

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет пищевых
и химических технологий»

Объект авторского права

УДК 620.2:663.88

**КРУКОВИЧ
ОЛЬГА ВАСИЛЬЕВНА**

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ НАПИТКОВ С АНТИОКСИДАНТНЫМ
ЭФФЕКТОМ ИЗ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых
продуктов, продуктов функционального и специализированного назначения и
общественного питания

Могилев 2024

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

Научный руководитель: **Масанский Сергей Леонидович**,
кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры товароведения и
организации торговли учреждения
образования «Белорусский государственный
университет пищевых и химических
технологий»

Официальные оппоненты: **Цед Елена Алексеевна**,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии пищевых
производств учреждения образования
«Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий»

Рябова Кристина Святославовна,
кандидат технических наук, начальник
Республиканского контрольно-испытательного
комплекса по качеству и безопасности
продуктов питания республиканского
унитарного предприятия «Научно-
практический центр Национальной академии
наук Беларуси по продовольствию»

Оппонирующая организация: **Учреждение образования «Белорусский
торгово-экономический университет
потребительской кооперации»**

Защита состоится «06» декабря 2024 г. в 12.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.17.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» по адресу: 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3, e-mail: mail@bgut.by, тел.: +375 (0222) 63-35-41.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

Автореферат разослан «28» октября 2024 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций Д 02.17.01,
кандидат технических наук, доцент



Т. Д. Самуйленко

ВВЕДЕНИЕ

Выраженной тенденцией на отечественном потребительском рынке является рост спроса на продукты здорового питания. Развитие ассортимента и наполнение рынка такими продуктами отвечает целям национальной продовольственной безопасности Беларуси. Концепцией государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2030 года предусматривается увеличение объемов производства функциональных, лечебно-профилактических, диетических продуктов, предназначенных для профилактики заболеваний и укрепления защитных функций организма.

В настоящее время на белорусском потребительском рынке доля продуктов функционального назначения составляет менее 10 %. Среди них ассортимент группы функциональных продуктов с доказанной антиоксидантной эффективностью не развит, несмотря на то, что богатейшая природная флора Беларуси является источником сырья для их производства. В частности, листья крапивы двудомной являются одним из доступных и разрешенных к применению в пищевых технологиях региональных сырьевых источников антиоксидантов (аскорбиновой кислоты, полифенольных веществ, β -каротина, витамина К, хлорофилла, аминокислот).

Наиболее перспективными среди продуктов функционального назначения являются напитки. Развитие сферы туризма в Беларуси повышает востребованность в меню белорусских агроэкоусадеб, объектов общественного питания, специализирующихся на приготовлении блюд национальной кухни, национальных напитков (квас, морс, сбитень), чайных напитков на основе местного растительного сырья. Вместе с тем актуальной является проблема подтверждения на практике доступными методами заданного эффекта напитков как функциональных продуктов с антиоксидантным эффектом. Известные количественные методы определения веществ антиоксидантной природы являются ресурсозатратными и в условиях функционирования объектов общественного питания и сферы агроэкотуризма – практически нереализуемыми.

В настоящее время накоплена доказательная база фундаментальных и прикладных знаний, обосновывающих и подтверждающих антиоксидантный эффект питьевых вод и напитков с отрицательным окислительно-восстановительным потенциалом. Исходя из этого, гипотеза диссертационного исследования заключается в том, что окислительно-восстановительный потенциал может служить основным критерием процесса управления формированием и сохранением потребительских свойств напитков с антиоксидантным эффектом на всех этапах их жизненного цикла, что позволит снизить ресурсоемкость данного процесса. Соответственно, имеет актуальное научное и практическое значение доказательство эффективности использования показателя окислительно-восстановительного потенциала для оценивания потребительских свойств назначения квасов и чайных напитков с антиоксидантным эффектом на основе крапивы двудомной.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами

Диссертационная работа на тему «Управление качеством напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной по показателю окислительно-восстановительного потенциала» выполнялась на кафедре товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

Настоящая работа соответствует утвержденному плану научно-исследовательской работы учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» в рамках госбюджетных финансируемых тем: «Исследование растений природной флоры как перспективных источников антиоксидантов для использования в технологиях производства пищевых продуктов», включенной в ГПОФИ «Ресурсы растительного и животного мира» (номер госрегистрации 20062400); «Использование лекарственных растений местной флоры для получения новых пищевых продуктов профилактической направленности», включенной в ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал» (номер госрегистрации 20113103).

Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы (направление «Агропромышленные и продовольственные технологии: продовольственная безопасность и качество сельскохозяйственной продукции»), утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. № 156.

Цель и задачи исследований

Цель диссертационной работы – разработать метод оценивания потребительских свойств назначения напитков с антиоксидантным эффектом (АОЭ) из крапивы двудомной, обеспечивающий минимизацию ресурсоемкости процесса управления их качеством.

Для реализации цели были поставлены следующие научные задачи:

- провести анализ известного научно-методического аппарата формирования потребительских свойств напитков на основе крапивы двудомной;
- разработать модель потребительских свойств и показателей качества напитков с АОЭ на основе крапивы двудомной в целях комплексной оценки их потребительской стоимости;
- разработать методику формирования потребительских свойств безалкогольных напитков из крапивы двудомной на основе методологии развертывания функции качества;
- исследовать технологическое свойство крапивы двудомной в процессе экстрагирования ее водой с образованием экстрактов, характеризующихся отрицательными значениями окислительно-восстановительного потенциала (ОВП);
- разработать модель технологического процесса экстрагирования листьев крапивы двудомной при получении напитков по показателю ОВП;

– привести доказательства антиоксидантной эффективности экстрактов из свежих или высушенных листьев крапивы двудомной вне зависимости от времени и места ее сбора;

– разработать рецептуры, технологии и ассортимент квасов и чайных напитков с АОЭ на основе крапивы двудомной, дать оценку их потребительским свойствам и ресурсоемкости производственного процесса.

Объектом исследования работы являются ресурсосберегающие методы формирования и сохранения потребительских свойств напитков с АОЭ из растительного сырья.

Предмет исследования – закономерности изменения показателя ОВП в напитках из крапивы двудомной в процессе формирования и сохранения их потребительских свойств.

Научная новизна состоит в обосновании теоретических подходов к исследованию потребительских свойств безалкогольных напитков с АОЭ на основе крапивы двудомной и управлению процессами их формирования и сохранения на этапах жизненного цикла по показателю ОВП.

Полученные наиболее существенные новые научные результаты:

1. Теоретико-экспериментальное доказательство антиоксидантной эффективности экстрактов из свежих или высушенных листьев крапивы двудомной вне зависимости от времени и места ее сбора, отличающееся комплексностью применяемых методов, сочетающих теоретический контент-анализ литературных данных, экспериментальное определение в четырехлетнем цикле наблюдений содержания веществ антиоксидантной природы в исходном сырье, оценку ОВП экстрактов потенциометрическим методом.

2. Модель потребительских свойств напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной, включающая показатель ОВП для характеристики их свойства функциональной направленности, и методика оценки комплексного показателя их качества, позволяющие системно управлять качеством таких напитков на всех этапах их жизненного цикла и обеспечивать его заданный уровень.

3. Впервые предложена методика формирования потребительских свойств безалкогольных напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной на основе методологии развертывания функции качества, позволяющая проектировать напитки с заданными потребительскими свойствами с учетом потребности рынка.

4. Получена регрессионная модель ресурсоэффективного технологического процесса экстрагирования сухих листьев крапивы двудомной, включающая комбинацию таких технологических факторов, как степень измельчения сырья, гидромодуль, температура экстракции, продолжительность экстрагирования, отличающаяся тем, что в качестве функции отклика выступает показатель ОВП.

