

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЕРЕРАБОТКИ ВЫЖИМОК ЯГОД БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Г.С. Волкова, Е.Н. Соколова, А.Ю. Шариков, Т.В. Юраскина, Е.М. Серба

ВНИИПБТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия

Введение

Среди перспективных видов дополнительного сырья для предприятий пищевой промышленности практический интерес представляют вторичные сырьевые ресурсы соковых производств, такие как выжимки ягод брусники обыкновенной, поэтому исследование их биотехнологического потенциала, химических и физических свойств с точки зрения современных подходов к питанию является актуальным. Перспективным направлением в создании функциональных продуктов остается применение густых и сухих экстрактов из ягодного сырья и выжимок, содержащих широкий спектр веществ различной биологической направленности. Так, для производства различных напитков разработаны технологии переработки выжимок ягод брусники с получением водных и водно-спиртовых экстрактов, в том числе концентрированных до 60 % сухих веществ. В других отраслях пищевой промышленности в настоящее время выжимки ягод мало используются, отсутствуют сведения о способах переработки выжимок в обогащающие добавки, содержащие комплекс из пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. Поэтому необходимо дальнейшее проведение научных исследований по комплексной переработке выжимок ягод в пищевые ингредиенты с высоким содержанием биологически активных веществ и создание на их основе новых рецептур и технологий комбинированных продуктов питания с определенным составом и свойствами [1, 2].

Цель – изучение химического состава выжимок ягод брусники и процесса ферментативной обработки ягод на этапе получения выжимки с целью получения комплекса биологически активных веществ.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись ягоды и выжимки брусники обыкновенной.

При проведении ферментативного гидролиза использовали следующие ферментные препараты: полигалактуроназа (продуцент – *Zygofabospora marxiana*, активность ПгС 900 ед./г, пр-во Россия), пектинэстераза (продуцент – *Asp. niger*, активность ПэС 57 ед./г, «Novozymes», Дания), целлюлоза (продуцент *Trichoderma viride*, активность ЦС 2000 ед./г, ООО «Промфермент», Россия); протеаза (продуцент *Asp. oryzae*, активность ПС 600 ед./г, ВНИИПБТ, Россия). Ферментативные активности пектолитических ферментов определяли согласно [3]. Активность целлюлазы (ЦС) определяли методом Шомоди-Нельсона. Протеолитическую активность ферментов (ПС) определяли согласно [4]. Полигалактуроназную активность (ПгС) и пектинэстеразную активность (ПэС) определяли согласно [3]. В сырье содержание редуцирующих сахаров определяли по методу Шомоди-Нельсона, растворимых сухих веществ – рефрактометрическим методом, общее содержание фенольных веществ – спектрофотометрическим методом при участии реактива FolinCiocalteu с коэффициентом поглощения 725 нм [5]. Определение витамина С проводили титриметрическим методом [6].

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием системы статистического анализа R (R Development Core Team, 2008) и *t*-критерия Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$ [18].

Результаты

Выжимки ягод брусники – слегка влажная масса с содержанием сухих веществ 86–87 %, от красного до бурого цвета, с явно выраженным запахом и вкусом брусники, получают в результате отжима ягод брусники на пакетном или ленточном прессе.

Проведены исследования химического состава и показателей безопасности выжимок ягод брусники обыкновенной с целью расширения сырьевой базы для предприятий пищевой промышленности. Объем выжимки составляет 35–40 % веса ягоды в зависимости от сорта и зоны произрастания. Содержание пектиновых веществ в выжимках брусники составляет 2,0–2,2 % от а.с.в., содержание клетчатки 56–58 % от общего содержания сухих веществ. Клетчатка является углеводом клеточных стенок и входит в состав оболочек ягод и при получении сока практически вся остается в выжимках. Содержание витамина С в выжимках брусники находится в пределах 4,5–6,5 мг/100 г., содержание сахаров 7,6–8,1 %, преимущественно фруктоза, глюкоза и сахароза, причем большую часть составляют редуцирующие сахара.

