

УДК 631.577.002.3

ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОВОЩНОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

Р.А. Дроздов, М.А. Кожухова, В.С. Коробицын, Т.А. Дроздова

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Актуальной задачей является глубокая и рациональная переработка сельскохозяйственного сырья с получением пищевых продуктов и ингредиентов для общего и функционального питания.

Увеличение объемов производства овощных соков является одной из тенденций развития отрасли, которая сохранится по прогнозам и в ближайшем будущем. В связи с этим актуальность приобретает рациональная и глубокая переработка сырья, используемые для производства соковой продукции [1]. Одним из эффективных способов ее решения является использование биотехнологических методов.

При выборе способов, позволяющих существенно повысить глубину переработки сырья, необходимо стремиться к максимальному сохранению и эффективному использованию его биопотенциала. Существенно увеличить выход сока и содержание в нем биологически активных веществ позволяет ферментативная обработка. Наибольший эффект она дает в сочетании с декантерной технологией, которая находит все большее распространение во всех областях пищевой промышленности где необходимо разделения фаз. Преимущества получения соков на декантерах: высокая эффективность, непрерывность процесса, минимальные размеры установки при высокой производительности, получение продуктов высокого качества [2].

Универсальным ферментным препаратом (ФП), который применяется для обработки как фруктов, так и овощей служит «Pectinex Ultra SP-L» компании Novozymes (Дания). Он содержит пектиназы и гемицеллюлазы и оказывает мацерирующее действие на растительную ткань [3, 4]. В результате увеличивается выход сока, который обогащается экстрактивными и биологически активными веществами, в том числе пектоолигосахаридами, обладающими пребиотической активностью.

В работах Огневой и Донченко показано, что использование продуктов ферментации фруктов и овощей препаратом «Pectinex Ultra SP-L» в составе молочно-растительных питательных сред способствует более быстрому росту и размножению пробиотических культур и ускорению кислотообразования в процессе ферментации [5, 6]. Таким образом, обработка мякоти ФП «Pectinex Ultra SP-L» не только увеличивает выход сока, повышая содержание в нем тонкоизмельченной мякоти, но и обогащает конечный продукт факторами роста лакто- и бифидобактерий.

Обработка фруктового и овощного сырья ферментами позволяет сократить количество отходов, но не решает проблему глубокой переработки полностью. Более того, ферментативная модификация компонентов сырья, в частности деструкция пектиновых веществ, ставит задачу изучения химического состава, физико-химических свойств выжимок с целью определения экономически и технологически рациональных способов их дальнейшего использования.

Ценным и довольно распространенным растительным сырьем для производства соковой продукции служат тыква и морковь. Они обладают высоким содержанием каротина, богаты минеральными веществами, включая кальций, калий, магний, медь, цинк, фосфор, железо, широким спектром моно-, олиго- и полисахаридов. Благодаря содержанию физиологически активных компонентов морковный и тыквенный соки находят широкое применение в профилактическом, диетическом и лечебном питании [7, 8].

Цель работы – обосновать технологию комплексной и глубокой переработки тыквы и моркови с использованием биотехнологических методов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований служили морковь сорта «Нантская» и тыква сорта «Витаминная», которые подготавливали следующим образом: мыли, очищали от несъедобных частей, измельчали, бланшировали острым паром в течение 5 минут для инактивации собственных ферментов, охлаждали и проводили ферментативную обработку препаратом «Pectinex Ultra SP-L» при различных условиях, затем отделяли сок на лабораторной центробежной соковыжималке «Bosch MES3500». В соке определяли массовую долю сухих веществ по рефрактометру, в выжимках – на анализаторе влажности «Эвлас-2М».

На первом этапе определяли влияние условий ферментативной обработки овощного сырья ФП «Pectinex Ultra SP-L» на выход сока (с мякотью) и содержание в нем сухих веществ (по рефрактометру). Для этого был спланирован и реализован полнофакторный эксперимент: независимые переменные – температура и pH среды, функция отклика – выход сока. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

