию некоторых органических кислот: фруктовых кислот (лимонной, яблочной кислот) и фенольных кислот (бензойной кислоты). Установлено, что экстракция лимонной и яблочной кислот возросла в 1,3 и 2,1 раза соответственно, а бензойной кислоты – в 1,4 раза. Исследован состав минеральных компонентов брусничного сока. Среди макроэлементов лидирует калий, отмечается высокое содержание фосфора и кальция, наличие магния и натрия. Из микроэлементов выявлены марганец, алюминий, кремний, железо, цинк, серебро и хром. Показано, что проведение предварительной ферментативной обработки ягод брусники позволяет улучшить минеральный состав сока. Полученные данные иллюстрируют эффективность применения композиции ферментных препаратов для обработки ягод брусники, которая выражается в существенном улучшении химического состава сока за счет дополнительной экстракции полезных для здоровья человека компонентов ягод, природных антиоксидантов, консервантов, натуральных красителей, что повышает пищевую ценность сока и обуславливает его технологические свойства.

Ключевые слова: ягоды брусники, ферментные препараты, мультиэнзимная композиция, предварительная обработка, выход сока, функциональные пищевые ингредиенты, химический состав брусничного сока

Investigation of the effect of preliminary treatment of cranberry berries with a multi-enzyme composition on the chemical composition of juice

Elena V. Alekseenko ¹	elealekseenk@rambler.ru
Ekaterina A. Bystrova ¹	tixoxod@list.ru
Yulia M. Dikareva ²	dikarevajulia@gmail.com

¹ Moscow State University of Food Production, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, Russia

² R&D Centre "Fine Chemicals", Krasnobogatyrskaya st. 42/1, Moscow 107564, Russia

Summary. The article presents the investigation results of red whortleberry chemical composition juices, obtained with using of pre-enzymatic treatment of red whortleberries and without enzymatic preparations. It was found that the application of a composition pectinase and glucanase enzyme preparations PectinexXXL, Rapidaza CR, Bryuzzaym BGX, LaminexBG2 can significantly increase the yield in juice of natural ingredients and functional food ingredients – organic acids, sugars, proteins (1.2–1.3 times), vitamin C (1.5–1.6 times), bioactive polyphenolic compounds (1.2–1.3 times), including flavones and flavonols (5.4–5.9 times), anthocyanins (1.2–1.3 times), proanthocyanidins (1.3–2.0 times), catechin (1.7 times). The most effective is composition on the base Rapidaza CR and LaminexBG2. The application of this composition leads to increased juice output on 26%. The food value description of red whortleberry juice, obtained with using of the composition on the base Rapidaza CR and LaminexBG2, have been represented. The dates of some organic acids content such as fruit acids (citric acid, malic acid) and phenolic acid (benzoic acid) have been obtained. It was found that the extraction of citric and malic acids increases in 1.3 times and 2.1 times respectively and benzoic acid – in 1.4 times. The mineral composition of red whortleberry juice have been investigated. Potassium is a leader in the yield of macro elements, it is noticed the high quality content of phosphorus and calcium and the presence of magnesium and sodium. Aluminium, manganese, silicon, iron, zinc, silver and chromium have been determined in the yield of micro elements of red whortleberry juice. It is shown that a preliminary enzymatic treatment of red whortleberry can improve the juice mineral composition. The dates illustrate the efficiency of enzyme composition application for preliminary treatment of red whortleberry as demonstrated by significant improvement of juice chemical composition by the additional extraction of healthy components, natural antioxidants, preservatives, food coloring that increase juice food value and hence technological characteristics.

Keywords: red whortleberry, enzyme preparations, multi-enzyme composition, pretreatment, juice output, chemical composition of red whortleberry juice, functional food ingredients

Для цитирования

Быстрова Е. А., Алексеенко Е. В., Дикарева Ю. М. Исследование влияния предварительной обработки ягод брусники с применением композиции ферментных препаратов на химический состав сока // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 282–289. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-282-289

For citation

Bystrova E. A., Alekseenko E. V., Dikareva Yu. M. Investigation of the effect of preliminary treatment of cranberry berries with a multi-enzyme composition on the chemical composition of juice. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. Vol. 79. no. 1. pp. 282–289. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-1-282-289

Введение

Применение ферментных препаратов для переработки плодово-ягодного сырья является одним из ключевых направлений в создании малоотходных, ресурсосберегающих технологий, позволяющих рационально и комплексно использовать богатый природный потенциал сырья.