5. Впервые статистически описанная ($n = 61$) закономерность образования сброженных экстрактов из листьев крапивы двудомной с глубокими отрицательными значениями ОВП на уровне (431 ± 25) мВ, позволяющая проектировать потребительские свойства напитков с антиоксидантным эффектом по показателю ОВП.

Научная новизна подтверждается также двумя патентами Республики Беларусь на изобретение: на способ получения экстракта крапивы двудомной и способ получения жидкой основы для безалкогольных напитков.

Положения, выносимые на защиту:

1. Метод оценивания потребительских свойств назначения напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной по показателю ОВП позволяет снизить на 71,8 % ресурсоемкость процесса управления их качеством.

2. Крапива двудомная в свежем и высушенном виде при экстракции ее водой проявляет свойство, которое характеризуется значениями ОВП образуемых экстрактов в диапазоне от минус 15 до минус 40 мВ, что позволяет использовать ее круглогодично для получения безалкогольных напитков с антиоксидантным эффектом.

3. Образование сброженных экстрактов, характеризующихся глубокими отрицательными значениями ОВП в диапазоне от минус 380 до минус 475 мВ и желаемыми органолептическими характеристиками, достижимо при использовании в качестве фитокомпонента свежих листьев крапивы двудомной, что позволяет получать на их основе напитки брожения с антиоксидантным эффектом.

4. Разработанные технологии и рецептуры чайных напитков и квасов на основе крапивы двудомной нового ассортимента из 9 наименований обеспечивают достижение низких положительных (до 80 мВ) и глубоких отрицательных (до 490 мВ) значений их ОВП соответственно, что позволяет позиционировать данные напитки как обладающие антиоксидантным эффектом.

Личный вклад соискателя

Диссертация является самостоятельно выполненной научной работой, обобщающей результаты теоретических и эмпирических исследований, в реализации которых автор принимал непосредственное участие. Автором систематизированы актуальные научные данные о предметной области исследования, сформулирована общая научная задача исследования, подобраны и апробированы методы и методики исследований, проведены экспериментальные исследования, статистически обработаны и проанализированы полученные данные. Совместно с руководителем разработаны научно-методическое обоснование целесообразности использования показателя ОВП для реализации метода управления качеством напитков с АОЭ, модель основополагающих товароведных характеристик напитков с АОЭ из крапивы двудомной, методика формирования потребительских свойств безалкогольных напитков из крапивы двудомной на основе методологии развертывания функции качества, рецептуры и технологии безалкогольных и чайных напитков с АОЭ на основе крапивы двудомной, написана монография, получены два патента Республики Беларусь на изобретение.

Апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты диссертационных исследований представлялись и обсуждались на таких международных научных и научно-технических конференциях, как: «Техника и технология пищевых производств»

(Могилев, 2007–2023 гг.), «Здоровье и окружающая среда» (Минск, 2007 г.), «Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса» (Гомель, 2008 г.), «Пищевая наука, техника и технологии» (Болгария, Пловдив, 2010 г., 2011 г., 2014 г., 2019 г.); «Актуальные проблемы современного товароведения» (Гомель, 2010 г.), «Молодежь в науке – 2011» (Минск, 2012 г., получен диплом III степени), «Питание как основа национальной безопасности страны» (Смоленск, 2012 г.), «Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування» (Харьков, 2013 г.), «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (Одесса, 2013 г.), «Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях» (Москва, 2015 г.), «Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма» (Орел, 2017 г.), «Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ» (Красноярск, 2018 г., 2020 г., получены два диплома I степени), «Пищевые биотехнологии: инновационные решения и подготовка кадров для индустрии 4.0» (Москва, 2020 г.), «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях» (Волгоград, 2021 г.), «Инновации в индустрии питания и сервисе» (Краснодар, 2022 г., получен диплом I степени).

Опубликованность результатов диссертации

Основные результаты диссертации изложены в 36 печатных работах, из них: 1 монография; 3 статьи в научных рецензируемых изданиях из перечня, утвержденного ВАК, что соответствует требованиям пункта 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий; 1 статья в научных журналах и сборниках научных трудов; 29 публикаций в сборниках материалов конференций и тезисов докладов; 2 патента Республики Беларусь на изобретение.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из перечня сокращений и обозначений, введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, списка использованных источников (библиографический список и список публикаций соискателя) и приложений. Полный объем диссертации составляет 204 страницы, из которых 78 страниц занимают 52 таблицы и 33 рисунка. Список использованных источников размещен на 30 страницах и включает библиографический список (329 источников, из них 57 – на иностранных языках) и список публикаций автора (36 работ). Количество приложений – 15, их общий объем – 50 страниц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе на основании критического обзора литературы установлены противоречия, а также недостаток информации в области товароведения напитков с АОЭ. В Республике Беларусь статус напитков с АОЭ на основе растительного сырья (РС) не регламентируется, а белорусский потребительский рынок испытывает дефицит таких напитков. Обоснованы предложения решения данной проблемы в части терминологии, классификации

напитков с АОЭ на основе растительного сырья в зависимости от типа напитков, сырьевого состава и технологии производства, а также использования в качестве обобщенного показателя антиоксидантной эффективности напитков показателя ОВП, низкие положительные и отрицательные значения которого являются маркером подлинности таких напитков.

Потенциометрическим методом установлены высокие антиоксидантные свойства листьев крапивы двудомной в сравнении с другим лекарственным растительным сырьем по показателю ОВП (отрицательные значения), что послужило основанием для их использования в качестве основного рецептурного компонента напитков с АОЭ на основе растительного сырья.

По результатам исследования в данном разделе конкретизирована общая научная задача диссертации с использованием средств знаково-символического моделирования информации: разработка метода оценивания потребительских свойств назначения напитков с АОЭ из крапивы двудомной на этапах их жизненного цикла, обеспечивающего минимизацию ресурсоемкости (R) процесса при заданных исходных данных о технологических факторах (x_1, x_2, \dots, x_n), при ограничениях по затратам на управление технологическим процессом (З), по трудоемкости цикла контроля параметров управления технологическим процессом (Т), по обобщенному показателю качества напитков (К).

Во второй главе приведен перечень и характеристика объектов, методов и методик исследований, использованных в работе. Объект исследования в работе: ресурсосберегающие методы формирования и сохранения потребительских свойств напитков с АОЭ из растительного сырья. Объекты экспериментальных исследований: свежие и высушенные листья крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.); водные и сброженные экстракты из листьев крапивы двудомной; товароведные характеристики чайных напитков из растительного сырья, соответствующие требованиям СТБ 902, ГОСТ 34856; товароведные характеристики квасов «Травень» и «Дабрапіт» на основе листьев крапивы двудомной, соответствующие требованиям СТБ 539.

В диссертационной работе использованы эмпирические и аналитические методы познания объекта исследования: критический поиск аналитической основы для тестирования гипотезы и систематического исследования проблем по теме исследования, метод QFD-анализа, общепринятые методы определения химического состава растительного сырья, отдельных антиокислительных компонентов и показателей безопасности, методы органолептического анализа и экспертные методы для оценки органолептических характеристик и степени их интенсивности, методы планирования эксперимента, экономико-статистические и экономико-математические методы, метод Т. Л. Саати и контент-анализ.

В третьей главе методом контент-анализа актуальных научных публикаций приведено теоретическое обоснование того, что показатель ОВП может являться одним из идентификационных признаков напитков функционального назначения с АОЭ и критерием отнесения их к напиткам данной категории. В частности, обзор 65 публикаций в предметной области

исследования установил 95 % утверждений о том, что жидкости с отрицательным ОВП обладают АОЭ за счет улучшения метаболических процессов, стимулирования регенерации тканей, повышения устойчивости организма и других эффектов, полученных в условиях *in vivo*. Безопасность электроактивированных водных растворов подтверждена в работах А. Д. Брездынюка, К. М. Резникова, Ю. Н. Латышевой, Ю. А. Левченко, Е. Б. Сабитовой, Y. Saitoh, Y. Harata, F. Mizukashi, M. Nakajima, N. Miwa и др.

