

УДК 664.8:663.8

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ТОНИЗИРУЮЩЕГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ ОБЛЕПИХИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Рожнов Е.Д.

*Доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии и инженеринга
Уральский государственный экономический университет,
Россия, г. Екатеринбург*

Забирова Г.А.

*Преподаватель кафедры биотехнологии
Бийский технологический институт (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова,
Россия, г. Бийск*

Аннотация

В статье представлены результаты разработки технологии тонизирующего безалкогольного напитка на основе сока облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides*) и водных экстрактов растительного сырья с адаптогенными свойствами (левзея сафлоровидная, володушка золотистая, копеечник чайный). В целях интенсификации технологических процессов исследовано применение ферментных препаратов. Установлено, что использование ксиланазы Shearzyme (0,03%) для экстракции растительного сырья при температуре $50\pm5^{\circ}\text{C}$ в течение 120 минут позволяет увеличить выход полифенольных соединений в среднем в 1,28 раза по сравнению с контрольными образцами. Для интенсификации сокоотдачи из плодов облепихи оптимальной признана обработка мезги ферментным препаратом кислая пектинлиаза в дозировке 3,0 ед/г в течение 3 часов при 50°C , что обеспечивает увеличение выхода сока на 26%. Разработана рецептура и технологическая схема производства готового продукта. Готовый напиток характеризуется удовлетворительными органолептическими показателями и повышенным содержанием биологически активных веществ.

Ключевые слова: облепиха, растительные адаптогены, ферментные препараты, экстракция, сокоотдача, тонизирующий напиток, полифенолы, технология.

**INTENSIFICATION OF SEA BUCKTHORN-BASED TONIC BEVERAGE
PRODUCTION TECHNOLOGY USING ENZYME PREPARATIONS**

Rozhnov E.D.

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Biotechnology and
Engineering,
Ural State University of Economics,*

Yekaterinburg, Russia

Zabirova G.A.

Lecturer, Department of Biotechnology,

Biysk Technological Institute (Branch) of Altai State Technical University,

Biysk, Russia

Abstract

The article presents the results of developing a technology for a non-alcoholic tonic beverage based on sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) juice and aqueous extracts of plant raw materials with adaptogenic properties (*Rhaponticum carthamoides*, *Bupleurum aureum*, *Hedysarum theinum*). To intensify the technological processes, the use of enzyme preparations was investigated. It was established that applying the xylanase Shearzyme (0.03%) for the extraction of plant materials at $50\pm5^{\circ}\text{C}$ for 120 minutes increases the yield of polyphenolic compounds by an average of 1.28 times compared to control samples. For intensifying juice yield from sea buckthorn fruits, treatment of the pulp with the enzyme preparation acidic pectin lyase at a dosage of 3.0 units/g for 3 hours at 50°C was found optimal, resulting in a 26% increase in juice yield. The formulation and a technological scheme for the finished product were developed. The final beverage is characterized by satisfactory organoleptic properties and an increased content of biologically active substances.

Keywords: sea buckthorn, plant adaptogens, enzyme preparations, extraction, juice yield, tonic beverage, polyphenols, technology.

Введение. Рынок безалкогольных напитков в последние годы демонстрирует устойчивый тренд в сторону продуктов функционального назначения, обогащенных биологически активными веществами (БАВ) [1, 2]. Особый интерес представляют тонизирующие напитки, не содержащие кофеин, но обладающие способностью повышать сопротивляемость организма к физическим и психоэмоциональным нагрузкам [3]. Перспективным сырьем для создания таких продуктов являются плоды облепихи, отличающиеся высоким содержанием витаминов, органических кислот и полифенолов [4], а также лекарственные растения-адаптогены, такие как левзея сафлоровидная

(*Rhapónticum carthamoídes*), володушка золотистая (*Bupleúrum auréum*) и копеечник забытый (*Hedýsarum theinum*) [5, 6].

Одной из основных проблем переработки растительного сырья является низкий выход целевых БАВ при традиционной водной экстракции и высокое содержание пектинов в плодовой мезге, что снижает эффективность сокоотделения [7]. Решением данной проблемы является применение ферментных препаратов (ФП), целенаправленно разрушающих клеточные стенки растительного сырья [8]. Однако режимы ферментативной обработки для комплексных композиций на основе облепихи и адаптогенных трав изучены недостаточно.