Ранее проведенными исследованиями осуществлен мониторинг эффективности применения ферментных препаратов различной субстратной специфичности для обработки ягод брусники при получении сока. С учетом данных химического состава ягод брусники в исследованиях был задействован достаточно широкий спектр ферментных препаратов пектолитического и глюколитического действия отечественного и импортного производства, которые применялись как индивидуально, так и в составе композиции. Наилучшие результаты получены с применением композиций Рестинекс-XXL – БрюзаймBGX (МЭК-1) и Рапидаза CR-LaminexBG2 (МЭК-2), использование которых на стадии предварительной обработки ягод

способствует увеличению выхода сока на 20% и 26% соответственно [2].

Целью данного исследования явилось обоснование ферментативной обработки ягод брусники при получении сока для наиболее полного извлечения в сок содержащихся в ягодах природных компонентов и функциональных пищевых ингредиентов на основании изучения химического состава брусничных соков, полученных с применением предварительной ферментативной обработки ягод и без использования ферментных препаратов.

В работе использовали композиции ферментных препаратов, с которыми ранее были получены наилучшие результаты – МЭК-1 и МЭК-2.

Для исследования влияния предварительной ферментативной обработки ягод брусники на выход в сок экстрактивных и биологически активных веществ проводили сравнительный анализ по их содержанию в соке, полученном без ферментативной обработки ягод (ФОЯ), и в соке, полученном с применением МЭК (СФБ). Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние предварительной ферментативной обработки ягод брусники на выход в сок экстрактивных веществ

Table 1.

The influence of red whortleberry enzymatic pretreatment on the output of extractive components into the juice

Наименование компонента Component Name	Содержание компонента, мг/100 г. ягод брусники The content of the component, mg/100 g red whortleberry		
	Сок без ФОЯ Juice without Foy	СФБ, полученный с применением МЭК-1 SWFs produced using IEC 1	СФБ, полученный с применением МЭК-2 SWFs produced using IEC 2
Растворимый белок, г Soluble protein, g	0,35 ± 0,050	0,42 ± 0,062	0,46 ± 0,054
Редуцирующие сахара (в пересчете на глюкозу), г Reducing sugars (expressed as glucose), g	2,92 ± 0,060	3,37 ± 0,053	3,48 ± 0,062
Органические кислоты (титруемые) (в пересчете на лимонную кислоту), г Organic acids (titrable) (interms of citric acid), g	1,68 ± 0,14	1,99 ± 0,12	2,15 ± 0,15
Витамин С, мг Vitamin C, mg	11,4 ± 0,9	17,5 ± 1,1	18,2 ± 1,1
Полифенольные соединения, мг Polyphenolic compounds, mg	389,4 ± 15,1	460,2 ± 15,4	495,6 ± 15,7
Проантоцианидины, мг Proanthocyanidinsmg	2,3 ± 0,3	3,1 ± 0,3	4,7 ± 0,4
Флавоны и флавонолы (в пересчете на рутин), мг Flavones and flavonols (calculated as rutin), mg	0,83 ± 0,03	4,5 ± 0,05	4,9 ± 0,09
Антоцианы (в пересчете на цианидин 3 гликозид), мг Anthocyanins (calculated as cyanidin 3 glucoside), mg	175 ± 12,3	209,5 ± 12,0	233 ± 14,0

Обсуждение результатов

Как свидетельствуют полученные результаты проведение предварительной ферментативной обработки ягод брусники способствует существенному увеличению выхода экстрактивных веществ ягод в соковую фракцию (СФБ) по сравнению с соком, полученным без применения ферментных препаратов (сок без ФОЯ). Установлено существенное увеличение выхода в сок ценных природных компонентов и функциональных пищевых ингредиентов – органических кислот, сахаров, белковых веществ (в 1,2–1,3 раза), витамина С (в 1,5–1,6 раза), биологически активных полифенольных соединений (в 1,2–1,3 раза), в том числе, флавонов и флавонолов (в 5,4–5,9 раза), антоцианов (в 1,2–1,3 раза), проантоцианидинов (в 1,2–1,6 раза) (таблица 1). Усиление экстрактивных свойств растительной ткани отмечается под действием МЭК-1 и МЭК-2, но все же более предпочтительно с этой точки зрения выглядит композиция на основе ферментных препаратов Рапидаз CR-Laminex BG2 (МЭК-2) (таблица 1). В пользу выбора этой композиции свидетельствует и тот факт, что применение ее на стадии предварительной обработки ягод способствует увеличению выхода сока на 26% [2].