Экспериментально установлена корреляция ($R = 0,99$) между показателем ОВП и антиоксидантной активностью модельной системы, содержащей вещества-антиоксиданты, с использованием потенциометрического метода. Таким образом, оценка антиоксидантной эффективности напитков на основе крапивы двудомной для классифицирования их как напитков с АОЭ возможна потенциометрическим методом по показателю ОВП, что определяет низкую ресурсоемкость процессов измерения.

Научно обоснована номенклатура потребительских свойств и показателей качества напитков с АОЭ на основе растительного сырья в сравнении с традиционной. Показана необходимость ее расширения за счет приращения показателями, характеризующими антиоксидантную эффективность напитков функционального назначения. К таким показателям могут относиться как единичные показатели, характеризующие содержание отдельных веществ-антиоксидантов (витаминов С, Е, каротиноидов, флавоноидов), так и обобщенные показатели АОЭ, к которым относится показатель ОВП, измеренный на платиновом электроде.

Исходя из обоснования номенклатуры потребительских свойств и показателей качества напитков с АОЭ, разработана модель потребительских свойств и показателей качества напитков с АОЭ из крапивы двудомной, отличающаяся тем, что в номенклатуру свойств назначения включен показатель ОВП, характеризующий АОЭ напитков (рисунок 1).

Математически аналитические данные рисунка 1 использовались в целях оценки комплексного показателя качества напитков с АОЭ из крапивы двудомной на основе применения модели комплексной оценки их потребительской стоимости мультипликативного типа. В основе модели лежит метод свертки частных критериев K_i с учетом определенного веса в один обобщенный показатель K (формула 1):

$$K = \prod_i^n K_i^{w_i}, \quad (1)$$

где K – интегральный показатель качества;

K_i – частные критерии, $i = 1 \dots n$;

w_i – вес каждого частного критерия K_i , полученный экспертным путем.

Для установления веса потребительских свойств и показателей качества w_i , представленных на рисунке 1, за основу приняли метод парного сравнения Т. Л. Саати, позволяющий поэтапно установить приоритеты критериев. Соотношения элементов иерархии определяли экспертным путем.

Потребительная стоимость (К)	Свойства функционального назначения (К ₁), W ₁ = 0,17	– внешний вид (К ₁₁); W ₁₁ = 0,13
		– цвет (К ₁₂); W ₁₂ = 0,13
		– вкус (К ₁₃); W ₁₃ = 0,14
		– аромат (К ₁₄); W ₁₄ = 0,13
		– пищевая ценность, в том числе содержание сахарозы (К ₁₅); W ₁₅ = 0,11
		– энергетическая ценность (К ₁₆); W ₁₆ = 0,10
		– состав (К ₁₇); W ₁₇ = 0,12
		– массовая доля сухих веществ (К ₁₈); W ₁₈ = 0,08
		– кислотность и/или pH (К ₁₉); W ₁₉ = 0,07
	Свойства классификационного назначения (К ₂), W ₁ = 0,01	– тип напитка (К ₂₁)
		– класс напитка (с АОЭ) (К ₂₂)
		– группа напитка (на основе РС) (К ₂₃)
	Свойства функциональной направленности (АОЭ) (К ₃), W ₃ = 0,18	– массовая доля витамина С (К ₃₁); W ₃₁ = 0,21
		– массовая доля витамина Е (К ₃₂); W ₃₂ = 0,16
		– массовая доля каротиноидов (К ₃₃); W ₃₃ = 0,19
		– массовая доля флавоноидов (К ₃₄); W ₃₄ = 0,21
	Свойства информационного назначения (К ₄), W ₄ = 0,06	– ОБП (К ₃₅); W ₃₅ = 0,22
		– наименование продукта (К ₄₁)
		– информация об ожидаемом благоприятном эффекте от потребления напитка (К ₄₂)
– информация о суточной норме потребления напитка (К ₄₃)		
– информация об ограничении потребления напитка (К ₄₄)		
Эргономические и эмоциональные свойства (К ₅), W ₁ = 0,03	– информационные показатели согласно действующему законодательству (К ₄₅)	
	– оригинальность рецептуры (К ₅₁)	
	– объем потребительской упаковки (К ₅₂)	
Эстетические свойства (К ₆), W ₁ = 0,02	– температура потребления напитка (К ₅₃)	
	– соответствие концепции продукта актуальным трендам (К ₆₁);	
Свойства безопасности (К ₇), W ₇ = 0,30	– внешний вид упаковки (К ₆₂)	
	– КМАФАНМ (К ₇₁); W ₇₁ = 0,125	
	– бактерии группы кишечной палочки (К ₇₂); W ₇₂ = 0,125	
	– дрожжи и плесени (К ₇₃); W ₇₃ = 0,125	
	– патогенные, в т. ч. сальмонеллы (К ₇₄); W ₇₄ = 0,125	
	– свинец (К ₇₅); W ₇₅ = 0,125	
	– мышьяк (К ₇₆); W ₇₆ = 0,125	
	– ртуть (К ₇₇); W ₇₇ = 0,125	
– допуск к применению в напитках растительного сырья (К ₇₈); W ₇₈ = 0,125		
Надежность (К ₈), W ₈ = 0,14	– срок годности (К ₈₁); W ₈₁ = 0,50	
	– условия хранения (К ₈₂); W ₈₂ = 0,17	
	– значение ОБП на конец периода срока годности (К ₈₃); W ₈₃ = 0,33	
Экологические свойства (К ₉), W ₉ = 0,04	– экологическая чистота продукта (К ₉₁)	
	– экологическая чистота упаковки (К ₉₂)	
Экономические свойства (К ₁₀), W ₁₀ = 0,05	– себестоимость продукта (К ₁₀₁)	
	– оптовая цена (К ₁₀₂)	
	– розничная цена (К ₁₀₃)	
	– конкурентоспособность (К ₁₀₄)	

Рисунок 1 – Модель потребительной стоимости напитков с АОЭ из крапивы двудомной

Обоснована актуальность разработки методики, учитывающей специфику номенклатуры свойств и показателей качества отдельных подгрупп продуктов функционального назначения, формирующих их потребительскую стоимость. Разработана методика, ориентированная на модель комплексной оценки потребительской стоимости напитков с АОЭ из крапивы двудомной, с использованием метода развертывания функции качества (QFD).

Разработанная методика позволяет повысить управляемость процессом формирования потребительских свойств напитков с АОЭ из крапивы двудомной и может быть рекомендована для решения практических задач по планированию их качества. Методика реализуется через последовательное прохождение 9 этапов, для которых разработаны соответствующие алгоритмы, и представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Методика формирования потребительских свойств напитков с антиоксидантным эффектом на основе крапивы двудомной

Этап методики	Процедура этапа методики	
Обоснование объекта исследования	Маркетинговые исследования рынка напитков	
	Изучение потребительского спроса	
	Позиционирование продукта	
	Предварительное проектирование основополагающих товароведных характеристик напитка	
КОНЦЕПЦИЯ ПРОДУКТА – основные положения		
Изучение требований ТНПА к объекту исследования	Требования к сырью	Методы исследования и контроля качества
	Требования к параметрам технологического процесса	
	Требования к продукту	
Обоснование выбора растительного сырья	Вид и безопасность сырья	
	Содержание БАВ и ОВП жидких извлечений из РС	
	Ресурсное обеспечение и экономическое обоснование	
	Фармакологические и технологические требования	
Проектирование основополагающих товароведных характеристик напитков	Требования потребителей	
	Технические характеристики	
	Проектирование целевых значений характеристик	
	Восприятие потребителями	
Разработка рецептуры напитка	Моделирование компонентного состава	
	Создание модельных композиций напитка	
	Построение органолептических профилей модельных рецептур напитка	
	Утверждение рецептур напитков	
Разработка технологии напитка	Обоснование технологических режимов подготовки, внесения РС и производства напитков	
	Оптимизация технологических параметров	
	Идентификация ККТ на основе принципов НАССР	
Оценка основополагающих товароведных характеристик	Качественные характеристики	
	Количественные характеристики	
	Ассортиментные характеристики	
Оценка социальной и экономической эффективности		

Обоснована методика оценки резервов снижения ресурсоемкости технологических процессов формирования и контроля потребительских свойств напитков с АОЭ, включающая следующие этапы: визуализацию процесса; получение информации о ресурсоемкости каждой операции процесса и числе ее повторения; математическое моделирование процесса; оценку резервов снижения ресурсоемкости процесса; построение регрессионной модели для прогнозирования затрат; определение резервов снижения затрат ресурсов на реализацию каждой операции процесса и оценку эффективности резервов снижения ресурсоемкости.