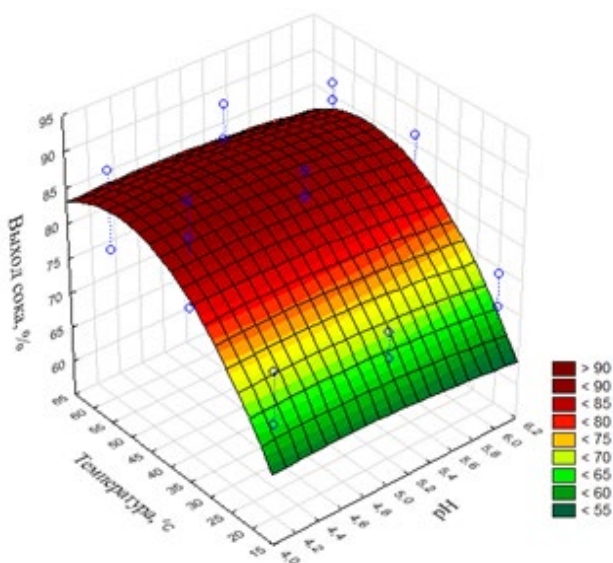


Рисунок 1 – График зависимости выхода морковного сока от pH среды и температуры ферментации

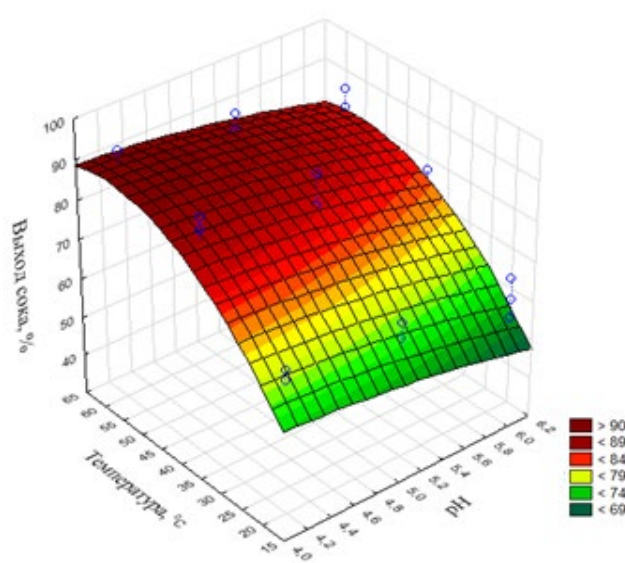


Рисунок 2 – График зависимости выхода тыквенного сока от pH среды и температуры ферментации

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из полученных графических зависимостей видно, что температурный оптимум ферментации оптимум четко выражен и составляет: для моркови – $t = 50 \pm 2^\circ\text{C}$, для тыквы – $t = 55 \pm 5^\circ\text{C}$. Выход сока в зависимости от pH увеличивается при смещении данного показателя в кислую сторону, однако это увеличение составляет не более 5–8 %. Это дает возможность выбирать в исследованном диапазоне pH такое значение, которое будет наиболее приемлемым с точки зрения дальнейшего применения как основного продукта, так и образующихся выжимок.

Для определения продолжительности ферментации изучали динамику выхода сока и содержания в нем сухих веществ. При этом температуру поддерживали на оптимальном уровне для каждого вида сырья, а величина pH составляла $4,9 \pm 0,2$.