Повышение экстрактивной способности растительной ткани после предварительной ферментативной обработки ягод брусники благоприятно сказывается на химическом составе сока (таблица 2).

Таблица 2.

Химический состав брусничного сока, полученного с применением МЭК-2

Table 2.

The chemical composition of red whortleberry juice produced using IEC 2

Компонент Component	Содержание в 100 мл The content of the component, per 100 ml
Растворимый белок, г Soluble protein, g	0,52 ± 0,07
Редуцирующие вещества (в пересчете на глюкозу), г Reducing sugars (expressed as glucose), g	3,95 ± 0,14
Органические (титруемые) кислоты (в пересчете на лимонную), г Organic acids (titrable) (in terms of citric acid), g	2,5 ± 0,15
Витамин С, мг Vitamin C, mg	20,7 ± 1,5
Полифенольные соединения, мг Polyphenolic compounds, mg	563 ± 16,2
Флавоны и флавонолы (в пересчете на рутин), мг Flavonoids and flavonols (calculated as rutin), mg	5,6 ± 0,05
Проантоцианидины, мг Proanthocyanidins, mg	5,6 ± 0,07
Катехины, мг Catechins, mg	10,5 ± 1,2
Антоцианы(в пересчете на цианидин-3-гликозид), мг Anthocyanins (calculated as cyanidin-3-glucoside), mg	265 ± 11,3

Оригинальный вкус брусничного сока формируют органические кислоты в сочетании с сахарами. Органические кислоты принимают участие в ощелачивании организма, снижают риск синтеза в организме канцерогенных нитрозаминов, а значит и риск развития онкологической патологии [8]. Из фруктовых кислот в составе брусничного сока выявлены лимонная и яблочная кислоты, с явным доминированием лимонной кислоты (таблица 3)

Таблица 3.

Содержание некоторых органических кислот, мг/100 г. ягод брусники

Table 3.

Some organic acids content, mg/100 gred whortleberry

Наименование кислоты Acidname	Сок без ФОЯ Juice without Foy	СФБ, полученный с применением МЭК-2 SWFs produced using IEC 2
Бензойная кислота мг/г Benzoic acid	16,5	23,2
Лимонная кислота Citric acid	1608	2006
Яблочная кислота Malic acid	57,5	119,9

Особенностью ягод брусники является наличие в их составе природного консерванта – бензойной кислоты, которая обладает антисептическими свойствами, что обуславливает способность продуктов переработки ягод к длительному хранению. Помимо лимонной, яблочной и бензойной кислоты, в составе ягод брусники в малом количестве присутствуют винная и салициловая кислоты [1].

Применение комплекса гидролитических ферментов позволяет увеличить в 1,3 раза выход органических кислот в соковую фракцию (таблица 1) – с 1,68 г/100 г. ягод брусники в соке до 2,15 г/100 г. в СФБ, полученном с МЭК-2, и их содержание составляет 2,5 ± 0,15 г/100 мл (таблица 2). Экстракция лимонной и яблочной кислот возросла в 1,3 и 2,1 раза соответственно, а бензойной кислоты – в 1,4 раза (таблица 3, рисунок 1–3).

Наличие органических кислот в брусничном соке и в СФБ обуславливает низкое значение активной кислотности среды (pH~2,7), которое способствует естественной защите сока от действия микроорганизмов [8].