В контексте постановки общей научной задачи исследования разработана модель резервов снижения ресурсоемкости как объектов управления в рамках технологического процесса формирования и контроля потребительских свойств напитков с АОЭ из крапивы двудомной (таблица 2).

Таблица 2 – Модель общей научной задачи исследования

Показатель	Обозначение показателя	Знак	Ограничение	Возможные резервы снижения ресурсоемкости
Ресурсоемкость	$R(x_1, x_2, \dots, x_i), i = 1 \dots n$	\rightarrow	min	Оптимизация технологических показателей, применение ресурсосберегающих, инновационных технологий
Уровень качества	K	\geq	1	
<i>Технологические показатели</i>				
Затраты на сырье, ден. ед.	Зс	\leq	Зс _{пред}	Использование доступного РС, имеющего низкую себестоимость выращивания, сбора, хранения
Обобщенный показатель АОЭ фитоосновы из РС, мВ	ОВП	\leq	0	Использование доступного РС, при экстрагировании которого возможно образование экстрактов с низким значением ОВП
<i>Ресурсосберегающие технологии: контроль параметров управления технологическим процессом сбраживания суслу</i>				
- затраты на управление технологическим процессом сбраживания суслу, ден. ед.	Зп	\leq	Зп _{пред}	Использование инновационных экспресс-методов управления технологическим процессом, позволяющих сократить затраты на оборудование, реактивы, материалы, заработную плату
- трудоемкость цикла контроля параметров управления процессом сбраживания суслу, час	T	\leq	T _{пред}	Использование инновационных экспресс-методов управления технологическим процессом, позволяющих сократить время на пробоподготовку и проведение испытаний при управлении технологическим процессом
<i>Инновационные</i>				
Контролируемые параметры критических точек		\in	Диапазон критических пределов	Реализация принципов современных СМК в процессе формирования и сохранения потребительских свойств напитков на основе РС с АОЭ

В четвертой главе апробирована разработанная методика формирования потребительских свойств безалкогольных напитков с АОЭ из крапивы двудомной.

Данные, полученные в результате обзора литературы и анализа рынка безалкогольных напитков, позволили сформулировать следующую концепцию продукта: разработка ассортимента сброженных и чайных напитков на основе местного РС, преимущественно из крапивы двудомной как растения, способного при экстрагировании с водой образовывать экстракты с отрицательным значением ОВП. Целевое проектируемое значение ОВП как показателя АОЭ напитков должно находиться в зоне низких положительных либо отрицательных значений.

Получены данные о химическом составе высушенных и свежих листьев крапивы двудомной. Биоантиоксидантный состав листьев крапивы характеризуется высоким содержанием полифенольных веществ (до 1226 мг/100 г) и аскорбиновой кислоты (до 37,8 мг/100 г – в листьях, собранных в мае–июне). Листья крапивы двудомной отличаются высоким содержанием белковых веществ (до 8 % – в свежих листьях, до 27 % – в высушенных).

В результате исследования влияния технологических факторов процесса экстрагирования водой листьев крапивы двудомной на показатель ОВП установлено, что крапива двудомная в свежем и высушенном виде проявляет свойство, которое характеризуется значениями ОВП образующихся экстрактов в диапазоне от минус 15 до минус 40 мВ, что позволяет использовать ее круглогодично для получения безалкогольных напитков с АОЭ.

Методами математического планирования эксперимента определены оптимальные параметры экстрагирования биологически активных веществ из сухих листьев крапивы по показателю ОВП как критерию АОЭ напитков: степень измельчения (x_1) – порошок с размером частиц по наибольшему диаметру 1–2 мм, гидромодуль (x_2) – 10, температура нагревания (x_3) – 100 °С, время экстракции (x_4) – 0,25 ч. Получена высокого качества регрессионная модель технологического процесса экстрагирования сухих листьев крапивы двудомной (формула 2), которую можно применять для определения оптимального значения ОВП (y) при необходимости комбинации значений факторных признаков x_i в различных производственных условиях:

$$y = -27,40 + 2,47 \times x_1 + 1,11 \times x_2 - 0,18 \times x_3 + 8,80 \times x_4. \quad (2)$$

На основании четырехгодичного цикла проведения эксперимента ($n = 61$) установлена закономерность формирования потребительских свойств назначения сброженных экстрактов из листьев крапивы двудомной, характеризующихся глубоким отрицательным значением ОВП (431 ± 25) мВ и желательными органолептическими показателями для получения на их основе напитков. Обоснованием того, что отклик ОВП подчиняется нормальному закону распределения, являются данные описательной статистики. Согласно

карте Парето, более 81 % данных ОВП анализируемой выборки формировали значения ОВП в диапазоне от минус 405 мВ и менее.

Получен патент Республики Беларусь на способ получения жидкой основы для безалкогольных напитков.

Экспериментально установлено, что в процессе брожения суслу на основе свежих листьев крапивы при температуре 28 °С значение ОВП в течение 40 ч от начала брожения значительно снижалось до глубоких отрицательных значений. Наименьшая его величина составила минус 392,3 мВ и коррелировала с другими параметрами процесса производства кваса – снижением содержания сухих веществ (с 6,6 до 5,6 %), нарастанием общей кислотности по показателю рН, а также органолептическими показателями. На рисунке 2 показано изменение ОВП и содержания сухих веществ в водном настое из свежих листьев крапивы в ходе брожения при температуре 28 °С. В последующие сутки значение ОВП постепенно увеличивалось, цвет кваса оставался желтым либо незначительно светлел, вкус становился кислым.

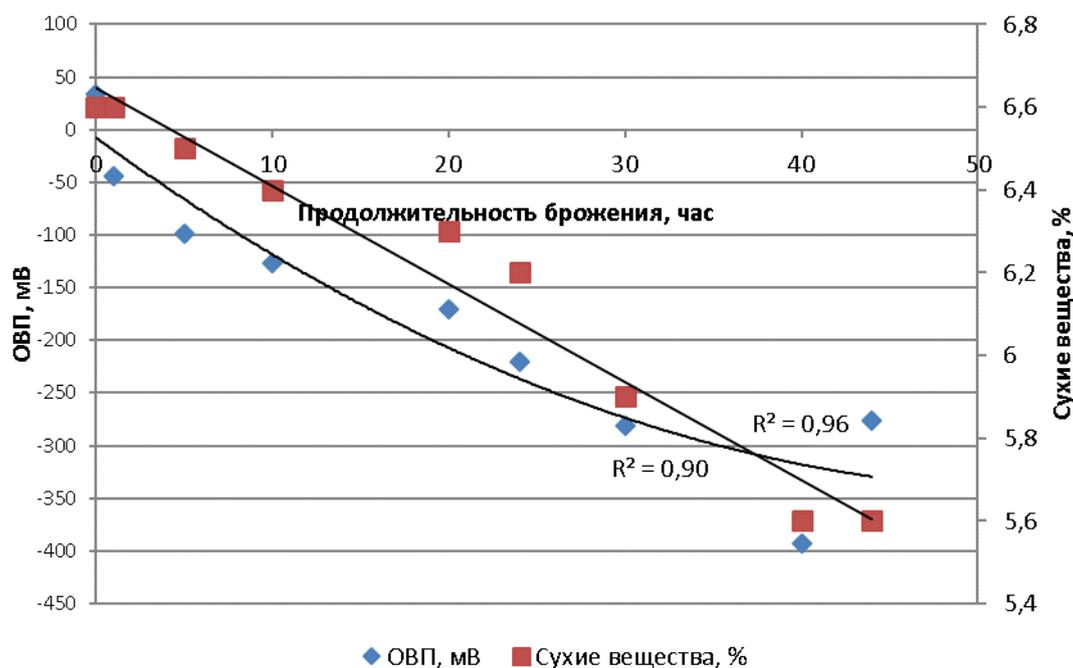


Рисунок 2 – Изменение ОВП и содержания сухих веществ в экстракте из листьев крапивы двудомной в процессе брожения

Таким образом, показатель ОВП может являться одним из параметров, по которому возможно осуществлять управление процессом брожения напитков с АОЭ из крапивы двудомной, что актуально для сферы агротуризма и объектов общественного питания.