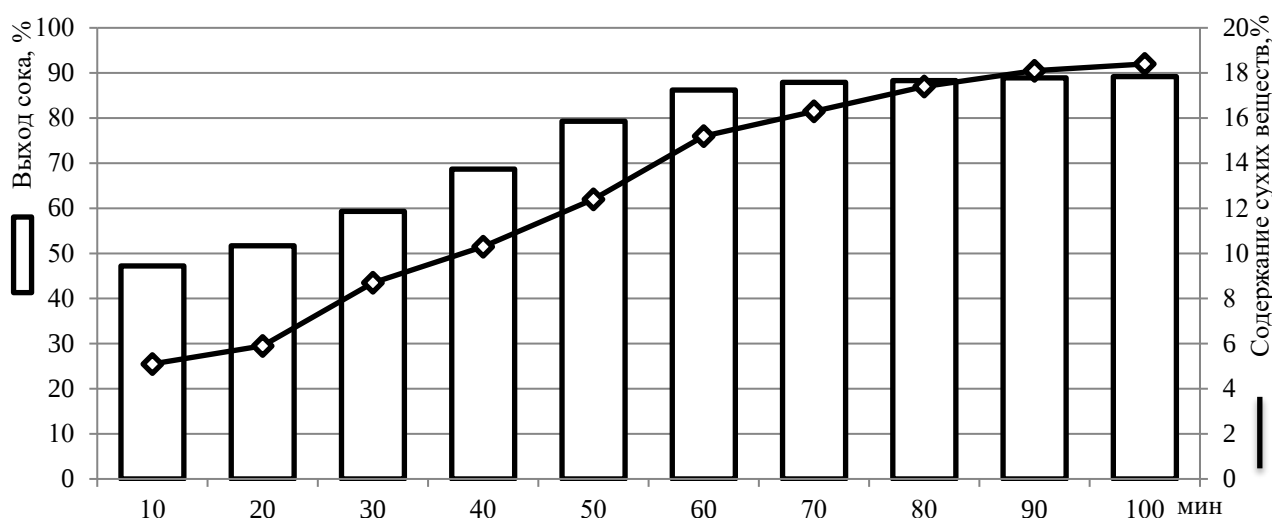


Рисунок 3 – Выход сока (с мякотью) и массовая доля растворимых сухих веществ в нем в зависимости от продолжительности ферментативной обработки моркови

Как видно, выход сока заметно увеличивается в течение первого часа обработки, затем изменяется незначительно. Повышение выхода сока сопровождается увеличением в нем массовой доли сухих веществ, что можно объяснить как улучшением экстрагируемости компонентов растительных клеток в результате их частичной деструкции, так и накоплением растворимых продуктов ферментативного гидролиза. Так, в работе [9] показано, что результате действия «Pectinex Ultra SP-L» в среде накапливаются моно- и олиго – галактурониды с различной степенью полимеризации, и с течением времени доля галактуроновой кислоты увеличивается, а олигомерных форм уменьшается.

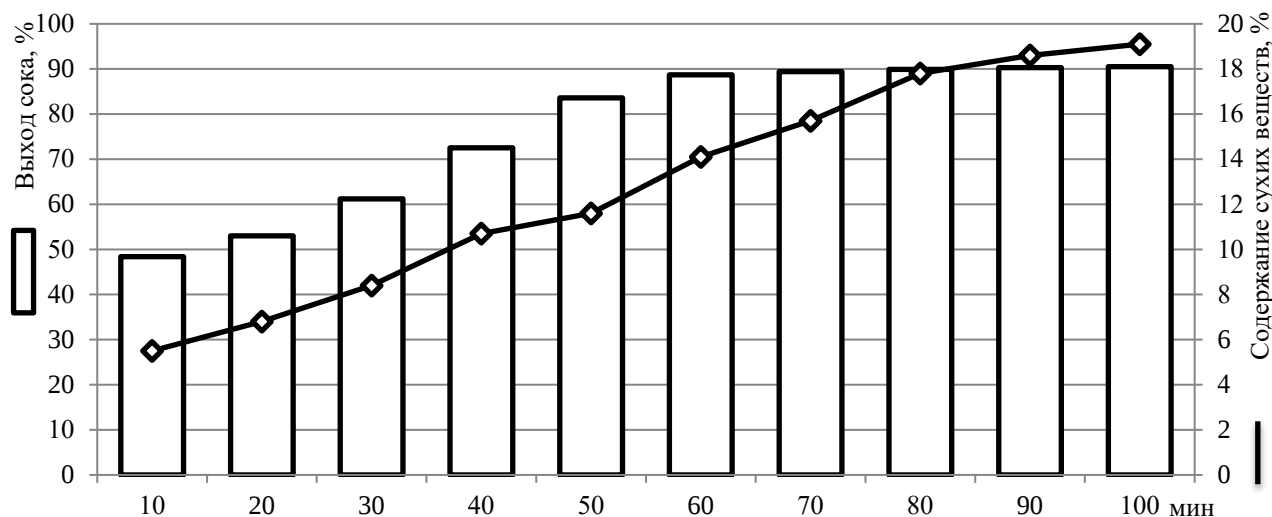


Рисунок 4 – Выход сока (с мякотью) и массовая доля растворимых сухих веществ в нем в зависимости от продолжительности ферментативной обработки тыквы

На основании анализа полученных результатов пришли к выводу, что рациональной продолжительностью процесса ферментативной обработки моркови является 70 минут, тыквы – 60 минут. Дальнейшее увеличение времени не влечет за собой существенного повышения выхода сока, однако увеличит технологический цикл, что приведет к удорожанию готового продукта.