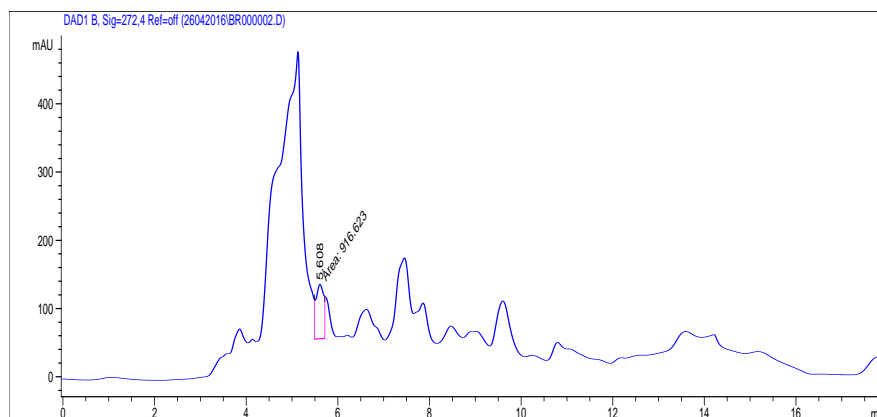


Рисунок 1. Хроматограмма бензойной кислоты в брусничном соке, полученном без ФОЯ

Figure 1. HPLC-chromatogramme of benzoic acid in the red whortleberry juice produced without FPB

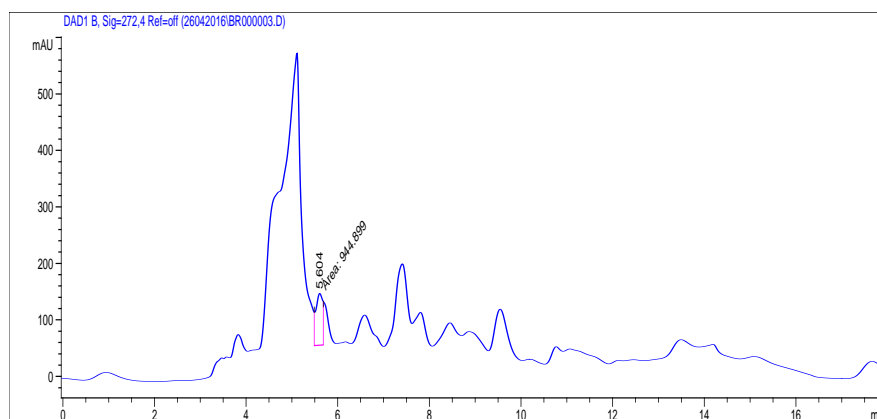


Рисунок 2. Хроматограмма бензойной кислоты в СФБ

Figure 2. HPLC-chromatogramme of benzoic acid in SWFs produced using IEC 2

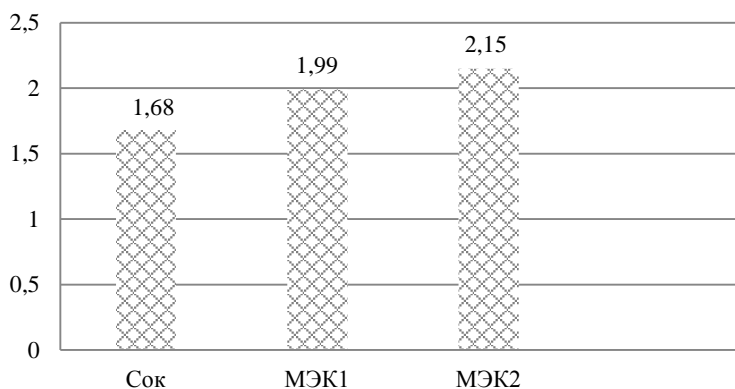


Рисунок 3. Содержание органических кислот в брусничном соке без ФОЯ и СФБ, мг/100 г. ягод брусники

Figure 3. Organic acids content in the red whortleberry juice produced without FPB and in SWFs produced using IEC 2, mg/100 g. red whortleberry

Углеводы ягод брусники представлены легкоусвояемыми сахарами, обуславливающими энергетическую ценность. Проведение предварительной ферментативной обработки ягод брусники позволяет увеличить содержание редуцирующих сахаров в соковой фракции в 1,2 раза (с 2,92 до 3,37–3,48 г/100 г. ягод брусники) (таблица 1). Их содержание в СФБ, полученном с применением МЭК-2, составляет $3,95 \pm 0,14$ г/100 мл (таблица 2).