Биологически активные вещества в ягоде брусники распределяются неравномерно и преимущественно накапливаются в кожице, поэтому продукты, произведенные без использования кожицы обеднены биологически активными веществами. В сок практически не переходит Р-каротин, тритерпеновые кислоты и т. д. Они остаются в выжимках и могут быть доступны только в продуктах с использованием мякоти или при дополнительной технологической переработке оставшегося после получения сока жома. Обработка водой выжимок ягод брусники обыкновенной, оставшихся после отделения сока на прессе, позволяет получить экстракт, который по физико-химическим показателям соответствует сокам, разбавленным вдвое. Он превосходит натуральный сок по количеству полифенолов в 1,53 раза, пектинов в 1,2–1,9 раза. Исследование функциональных свойств выжимок ягод брусники позволяет определить их направленное применение в производстве продуктов питания. В выжимках брусники обнаружено до 65–68 % антоцианов, 52–55 % катехинов от общего содержания в ягодах, что подтверждается литературными источниками [7]. Из органических кислот (общее содержание 2,5–3 %) преобладают лимонная, яблочная, бензойная и в незначительных количествах винная и салициловая кислоты. Из них наибольший интерес представляет бензойная кислота, обладающая антисептическими свойствами. Содержание титруемых кислот в выжимках брусники варьируется 3,3–3,7 %, в основном за счет лимонной и яблочной кислот, содержание бензойной кислоты 0,24–0,26 %. Выжимки брусники богаты калием 72–77 мг/100 г., также содержится натрий, кальций, магний. Содержание белка в выжимках незначительно и в зависимости от зон произрастания отличается несущественно. Исследованы показатели безопасности выжимок ягод брусники – содержание ртути, кадмия, мышьяка, свинца, а также микробиологические показатели, которые не превышают допустимых уровней. Выжимки ягод брусники обладают значительной антиокислительной, сорбционной способностью, бактериостатическим эффектом и оказывают нормализующее действие на микрофлору кишечника человека. По литературным данным известно, что 1 кг свежих выжимок ягод брусники способен связывать 1344 мг/г ионов свинца. Высушенные и измельченные выжимки ягод связывают несколько больше количество ионов свинца – до 1405 мг/г. [8].

Практический интерес представляет более высокий по сравнению с ягодами брусники уровень содержания пектинов в выжимках, поскольку они накапливаются в клеточных оболочках. Пектины представляют собой фрагменты протопектина, образующиеся при его распаде и обладающие при определенных условиях способностью образовывать студни. В зависимости от степени полимеризации и количества метоксильных групп пектины различаются по желеобразующей способности. Желеобразующая способность пектина тем выше, чем больше его средний молекулярный вес. На основе выжимок ягод брусники могут быть разработаны рецептуры и технологии получения новых железированных пищевых продуктов повышенной биологической ценности. В проведенных экспериментах установлено, что использование ферментных систем с подобранным биокаталитическим комплексом позволяет регулировать процессы деструкции высокомолекулярных полимеров ягодного сырья для направленного выделения биологически активных веществ с целью использования получаемых ингредиентов при моделировании состава продуктов по мажорным компонентам, а следовательно, и по функциональным свойствам [9]. На предварительном этапе исследований проведен подбор ферментного комплекса для биоконверсии ягод брусники на стадии отжима сока и получения выжимки. Исходя из химического состава ягод брусники, будут использованы ферменты пектолитического и целлюлазного действия. Известно, что ферменты полигалактуроназа и пектинэстераза могут проявлять синергизм действия, исследована возможность повышения эффективности биокатализа пектиновых веществ ягод брусники путем их совместного применения. Подобран в качестве оптимального комплекс ферментов 20 ед. ПгС/г + 50 ед. ПэС/г + 350 ед. ЦС/г + 9,5 ед. ПС/г., длительность гидролиза 2 часа при 35⁰С. Установлено, что в брусничном соке, полученном с применением комплекса ферментов, увеличение содержания титруемых кислот в 1,1–1,15 раза, содержание редуцирующих сахаров (в пересчете на глюкозу) в 1,2–1,55 раза, каротиноидов (в пересчете на Р-каротин) в 2,3–2,7 раза по сравнению с соком, полученным без применения ферментных препаратов. Результаты изучения влияния ферментативной обработки на химический состав и выход сока приведен на рис. 1.