Для проектирования потребительских свойств напитков с АОЭ на основе крапивы двудомной использовали метод развертывания функции качества. На рисунке 3 отображена взаимосвязь между техническими характеристиками разрабатываемых напитков и ожиданиями потребителей, преобразованными инструментом «голос потребителя» из данных анкетирования, что позволило составить проект основополагающих товароведных характеристик безалкогольных напитков с АОЭ на основе крапивы двудомной.

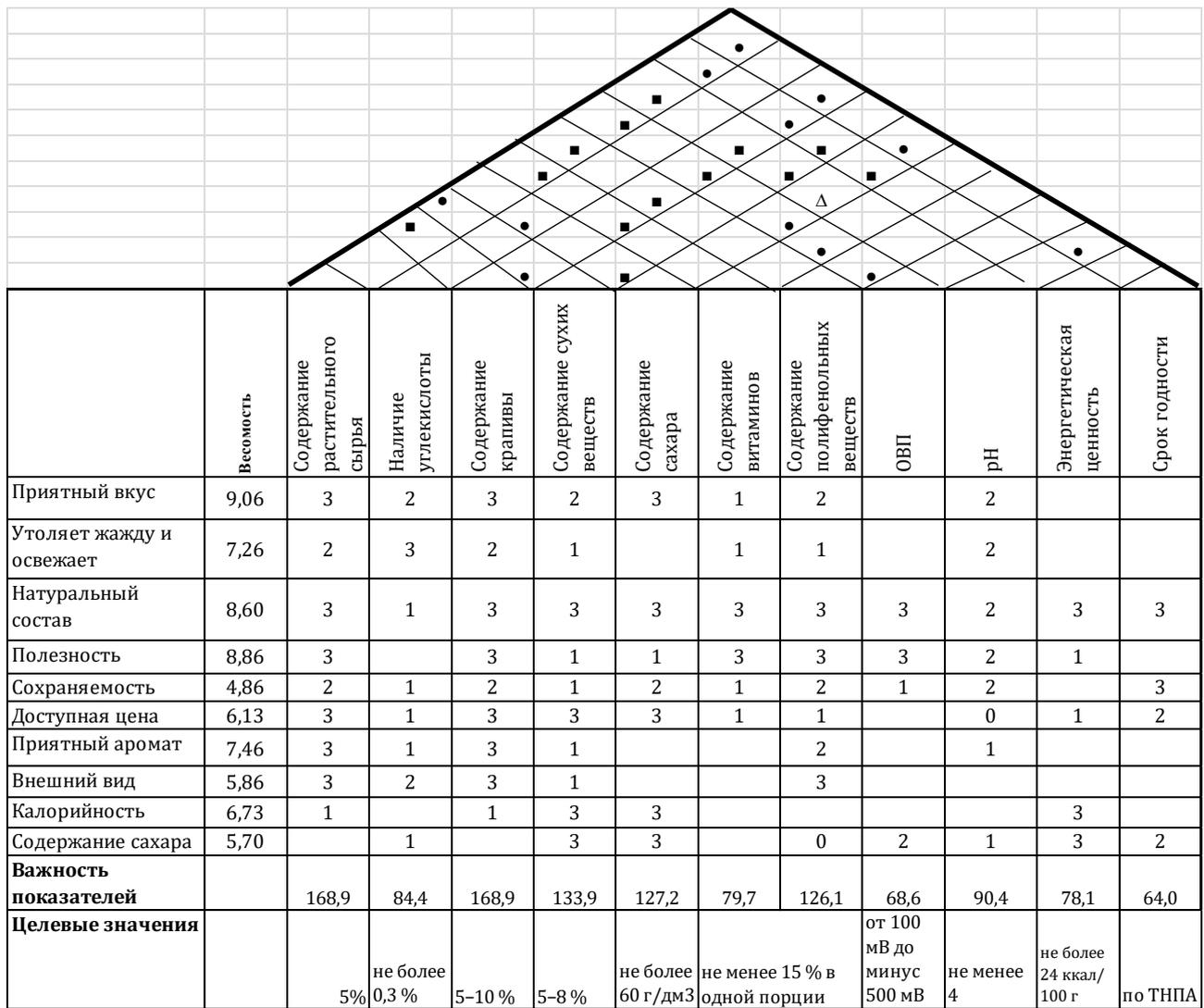


Рисунок 3 – Графическая модель дома качества напитков с антиоксидантным эффектом на основе крапивы двудомной

Качественные и количественные характеристики потребительских свойств и показателей качества разработанных квасов из крапивы двудомной обобщены в соответствии с разработанной в диссертационной работе моделью потребительной стоимости напитков с АОЭ. Товароведные характеристики квасов соответствовали пожеланиям потребителей, выявленным с применением методологии QFD-анализа: отличный внешний вид (непрозрачная жидкость желтого цвета), приятные и освежающие вкус и аромат (чистые, с фруктовыми нотами, вкус в меру сладкий), натуральный состав, полезность (АОЭ). Значение ОВП кваса на основе свежих листьев крапивы двудомной находилось в диапазоне от минус 410 до минус 490 мВ, на основе экстракта из сухих листьев крапивы – в диапазоне от минус 15 до минус 30 мВ.

Рассчитанное значение комплексного показателя качества кваса из свежих листьев крапивы двудомной составило 1,03, что свидетельствует о высокой потребительной стоимости разработанного продукта.

Системный анализ опасных факторов и идентификацию критических контрольных точек проводили в соответствии с основными положениями СТБ 1470 по двум направлениям: обеспечение безопасности напитка по СТБ 1470 (этапы подготовки листьев крапивы двудомной, приготовления суслу, брожения суслу, фильтрации, охлаждения и розлива напитка) и гарантированное сохранение антиоксидантных свойств напитка по показателю ОВП в течение всего жизненного цикла (этапы подготовки листьев крапивы двудомной, приготовления суслу, брожения суслу, хранения напитка).

Разработаны рецептуры и технологии новых чайных напитков, которые в виде технологических карт возможно использовать в объектах общественного питания и сфере агроэкотуризма; также они включены в базу технологических карт блюд и кулинарных изделий для питания учащихся учреждений, обеспечивающих получение общего среднего и профессионально-технического образования.

Значения ОВП разработанных чайных напитков находились в диапазоне низких положительных значений (от 50 до 75 мВ), которые сравнимы с показателями ОВП чая зеленого и чая черного, принятых в эксперименте за контрольные образцы.

В пятой главе проведена калькуляция цены кваса из свежих листьев крапивы двудомной в условиях его производства как предприятиями пищевой промышленности, так и объектами общественного питания и в сфере агроэкотуризма. Показана экономическая целесообразность производства такого напитка. Розничная цена кваса, произведенного промышленным предприятием, при условии применения максимальной предельной торговой надбавки 30 % составила 2,14 руб. за 1 дм³ и сопоставима с ценой квасов на зерновом сырье, представленных на потребительском рынке Республики Беларусь.