Важным показателем эффективности предварительной ферментативной обработки ягод брусники при получении сока является увеличение содержания растворимых форм белка. Известно, что белки в растительном сырье образуют комплексы со структурными полисахаридами и в силу сложной природной организации вплетены в ткань клеточной стенки. Гидролитическое расщепление гемицеллюлозы, целлюлозы и пектиновых веществ – структурных составляющих

клеточных стенок – способствует высвобождению и переводу в растворимое состояние связанных форм белка [4, 5].

В ходе исследований установлено увеличение выхода растворимого белка в СФБ в 1,2–1,3 раза (таблица 1). Содержание белка в брусничном соке, полученном с применением МЭК-2, составляет $0,52 \pm 0,07$ г/100 мл (таблица 2).

Из витаминов, синтезируемых в ягодах брусники, особый интерес представляет витамин С, накапливающийся в ягодах в наибольших количествах. Витамин С (аскорбиновая кислота) участвует в окислительно-восстановительных процессах, тканевом дыхании, обмене аминокислот, углеводов, жиров и холестерина; необходим для образования белка коллагена, связывающего клетки сосудов, костной ткани, кожи, для заживления ран. Витамин С нейтрализует действие свободных радикалов, образующихся при переваривании пищи; предотвращает преобразование нитратов в нитрозамины, являющиеся сильными канцерогенами [10].

Как показали результаты исследований, выход витамина С в соковую фракцию после обработки ягод МЭК-1 и МЭК-2 увеличился

в 1,5–1,6 раза, и его содержание в соке, полученном с применением МЭК-2, составило $20,7 \pm 1,5$ мг/100 мл (таблица 1, 2, рисунок 4). Увеличение выхода аскорбиновой кислоты, по всей видимости, связано с гидролитическим расщеплением структурных компонентов клеточной стенки, и, прежде всего, целлюлозы и гемицеллюлозы, в результате чего высвобождаются и переходят в экстракт связанные формы витамина С [3, 6, 11].

Содержание в растительном сырье фенольных соединений является важнейшим показателем их биологической ценности, определяющим его антиокислительную активность. Процессы окисления в организме человека приводят к преждевременному старению и развитию целого ряда патологий [10, 11].

Полученные результаты свидетельствуют, что проведение предварительной ферментативной обработки ягод брусники позволило повысить выход биоактивных полифенольных соединений в 1,3 раза (с $389,4 \pm 15,1$ до $495,6 \pm 15,7$ мг/100 г. ягод брусники) (таблица 1, рисунок 5) и их содержание в СФБ составило $563 \pm 16,2$ мг/100 мл (таблица 2).

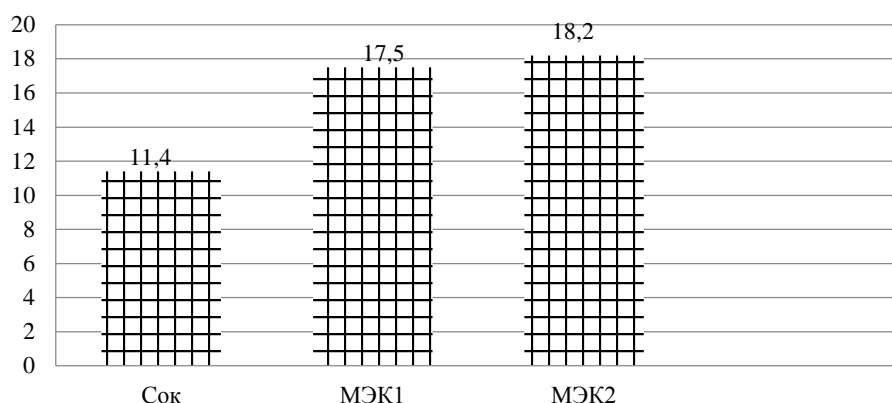


Рисунок 4. Содержание витамина С в брусничном соке без ФОЯ и СФБ, мг/100 г ягод брусники

Figure 4. Vitamin C content in thered whortleberry juice produced without FPB and in SWFs produced using IEC 2, mg/100 g. red whortleberry