После обработки сырья при установленных оптимальных условиях выход сока увеличился на 23 %, в сравнении с получением сока без предварительной ферментации, а количество отходов соответственно сократилось.

Для определения сферы дальнейшего использования отходов (выжимок), полученных после отделения сока, исследован их химический состав. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав выжимок

Наименование показателя	Морковь	Тыква
Массовая доля сухих веществ, %	23,6	24,3
Растворимые сахара, %	7,3	8,9
Пищевые волокна, %	15,7	16,3
Витамин С, мг / 100г	1,74	2,18
β-каротин, мг / 100 г.	12,52	13,97
Полифенолы, мг / 100 г.	143,0	130,7
Азотистые соединения, мг азота / 100 г.	288	234

Как видно, выжимки, полученные после отделения сока из ферментированной мезги моркови и тыквы, характеризуются высоким содержанием сухих веществ, растворимых сахаров, каротина, включают другие биологически активные вещества, а также азотистые соединения. Более половины сухих веществ составляют пищевые волокна, главным образом нерастворимые. Это дает основание рекомендовать их использовать в качестве источников пищевых волокон и других функциональных ингредиентов для обогащения кисломолочных и мясных продуктов, хлебобулочных и кондитерских изделий [10, 11].

В результате проведенных исследований установлены оптимальные условия ферментативной обработки моркови и тыквы, обеспечивающие повышение выхода сока до 85 % и увеличение содержания в нем сухих веществ. Изучен химический состав образующихся после отделения сока выжимок, что позволило характеризовать их как ценный источник комплекса функциональных ингредиентов, главным образом пищевых волокон, и рекомендовать для дальнейшего использования в различных пищевых отраслях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fruit and Vegetable Juice Market Size Analysis Report By Product (Fruit Juices, Fruit & Vegetable Blends, Vegetable Juices), By Region And Segment Forecasts, 2018–2025 // Grand View Research. – 2018. P.77
2. Мандреа А.Г. Сепараторы, декантеры и процессные линии для биотехнологии // Пищевая промышленность. Изд.: ООО «Пищевая промышленность». – 2007. – № 7. – С. 52–53
3. Zhou P. Application of Pectinex Smash XXL and Pectinex Ultra SP-L in Carrot Juice Processing // Science and Technology of Food Industry. – 2003. – № 9. – P. 62–63
4. SchSfer T. Enzymes for Technical Applications / T. SchSfer, O. Kirk, T.V. Borchert, C.C. Fuglsang, S. Pedersen, S. Salmon, H.S. Olsen, R. Deinhammer, H. Lund // Biopolymers. – 2002. – Chapter 13. – P. 377–437
5. Огнева О.А., Донченко Л.В. Пектиносодержащие напитки с пробиотическими свойствами // Научный журнал КубГАУ. Изд.: КубГАУ, г. Краснодар. – 2015. – № 107. – P. 1–9
6. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов // Изд.: «ДеЛи» г. Москва. – 2000. – 255 с.
7. Habib Md. R. Processing of mixed vegetable juice from tomato, cucumber and pumpkin / Md. R. Habib, Ab. Iqbal // Food Science and Technology. – 2014. – № 26. – P. 83–91
8. Shafiya R. Development of probiotic carrot juice / R. Shafiya, Sh. Vasudha, N. Ambreena, R. Rafia, et al. // Journal of Nutrition & Food Sciences. -2016. – P.2–5.
9. Agnan M. Enzymatic production of pectic oligosaccharides from polygalacturonic acid with commercial pectinase preparations / M. Agnan, M. Combo, M. Aguedo, D. Goffin, B. Wathélet, M. Paquot // Food and bioproducts processing. – 2012. – № 90. – P.588–596
10. Agnieszka Nawirska, Cecylia Uklanska. Waste products from fruit and vegetable processing as potential sources for food enrichment in dietary fibre // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. – 2008. – № 7. – P.35–42
11. Дроздов Р.А. Оптимизация рецептуры ферментированного молочного продукта с функциональными свойствами / Р.А. Дроздов, Т.В. Бархатова, М.А. Кожухова, Л.А. Рыльская, И.А. Хрипко, Т.А. Дроздова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. Изд.: Кубанский государственный технологический университет. г. Краснодар. – 2017 г. – № 4. – С. 42–48.