Ориентировочно затраты на приготовление 1 дм³ кваса из свежих листьев крапивы двудомной для реализации объектами общественного питания и в сфере агроэкотуризма составили 42 коп.; затраты на приготовление порции готового чайного напитка – от 1 до 5 коп. (без учета торговой наценки), что характеризует данные напитки как высокомаржинальные продукты.

Снижение ресурсоемкости при инновационном подходе управления процессом получения кваса, в котором оценку АОЭ осуществляли только по показателю ОВП, составило 6,31 руб. для одной операции технологического процесса, или 71,78 %, при условии совместного определения содержания аскорбиновой кислоты и полифенольных веществ, в том числе снижение затрат времени составило 0,88 ч, или 4,41 руб., на оплату труда лаборанта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Теоретическое обоснование того, что показатель ОВП может являться одним из идентификационных признаков напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной и критерием отнесения их к напиткам данной

категории в части проведенного в диссертации контент-анализа актуальных научных публикаций. В частности, обзор 65 публикаций в предметной области исследования установил 95 % утверждений о том, что жидкости с отрицательным ОВП (католиты) обладают антиоксидантным эффектом за счет улучшения метаболических процессов, стимулирования регенерации тканей, повышения устойчивости организма и прочих эффектов, полученных в условиях *in vivo*. Безопасной считается доза католита в расчете 20 мг/кг тела человека [2–А, 3–А, 23–А].

2. Не применявшаяся ранее в целях товароведения модель потребительских свойств напитков из крапивы двудомной и методика оценки комплексного показателя их качества, включающие показатель ОВП для характеристики их свойств назначения как напитков с антиоксидантным эффектом. Модель мультипликативного типа позволяет объективно оценить уровень качества и конкурентоспособность напитков. Методика включает алгоритм расчета обобщенного показателя потребительской стоимости K напитков на основе метода свертки частных критериев K_i с учетом определенного веса [4–А, 18–А, 19–А, 25–А, 33–А].

3. Теоретико-экспериментальное доказательство возможности формирования антиоксидантных свойств в водных экстрактах из свежих или высушенных листьев крапивы двудомной вне зависимости от времени и места ее сбора, отличающееся комплексностью применяемых методов, сочетающих теоретический контент-анализ литературных данных и экспериментальное определение в четырехлетнем цикле наблюдений содержания веществ антиоксидантной природы в исходном сырье, оценка ОВП экстрактов потенциометрическим методом. Листья крапивы характеризуются высоким содержанием полифенольных веществ (700,7–963,5 мг/100 г – в сухих листьях; 1016,8–1226,4 мг/100 г – в свежих), аскорбиновой кислоты (до 37,8 мг/100 г в свежих листьях), β -каротина (до 2,63 мг/100 г), хлорофилла (до 5 %). При этом показатель ОВП экстрактов характеризуется отрицательными значениями (15–40 мВ). Это позволяет использовать крапиву двудомную как круглогодично доступное сырье для получения напитков с антиоксидантным эффектом. Значимость подтверждается патентом Республики Беларусь на способ получения экстракта крапивы двудомной, обладающего отрицательным значением окислительно-восстановительного потенциала [1–А, 2–А, 5–А, 7–А, 8–А, 9–А, 10–А, 11–А, 13–А, 14–А, 27–А, 31–А, 35–А].

4. Качественная регрессионная модель ресурсоэффективного технологического процесса экстрагирования сухих листьев крапивы двудомной, включающая комбинацию таких технологических факторов, как степень измельчения сырья, гидромодуль, температура экстракции, продолжительность экстрагирования, отличающаяся тем, что в качестве функции отклика выступает показатель ОВП. Соответствующие данные для разработки модели получены с применением методологии планирования эксперимента. Установлены следующие оптимальные параметры экстрагирования высушенных листьев крапивы: степень измельчения – порошок с размером частиц по наибольшему диаметру 1–2 мм, гидромодуль –

10, температура нагрева – 100 °С, время экстракции – 0,25 ч [2–А, 21–А, 22–А, 28–А, 30–А].

5. Впервые описанная статистическими методами по результатам четырехгодичного цикла наблюдений ($n = 61$) закономерность сбраживания водных экстрактов крапивы двудомной, выраженная в изменении ОВП экстрактов до глубоких отрицательных значений в диапазоне от минус 380 до минус 475 мВ и достижении желательных органолептических показателей (цвет от светло-желтого до насыщенного желтого), что позволяет использовать их для получения напитков брожения с АОЭ. Обоснованием того, что отклик ОВП подчиняется нормальному закону распределения, являлись данные описательной статистики: $M_{cp} = \text{минус } (431 \pm 25) \text{ мВ}$, $n = 61$, $M_{cp} \sim Me < Mo$, $K_{ас} = 0,25$. Значимость подтверждается патентом Республики Беларусь на способ получения жидкой основы для безалкогольных напитков [1–А, 3–А, 15–А, 29–А, 36–А].

6. Впервые предлагаемая методика формирования потребительских свойств безалкогольных напитков из крапивы двудомной на основе методологии развертывания функции качества (QFD), позволяющая системно проектировать напитки с заданными потребительскими свойствами с учетом потребностей рынка. Методика реализуется через последовательное прохождение 9 этапов, для которых разработаны соответствующие алгоритмы [4–А, 17–А, 34–А].

7. Новый ассортимент из 9 наименований, технологии и рецептуры чайных напитков и квасов на основе крапивы двудомной, характеризующихся низкими положительными (до 80 мВ) и глубокими отрицательными (до 490 мВ) значениями ОВП соответственно. На основе системного анализа в соответствии с методологией НАССР определены критические контрольные точки по двум направлениям: обеспечение безопасности напитка по СТБ 1470 и гарантированное сохранение антиоксидантных свойств напитка по показателю ОВП в течение всего жизненного цикла [1–А, 3–А, 5–А, 6–А, 9–А, 12–А, 14–А, 15–А, 20–А, 24–А, 26–А, 32–А].

8. Теоретико-экспериментальное доказательство того, что использование показателя ОВП для оценки антиоксидантной эффективности напитков из крапивы двудомной позволяет сократить ресурсоемкость операций технологического контроля их качества на этапах жизненного цикла на 71,8 % [3–А, 4–А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Разработаны и утверждены нормативные технологические документы на напитки, производство которых позволит расширить ассортимент продуктов питания, направленных на повышение уровня антиоксидантной защиты организма: технология и рецептура напитка «Травень» на основе свежих листьев крапивы двудомной (РЦ ВУ 700036606.183, ТИ ВУ 700036606.120), технология и рецептура напитка «Дабрапіт» на основе экстракта из высушенных листьев крапивы (РЦ ВУ 700036606.184, ТИ ВУ 700036606.121).

2. Разработаны технологические карты на ассортимент из 7 наименований чайных напитков на основе крапивы двудомной, принятые для использования при организации питания в общеобразовательных учреждениях.

3. Научные положения и выводы диссертации, предложенные модели и методики и их обоснование использованы при построении теоретических разделов специальных дисциплин, преподаваемых в профильных учебных заведениях, а также в междисциплинарных целях. Результаты внедрены в учебный процесс кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

4. Результаты включены в паспорт объекта «Крапивовые. Крапива двудомная. *Urticaceae Urtica dioica L.*», внесенный в специализированный кадастр растений, животных, грибов Республики Беларусь (информационно-поисковая система Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Режим доступа: <http://hbc.bas-net.by/plantae/rus/default.php>).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Монографии:

1–А. Масанский С. Л., Крукович О. В. Специальные напитки с измененным окислительно-восстановительным потенциалом. – Могилев: МГУП, 2017. – 230 с.