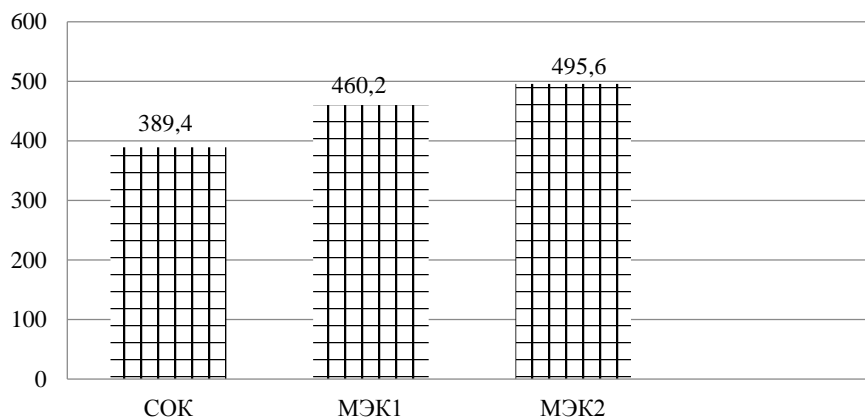


Рисунок 5. Содержание полифенольных соединений в брусничном соке без ФОЯ и СФБ, мг/100 г ягод брусники

Figure 5. Polyphenolic compounds content in thered whortleberry juice produced without FPB and in SWFs produced using IEC 2, mg/100 g. red whortleberry

Существенную фракцию фенольных соединений составляют флавоноиды. В последние годы существенно возрос интерес к этой группе органических соединений ввиду присущего им широкого спектра биологической активности. Как показали проведенные исследования, применение композиции ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока, позволяет увеличить выход в сок представителей флавоноидов: флавонов и флавонолов (в 5,4–5,9 раза), антоцианов (в 1,2–1,3 раза), катехинов (в 1,7 раза), проантоцианидинов (в 1,3–2,0 раза) (таблица 1). Их содержание в брусничном соке, полученном с применением МЭК-2 составляют $5,6 \pm 0,05$ мг/100 мл, $265 \pm 11,3$ мг/100 мл, $10,5 \pm 1,2$ мг/100 мл, $5,6 \pm 0,07$ мг / 100 мл соответственно (таблица 2).

На завершающем этапе исследовали влияние предварительной ферментативной обработки ягод брусники на минеральный состав брусничного сока.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о наличии богатого и разнообразного комплекса минеральных компонентов (таблица 4).

Таблица 4.
Минеральный состав брусничного сока и СФБ, полученного с применением МЭК-2 (мг/кг)

Table 4.
The mineral composition of the bрусничного juice produced without FPB and in SWFs produced using IEC 2, mg/kg

Наименование элемента Element Name	Сок, полученный без ФОЯ Juice without Foy	СФБ, полученный с применением МЭК-2 SWFs produced using IEC2
Серебро Silver	0,13	0,14
Алюминий Aluminium	63,23	93,1
Кальций Calcium	104,1	98,6
Цинк Zinc	1,32	1,61
Хром Cromium	0,08	0,18
Железо Iron	3,02	3,94
Калий Potassium	425,0	481,85
Литий Lithium	0,64	0,76
Магний Magnesium	45,55	60,55
Марганец Manganese	25,92	33,66
Натрий Sodium	32,45	16,44
Никель Nickel	0,16	0,28
Фосфор Phosphorus	170,2	209,1
Кремний Silicon	4,64	8,48

Анализ полученных результатов показывает, что проведение ферментативной обработки положительно сказывается на минеральном составе брусничного сока: отмечается увеличение содержания большинства исследуемых минеральных компонентов. По-видимому, локализуясь в ягодах в составе водорастворимых солей, минеральные вещества легко переходят в соковую фракцию за счет применения активного комплекса гидролаз, расщепляющих некрахмальные полисахариды клеточной стенки и разрушающих множественные ассоциативные связи, удерживающие минеральные вещества со структурными образованиями.

Лидирующие позиции среди минеральных веществ принадлежат калию (его содержание – 425 мг/кг в соке и 481,8 мг/кг в СФБ) (таблица 4). Известно, что соли калия положительно действуют на организм: ещё находясь в кишечнике, калий задерживает образование мочевой кислоты, избыток которой может привести к отложению солей и мочекаменной болезни; участвует в поддержании осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия в организме, необходим для нормальной деятельности мышц, в том числе сердца [7, 9].