Цель работы – разработка и обоснование технологии тонизирующего напитка на основе облепихи с интенсификацией процессов экстракции и сокоотдачи с помощью ферментных препаратов.

Материалы и методы. Объектами исследования выступали плоды облепихи сорта «Чуйская», высушенное и измельченное растительное сырье (трава левзеи сафлоровидной, трава володушки золотистой, трава копеечника забытого). Использовали ферментные препараты: Shearzyme 500 L (Novozymes, Дания) – ксиланаза; пектинлиаза Pectinex Ultra (серия образцов А) и кислая грибная пектинлиаза LALLZYME C-MAX (серия образцов Б).

Измельченное растительное сырье (в соответствии с рецептурной композицией) заливали водой очищенной в соотношении 1:15 и проводили экстракцию на водяной бане при $50\pm5^{\circ}\text{C}$ в течение 120 минут с добавлением ФП Shearzyme в различных концентрациях (0,01%, 0,03%, 0,05%). Контролем служил образец без внесения ФП. Содержание полифенолов определяли спектрофотометрическим методом с реагентом Фолина-Чокальтеу [9].

Мезгу плодов облепихи обрабатывали ФП пектинлиаза и кислая пектинлиаза в дозировках от 1,0 до 10,0 ед/г. Ферментолиз проводили в

термостате при 50°C в течение 1–5 часов при постоянном перемешивании. Выход сока определяли объемным методом после прессования. Массовую долю титруемых кислот определяли потенциометрическим титрованием, содержание витамина С – титриметрическим методом, содержание сахаров и яблочной кислоты – с помощью рефлектометра RQflex plus 10.

Результаты и их обсуждение.

1. Интенсификация экстракции БАВ из растительного сырья.

Результаты исследования влияния ФП Shearzyme на экстракцию полифенолов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние концентрации ФП Shearzyme и времени экстракции на содержание полифенолов (мг/л)

Сырье	Контроль (120 мин)	Shearzyme 0,01%	Shearzyme 0,03%	Shearzyme 0,05%
Левзея	337,5	436,9	472,2	424,0
Володушка	342,0	396,6	390,6	452,5*
Копеечник	536,3	546,8	560,6	559,9

Примечание: * – максимальное значение для володушки достигнуто при 90 мин экстракции.

Как показали исследования, максимальная эффективность экстракции полифенолов для большинства видов сырья достигалась при использовании ФП Shearzyme в концентрации 0,03% и продолжительности процесса 120 минут. Для левзеи сафлоровидной это позволило увеличить выход полифенолов на 40%, для копеечника чайного – на 4,5%. Для володушки золотистой оптимальной оказалась концентрация 0,05% и время 90 минут, что увеличило выход на 32%. Полученные данные согласуются с литературными сведениями о способности ксиланаз разрушать гемицеллюлозные структуры клеточных стенок, облегчая диффузию БАВ [10].

2. Интенсификация процесса сокоотдачи из плодов облепихи

Наибольшая эффективность при получении сока из облепихи была достигнута при использовании ФП кислая пектинлиаза (таблица 2).

Таблица 2 – Выход сока при различной концентрации фермента и разной продолжительности, %

Опыт	Длительность ферментолиза мезги				
	1 час	2 часа	3 часа	4 часа	5 часов
Б1 (1 ед/г)	36	34	38	34	29
Б2 (3 ед/г)	41	42	44	43	42
Б3 (5 ед/г)	35	40	43	41	34
Б4 (10 ед/г)	30	36	34	27	22
К (контроль)	21	18	18	22	16

Обработка мезги ФП в дозировке 3,0 ед/г в течение 3 часов при 50°C позволила увеличить выход сока до 44%, что на 26% выше, чем в контрольном образце (18%). Дальнейшее увеличение дозировки и времени ферментолиза не приводило к росту выхода сока, а в некоторых случаях вызывало его снижение, что, вероятно, связано с ингибированием фермента или вторичными процессами.