Статьи в научных рецензируемых изданиях из перечня, установленного ВАК:

2–А. Масанский С. Л., Крукович О. В. Милкова-Томова И. Свойство крапивы двудомной (*URTICA DIOICA L.*) образовывать экстракты с низким окислительно-восстановительным потенциалом и их получение // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2012. – № 1 (12). – С. 56–61.

3–А. Крукович О. В., Масанский С. Л. Управление процессом сбраживания настоя из листьев крапивы двудомной по показателю его редокс-потенциала // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2021. – № 1 (30). – С. 3–10.

4–А. Крукович О. В., Масанский С. Л. Методика проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом с использованием метода развертывания функции качества / О. В. Крукович, С. Л. Масанский // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1 (34). – С. 29–40.

Статьи в научных изданиях:

5–А. Крукович О. В., Кочан У. П. Исследование растений местной природной флоры как перспективных источников антиоксидантов // Молодежь в науке – 2011: прил. к журн. «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»:

в 5 ч. Ч. 4. Серия аграрных наук / Нац. акад. наук Беларуси. Совет молодых ученых НАН Беларуси; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.), И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 188–191.

Статьи в сборниках материалов конференций:

6–А. Масанский С. Л., Пинчук Т. В., Евдохова Л. Н., **Крукович О. В.** Крапива двудомная (*Urtica dioica* L.) как перспективное сырье для производства функциональных продуктов питания // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств: часть 1, сб. докл. VI Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 2–3 окт., 2007 г. / Научн. практ. центр НАН Беларуси по продов., редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Несвиж: Несв. укрупн. тип., 2007. – С. 149–152.

7–А. Масанский С. Л., Евдохова Л. Н., **Крукович О. В.**, Пинчук Т. В., Пинчукова Ю. М. Исследование антиокислительных свойств экстрактов некоторых растений местной природной флоры // Здоровье и окружающая среда: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, сент. 2007 г. / ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены»; гл. ред.: С. М. Соколов. – Минск: ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены», 2007. – С. 533–539.

8–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.** Использование экстрактов крапивы двудомной (*Urtica Dioica* L.) для повышения потребительской ценности майонезов // Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 10–12 сент. 2008 г. / Институт леса НАН Беларуси; редкол.: А. И. Ковалич (отв. ред.), В. В. Усеня [и др.]. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2008. – С. 338–342.

9–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.**, Евдохова Л. Н., Азаренок Н. Ю. Оценка антиокислительной активности водных экстрактов некоторых растений природной флоры Республики Беларусь // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Донецк. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського; голов. ред.: О. О. Шубін. – Донецк: Донецк. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2009. – Вип. 22 – С. 215–219.

10–А. Масанский С. Л., Милкова-Томова И., **Крукович О. В.**, Азаренок Н. Ю. Изучение сохраняемости антиокислительной активности крапивы двудомной под влиянием некоторых факторов в пищевых технологиях // Хранителна наука, техника и технологии 2010: Научни трудове научно конференции с международно участие, Пловдив, 15–16 окт. 2010 г., том LVII / Университет по Хранителни технологии. – Пловдив: Университет по Хранителни технологии, 2010. – С. 264–269.

11–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.**, Длуцкая А. А., Пинчукова Т. А. Оценка химического состава крапивы двудомной и продуктов ее переработки // Питание как основа национальной безопасности страны: материалы докладов IV Междунар. науч.-практ. конф., Смоленск, 22–23 окт. 2012 г. / Смоленский гуманитарный университет; ред.: Е. Е. Минина. – Смоленск: Маджента, 2012. – С. 42–46.

12–А. **Крукович О. В.** Напитки лечебно-профилактического действия в питании молодежи // Проблемы формирования здорового способу життя у молоді: збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю, Одеса, 5–6 лист. 2013 р. / Одеська національна академія харчових технологій, редкол.: Б. В. Егоров (гол. ред.), Л. В. Капрільянц [та ін.]. – Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2013. – С. 57.

13–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.** Формирование потребительских свойств напитка брожения специализированного назначения на основе крапивы двудомной (URTICA DIOICA L.) // Хранителна наука, техника и технологии 2014: Научни трудове научно конференции с международно участие, Пловдив, 24–25 окт. 2014 г., том LXI / Университет по Хранителни технологии. – Пловдив: Университет по Хранителни технологии, 2014. – С. 129–132.

14–А. **Крукович О. В.**, Масанский С. Л. Исследование химического состава и свойств крапивы двудомной для использования в напитках лечебно-профилактического назначения // Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях: сб. науч. тр. IX Междунар. конф. молодых ученых и специалистов / ФГБНУ ВНИИПБиВП; отв. за вып.: А. Л. Панасюк [и др.]. – М: ФГБНУ ВНИИПБиВП, 2015. – С. 142–146.

15–А. **Крукович О. В.**, Масанский С. Л. Обоснование технологии напитка брожения на основе листьев крапивы двудомной в организации питания агроэкотуристов // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: материалы V Междунар. студенческой интернет-конф., Орел, 15 янв.–15 апр. 2017 г. / Госуниверситет – УНПК; под общ. ред. Е. Н. Артемовой, Н. В. Глебовой. – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2017. – С. 51–54.

16–А. **Krukovich O.**, Masanskiy S. Development of the food safety management system for fermented beverages with special appointments based on HACCP principles // Scientific works of university of food technologies. – 2018. – VOL. 65, ISSUE 1. – P. 114–121.

17–А. **Крукович О. В.**, Масанский С. Л. Применение QFD-методологии при проектировании потребительских свойств напитка специального назначения на основе листьев крапивы двудомной // Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Красноярск, 11–12 мая 2018 г. / Сибирский федеральный университет, Институт торговли и сферы услуг; отв. за вып.: Ю. Ю. Сулова. – Красноярск: электронное издание, 2018. – С. 380–383.

18–А. **Крукович О. В.**, Масанский С. Л., Прижков А. А. Проблемы классификации напитков специального назначения // Техника и технология пищевых производств: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апр. 2018 г.: в 2 т. / Министерство образования Республики Беларусь, учреждение образования «Могилевский государственный университет

продовольствия»); ред.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев: МГУП, 2018. – Т. 2. – С. 221–222.

19–А. **Крукович О. В.**, Масанский С. Л. Анализ противоречий и возможные пути их устранения в товароведении напитков с антиоксидантным эффектом // Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Красноярск, 14–16 мая 2020 г. / Сибирский федеральный университет, Институт торговли и сферы услуг; отв. за вып.: Ю. Ю. Сулова. – Красноярск: электронное издание, 2020. – С. 494–499.

20–А. **Крукович О. В.**, Масанский С. Л. Идентификация критических контрольных точек напитков брожения с антиоксидантным эффектом на основе крапивы двудомной // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апреля 2020 г., в 2-х т. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2020. – Т. 2. – С. 212–213.

21–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.** Оптимизация процесса экстрагирования листьев крапивы по показателю ОВП как критерию антиоксидантной эффективности напитков // Пищевые биотехнологии: инновационные решения и подготовка кадров для индустрии 4.0: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 21 окт. 2020 года / ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ)». – Москва: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ)», 2020. – С. 183–191.

22–А **Крукович О. В.**, Масанский С. Л. Применение методов планирования эксперимента для оптимизации процесса экстрагирования листьев крапивы двудомной по показателю ОВП / Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Волгоград, 10–12 февраля 2021 г. / ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ; редкол.: В. А. Цепляев [и др.]. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021. – Т. 2. – С. 258–263.

23–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.**, Голуб Н. В., Петрова Д. А. Контент-анализ в исследовании окислительно-восстановительного потенциала напитков как показателя их антиоксидантных свойств // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конфер., Могилев, 21–22 апр. 2022 г., в 2 т. / Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев: БГУТ, 2022. – Т. 2. – С. 122–123.

24–А. **Крукович О. В.**, Ишанкулова М. Ф., Ишанкулов И. Ф. Развитие ассортимента чайных напитков с антиоксидантным эффектом // Техника и технология пищевых производств: материалы XV Юбилейной Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 19–20 апр. 2023 г., в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и

химических технологий»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: БГУТ, 2023. – Т. 2. – С. 142–143.