Достаточно высокие показатели по содержанию фосфора и кальция.

Кальций и фосфор участвуют в построении костной ткани [9]. Кроме того, выявлена протекторная роль кальция в отношении радионуклидной и свинцовой интоксикации; фосфор помогает правильному росту клеток и нормальной работе почек, участвует в процессе усвоения витаминов и преобразования пищи в жизненную энергию [9]. Содержание этих жизненно важных элементов составляет 104,1 мг/кг и 170,2 мг/кг в брусничном соке и 98,6 мг/кг и 209,1 мг/кг в СФБ соответственно (таблица 4).

Из других макроэлементов следует отметить наличие магния и натрия.

Магний подобно калию является основным внутриклеточным катионом. Он необходим для предупреждения аритмии и быстрой утомляемости, поддерживает нормальную работу сердечно-сосудистой системы [9]. Содержание магния составляет 45,5 мг/кг в соке и 60,55 мг/кг в СФБ (таблица 4). Примечательно, что уровень содержания натрия в СФБ снижается (почти в два раза) и составляет 16,44 мг/кг против 32,45 мг/кг в соке (таблица 4).

Из обнаруженных микроэлементов следует упомянуть о марганце. Его содержание в СФБ по сравнению с соком увеличивается в 1,3 раза и составляет 33,66 мг/кг (таблица 4).

Марганец оказывает положительное влияние на функцию кроветворных органов, принимает участие в углеводном обмене (необходим для секреции инсулина – гормона поджелудочной железы), участвует в липидном обмене (препятствует отложению жира в печени) и синтезу холестерина, проявляет антиоксидантные способности [9].

Алюминий, который идентифицируется в составе минеральных веществ брусничного сока, играет важную роль в построении костной и соединительной ткани, формировании эпителия [9]. Установлено, что в результате ферментативной обработки ягод, содержание алюминия в соковой фракции возрастает в 1,5 раза и составляет 93,1 мг/кг (таблица 4).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Russell J., Cohn R. Брусника. М.: Изд-во «VSD», 2012. 64 с.
- 2 Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А. Мониторинг эффективности применения ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока // Вестник ВГУИТ. 2015. № 5. С. 165.
- 3 Гугучкина Т.И., Кушнерева Е.В. Сравнительная оценка режимов переработки мезги клюквы для производства вин с высокой биологической ценностью // Плодоводство и виноградарство юга России. 2011. № 8(2). С. 45–46.
- 4 Курбатова Е.И. Разработка биотехнологического процесса получения полуфабрикатов ликероводочных изделий на основе ферментативной обработки плодово-ягодного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2005. – 25 с.
- 5 Charanjit K., Kapoor Harish C. // J. Food of Sci. and Technol. 2001. V. 36. № 7. P. 703–725
- 6 Atanasova B.D., Simpson R.J., Mudway I.S., Li A.C.Y. et al. // Bulg. Chem. Commun. 2003. V. 35. № 3. P. 167–173.
- 7 Гончаров Н.Ф. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2014. Т. 26–1/2014. № 11(182)
- 8 Барановский А.Ю. Диетология: Руководство. 3-е изд. СПб: Питер, 2008. 1024 с.
- 9 Скурихина И.М., Тутельяна В.А. Химический состав пищевых продуктов. Справочник. М.: ДеЛиПринт, 2002. 236 с.
- 10 Курлович Т.В. Клюква, голубика, брусника: пособие для садоводов любителей. М.: Изд-во «Ниола-Пресс»; Издательский дом «Юнион-паблик», 2007. 200 с.
- 11 Карпова Е.А., Храмова Е.П., Фершалова Т.Д. Флавоноиды и аскорбиновая кислота у некоторых представителей рода *Begonia* L. // Химия растительного сырья. 2009. № 2. С. 105–110.

В гораздо меньших количествах в брусничном соке присутствуют кремний, железо, цинк, литий, серебро и хром (таблица 4).

Заключение

Установлено, что предварительная ферментативная обработка ягод брусники позволяет существенно (в 1,2–5,9 раза) повысить выход в соковую фракцию полезных для здоровья человека компонентов ягод, природных антиоксидантов, консервантов и натуральных красителей: полифенольных соединений, флавонов, флавонолов, катехинов, антоцианов, проантоцианидинов, витамина С, минеральных веществ, органических кислот, в том числе, бензойной, что повышает пищевую ценность сока и обуславливает его технологические свойства.