Таким образом, комплекс ферментов пектолитического, целлюлазного и протеолитического действия способствует повышению выхода фенольных веществ, каротина и витамина С, при этом содержание фенольных веществ в соке увеличивается с 5709 до 6678 мг/дм³, т. е. на 17 %.

На основании полученных экспериментальных данных установлено, что обработка ягод брусники комплексом ферментов, пектолитического и целлюлазного действия для отжима сока и получения выжимки позволяет воздействовать на некрахмальные полисахариды клеточных стенок брусники и пектиновые вещества сырья [9].

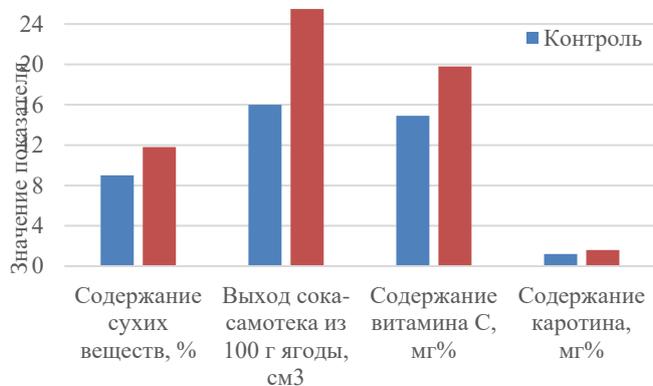


Рис. 1 Влияние ферментативного комплекса на выход сока из ягод брусники, содержание сухих веществ и содержание витамина С и каротина

быстрого приготовления с использованием выжимок брусники будет произведен подбор комплекса ферментов, содержащих целлюлазы, для получения ферментолизата выжимок, обогащенного биологически активными веществами, в том числе антиоксидантами и витамином С, а также разработан способ получения препарата, содержащего пищевые волокна.

Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что выжимки ягод брусники являются источником пищевых волокон, органических кислот, минеральных веществ и витамина С, что позволяет использовать их в качестве добавки при производстве обогащенных пищевых продуктов быстрого приготовления. Выжимки могут использоваться в виде порошков и паст, а также могут быть подвергнуты дальнейшей переработке для извлечения биологически активных веществ.

Полученные результаты исследования затрагивают малоизученные вопросы возможности ферментативной модификации выжимок ягодного сырья для создания новых пищевых ингредиентов, обогащенных биологически активными веществами. Результатом разработки является увеличение спектра возможных рецептурных компонентов для изготовления пищевой продукции быстрого приготовления с повышенным содержанием биологически активных веществ ягодного сырья.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-16-00100

Литература

1. Цапалова, И.Э. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета. 2000. 351 с.
2. O'Shea N. et al. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2012. No 16. P. 1–10.
3. ГОСТ Р 55298–2012 Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения пектолитической активности.
4. ГОСТ Р 53974–2010 Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения протеолитической активности.
5. Singleton, V.L., Rossi, J.A. Colorimetry of total phenols with phosphomolybdic-phosphotungstic reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 1965. № 16. P. 144–158.
6. Сергеева Т.Н. Практикум по биохимии.: Учебное пособие. Калининград.: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ» – 2008. – С. 211.
7. Кольман О.Я., Иванова Г.В. Способы консервирования вторичного сырья дикорастущих ягод брусники и клюквы. *Вестник КрасГАУ*, 2013. № 5. С. 218–223.
8. Изосимова И.В. и др.. Исследование химического состава выжимок ягод брусники и клюквы от условий хранения. *Материалы региональной научно-практической конференции*, г. Красноярск, 2004. С. 175–177.
9. Серба Е.М., Волкова Г.С., Соколова Е.Н., Фурсова Н.А., Юраскина Т.В. и др. Плоды брусники – перспективный источник биологически активных веществ. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2018. № 4.С. 48–58.