Применение ферментных препаратов также повлияло на сохранность витамина С. В оптимальном режиме (3,0 ед/г, 3 часа) его содержание в соке составило 126 мг/л, что несколько выше, чем в контроле (120 мг/л), что может быть связано с сокращением общего времени термического воздействия на сырье благодаря интенсификации процесса.

3. Разработка рецептуры и характеристика готового продукта. На основании проведенных исследований была разработана рецептура тонизирующего напитка (таблица 3) и технологическая схема его производства, включающая стадии ферментативной экстракции растительного сырья, ферментолиза облепиховой мезги, купажирования, фильтрации и розлива.

Органолептические характеристики готового напитка соответствовали требованиям к безалкогольным тонизирующими напиткам: прозрачная жидкость без осадка, светло-оранжевого цвета с коричневым оттенком, вкус и аромат гармоничные, кисло-сладкие, с тонами облепихи и растительного сырья. Физико-

химические показатели: массовая доля сухих веществ – 12,3%, содержание витамина С – 12,7 мг/100 г, полифенолов – 342,4 мг/л.

Таблица 3 – Нормы расхода сырья на 1000 дм³ готового напитка

Компонент	Количество
Настой левзеи сафлоровидной	2,5 кг
Настой володушки золотистой	2,5 кг
Настой копеечника чайного	1,8 кг
Сок облепихи прямого отжима	25 л
Сахар-песок	10 кг
Вода подготовленная	до 1000 л

Выводы

1. Научно обоснованы параметры ферментативной обработки для интенсификации процессов экстракции и сокоотдачи при производстве тонизирующего напитка. Рекомендовано использование ФП Shearzyme (0,03%) для экстракции растительной композиции и ФП кислая пектинлиаза (3,0 ед/г) для обработки мезги облепихи.

2. Установлено, что ферментативная обработка позволяет увеличить выход полифенолов из растительного сырья в среднем в 1,28 раза, а выход сока из облепихи – на 26% по сравнению с традиционной технологией.

3. Разработана рецептура и технологическая схема производства нового тонизирующего безалкогольного напитка, обладающего высокими потребительскими свойствами и повышенным содержанием биологически активных веществ.

Библиографический список

1. Prosekov A.Yu., Ivanova S.A. Food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world // Foods and Raw Materials. 2016. Vol. 4, № 2. P. 201-211. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-2-201-211. EDN: XKQBNV.

2. Бабий Н.В. Тонизирующие напитки с функциональными свойствами / Н. В. Бабий, Е. Н. Соловьева, В. А. Помозова, Т. Ф. Киселева // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 3(30). С. 101-105. EDN: RBDITL.
3. Котова Т.В. Научно-практические аспекты разработки и оценки качества напитков безалкогольных тонизирующих на растительном сырье. - Кемерово, 2017. 414 с. EDN: FHDHTG.
4. Рожнов Е.Д. Антиоксидантный потенциал плодов облепихи крушиновидной и продуктов ее переработки // Индустрия питания. 2021. Т. 6, № 1. С. 23-30. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-1-3. EDN: BICCLZ.
5. Тимофеев Н.П. Достижения и проблемы в изучении биологии лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* и *Serratula coronata* // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 3. С. 3-17. EDN: IAEQDN.
6. Зыкова И.Д., [и др.]. Изучение компонентного состава эфирного масла и минерального состава володушки золотистой Сибирского региона // Химия растительного сырья. 2013. № 1. С. 119-124. EDN: RCYKCT.
7. Панкина И.А., Белокурова Е.С. Интенсификация технологии получения сока из плодово-ягодного сырья с высоким содержанием пектина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Процессы и аппараты пищевых производств. 2017. № 1. С. 36-41. DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-1-36-41. EDN: YSCBEB.
8. Singh A., Kumar S., Sharma H.K. Effect of enzymatic hydrolysis on the juice yield from bael fruit (*Aegle marmelos* Correa) pulp // American Journal of Food Technology. 2012. Vol. 7, No. 2. P. 62-72.
9. ГОСТ Р 52844-2007. Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия.
10. Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепараторов. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 560 с. ISBN 978-5-9704-0878-0. EDN: QLTHSX.