REFERENCES

- 1 Russell J., Cohn R. Brusnika [Red whortleberry] Moscow, VSD Publ., 2012, pp. 64. (in Russian).
- 2 Alekseenko E.V., Bystrova E.A. Monitoring of efficiency of application of fermental preparations for processing of berries of cowberry when receiving juice. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2015, no. 3, pp.177-181 (in Russian).
- 3 Guguchkina T.I., Kushnereva E.V. Comparative evaluation of the processing regimes of cranberry pulp for the production of wines with high biological value. *Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii* [Fruit growing and viticulture in the south of Russia] 2011, no. 8(2), pp. 45-46 (in Russian).
- 4 Kurbatova E.I. Razrabotka biotekhnologicheskogo protsessa polucheniya polufabrikatov [Development of the biotechnological process for obtaining semi-finished products of alcoholic beverages based on the enzymatic treatment of fruit and berry raw materials] Moscow, 2005, 25 p. (in Russian).
- 5 Charanjit K., Kapoor Harish C. J. Food of Sci. and Technol. 2001, vol. 36, no. 7, pp. 703–725.
- 6 Atanasova B.D., Simpson R.J., Mudway I.S., Li A.C.Y. et al. Bulg. Chem. Commun. 2003, vol. 35, no. 3, pp. 167–173.
- 7 Goncharov N.F. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta [Scientific bulletins of the Belgorod State University. Series: Medicine. Pharmacy] 2014, vol. 26-1/2014, no. 11 (in Russian).
- 8 Baranovskii A.Yu. Dietologiya [Dietology] Saint-Petersburg, Piter, 2008, 1024 p. (in Russian)
- 9 Skurichina I.M., Tuteljan V.A. Himicheskij sostav pishhevyh produktov. Spravochnik [Chemical composition of food. Directory] Moscow, Deli print, 2002, 236 p. (in Russian).
- 10 Kurelovich T.V. Kljukva, golubika, brusnika: posobie dljasadovodovljubitelej [Cranberry, blueberry, cowberry: a guide for gardeners lovers] Moscow, Niola-press Publ., 2007, 200 p. (in Russian).
- 11 Krepova E.A., Chramova E.P., Fershalova T.D. Flavonoids and ascorbic acid in some representatives of the genus *Begonia* L. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials] 2009, no. 2, pp. 105-110 (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елена В. Алексеенко д. т. н., доцент, кафедра «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза», Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское ш. 11, г. Москва, Россия, elealekseenk@rambler.ru

Екатерина А. Быстрова аспирант, кафедра «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза», Московский государственный университет пищевых производств, Волоколамское ш. 11, г. Москва, Россия, tixoxod@list.ru

Юлия М. Дикарева к. т. н., заведующая аналитическим отделом, ПАО Научный центр «Малотоннажная химия», ул. Краснобогатырская, 42, стр. 1, г. Москва, 107564, Россия, dikarevajulia@gmail.com

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елена В. Алексеенко предложила методику проведения эксперимента, несет ответственность за плагиат

Екатерина А. Быстрова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Юлия М. Дикарева консультация в ходе исследования исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 03.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 21.02.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Elena V. Alekseenko doctor of technical sciences, associate professor, department «Biotechnology and technology of bioorganic synthesis products», Moscow state university of food production, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, Russia, elealekseenk@rambler.ru

Ekaterina A. Bystrova graduate student, department «Biotechnology and technology of bioorganic synthesis products», Moscow state university of food production, Volokolamskoye highway, 11, Moscow, Russia, tixoxod@list.ru

Yulia M. Dikareva candidate of technical sciences, head of analytical department, R&D Centre «Fine Chemicals», Krasnobogatyrskaya st. 42/1, Moscow 107564, Russia, dikarevajulia@gmail.com

CONTRIBUTION

Elena V. Alekseenko proposed a scheme of the experiment, is responsible for plagiarism

Ekaterina A. Bystrova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yulia M. Dikareva consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.3.2017

ACCEPTED 2.21.2017