25–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.** Обоснование номенклатуры потребительских свойств напитков функционального назначения с антиоксидантным эффектом / Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по продовольствию»; под общ. ред. З. В. Ловкиса. – Минск: Беларуская навука, 2023. – С. 502–506.

Тезисы докладов:

26–А. Масанский С. Л., Евдохова Л. Н., **Крукович О. В.**, Пинчук Т. В. Оценка антиоксидантных свойств экстрактов некоторых растений местной природной флоры // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VI Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22–23 мая 2007 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2007. – С. 323.

27–А. Масанский С. Л., Евдохова Л. Н., **Крукович О. В.**, Пинчук Т. В. Влияние аскорбиновой кислоты на восстановительную способность растительных экстрактов // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VI Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22–23 мая 2007 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2007. – С. 325.

28–А. Бакей Е. Н., **Крукович О. В.** Зависимость антиокислительной активности крапивы двудомной (*Urtica Dioica* L.) от степени ее измельчения // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 24–25 апр. 2008 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2008. – С. 214.

29–А. Альховик А. А., Ушал О. А., **Крукович О. В.** Изучение сохраняемости антиокислительной активности листьев крапивы двудомной под действием пищевых кислот // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 22–23 апр. 2010 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО «МГУП», 2010. – С. 155.

30–А. **Крукович О. В.**, Качан У. П., Милкова-Томова, И. Определение технологических параметров получения водных экстрактов с высокой антиокислительной активностью из листьев крапивы двудомной // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 27–28 апр. 2011 г., в 2 ч. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2011. – Ч. 2. – С. 139.

31–А. **Крукович О. В.** Исследование химического состава листьев крапивы двудомной и продуктов ее переработки // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VIII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апреля 2012 г. / Учреждение образования

«Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО МГУП, 2012. – С. 130.

32–А. **Крукович О. В.**, Длуцкая А. А., Пинчукова Т. А., Титенкова Н. И. Формирование потребительских свойств напитков брожения профилактической направленности из крапивы двудомной // Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування: Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, Харків, 13–14 травня 2013 р.: тези / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі, редкол.: О. І. Черевко [та ін.]. – Харків, 2013. – С. 65–66.

33–А. Масанский С. Л., **Крукович О. В.**, Казакова М. М., Силкова Н. М. О сохраняемости витамина К (филлохинона) в квасе брожения на основе крапивы двудомной // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 24–25 апр. 2014 г., в 2 ч. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2014. – Ч. 2. – 262 с. – С. 141.

34–А. Прижков А. А., **Крукович О. В.** Разработка концепции функционального напитка на основе маркетингового исследования рынка // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов XII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 22–23 апр. 2021 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев: МГУП, 2021. – С. 264.

Патенты, заявки на изобретения:

35–А. Способ получения экстракта крапивы двудомной: пат. ВУ 15115 / **О. В. Крукович**, С. Л. Масанский; заявитель учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». – Опубл. 30.12.2011.

36–А. Способ получения жидкой основы для безалкогольных напитков: пат. ВУ 19953 / С. Л. Масанский, **О. В. Крукович**, А. А. Длуцкая, Т. А. Пинчукова; заявитель учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». – Опубл. 30.04.2016.

РЭЗІЮМЭ

Круковіч Вольга Васільеўна

КІРАВАННЕ ЯКАСЦЮ НАПІТКАЎ З АНТЫАКСІДАНТНЫМ ЭФЕКТАМ З КРАПІВЫ ДВУХДОМНАЙ ПА ПАКАЗЧЫКУ АКІСЛЯЛЬНА-АДНАЎЛЕНЧАГА ПАТЭНЦЫЯЛУ

Ключавыя словы: крапіва двухдомная, напой безалкагольны, антыаксідантная эфектыўнасць, акісляльна-аднаўленчы патэнцыял (ААП), рэсурсаемістасць, кіраванне якасцю, спажывецкія ўласцівасці, квас.

Мэта дысертацыйнай работы – распрацаваць метады ацэньвання спажывецкіх уласцівасцей прызначэння напояў з антыаксідантным эфектам з крапівы двухдомнай, які забяспечвае мінімізацыю рэсурсаемістасці працэсу кіравання іх якасцю.

Метады даследавання: агульнапрынятыя метады вызначэння хімічнага складу расліннай сыравіны і паказчыкаў бяспекі, арганалептычныя і экспертныя метады, метады планавання эксперыменту, эканоміка-статыстычныя і эканоміка-матэматычныя метады, метады Сааці, метады кантэнт-аналізу.

Выкарыстаная апаратура: спектрафатометр СФ-16, аналізатар бялку Kjeltec 2200, рэфрактометр РФ-454 Б2М, іёнамеры І-160 і рХ-150 МП, спектрометр МДР-3 ЛОМА па ТУ 1472936.001-97, электрапеч лабараторная SNOL 7.2/1100.

Атрыманыя вынікі і іх навізна

Прыведзены тэарэтыка-эксперыментальны доказ антыаксідантнай эфектыўнасці экстрактаў з лісця крапівы двухдомнай незалежна ад часу і месца яго збору, які адрозніваецца комплекснасцю ўжывальных метадаў, якія спалучаюць тэарэтычны кантэнт-аналіз літаратурных даных, эксперыментальнае вызначэнне ў чатырохгадовым цыкле назіранняў рэчываў антыаксідантнай прыроды ў зыходнай сыравіне, ацэнку ААП экстрактаў патэнцыяметрычным метадам.

Мадэль спажывецкіх уласцівасцей напояў з антыаксідантным эфектам з крапівы двухдомнай, якая ўключае паказчык ААП для характарыстыкі іх уласцівасці функцыянальнай накіраванасці, і метадыка ацэнкі комплекснага паказчыка іх якасці, якія не выкарыстоўваліся раней у мэтах таваразнаўства, даюць магчымасць сістэмна кіраваць якасцю такіх напояў на ўсіх этапах іх жыццёвага цыклу і забяспечваць яе зададзены ўзровень.

Упершыню прапанаваныя метадыка фарміравання спажывецкіх уласцівасцей безалкагольных напояў з антыаксідантным эфектам з крапівы двухдомнай на аснове метадалогіі разгортвання функцыі якасці, якая дае магчымасць сістэмна праектаваць напоі з зададзенымі спажывецкімі ўласцівасцямі з улікам патрэбы рынку.

Атрыманая высокай якасці рэгрэсійная мадэль рэсурсаэфектыўнага тэхналагічнага працэсу экстрагавання сухога лісця крапівы двухдомнай, якая ўключае камбінацыю такіх тэхналагічных фактараў, як ступень драбнення сыравіны, гідрамодуль, працягласць экстрагавання і адрозніваецца тым, што ў якасці функцыі водгуку выступае паказчык ААП.

Упершыню статыстычна апісаная ($n = 61$) заканамернасць атрымання зброджаных экстрактаў з лісця крапівы двухдомнай з глыбокімі адмоўнымі значэннямі ААП на ўзроўні (431 ± 25) мВ, якая дазваляе праектаваць спажывецкія ўласцівасці напояў з антыаксідантным эфектам па паказчыку ААП.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: навуковыя палажэнні і высновы дысертацыі, прапанаваныя мадэлі і метадыкі могуць быць выкарыстаны пры пабудове тэарэтычных раздзелаў спецыяльных дысцыплін, а таксама пры распрацоўцы напояў функцыянальнага прызначэння з антыаксідантным эфектам.

Сфера ужывання: вытворчасць безалкагольных напояў, таваразнаўства прадуктаў функцыянальнага прызначэння.

РЕЗЮМЕ

Крукович Ольга Васильевна

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ НАПИТКОВ С АНТИОКСИДАНТНЫМ ЭФФЕКТОМ ИЗ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Ключевые слова: крапива двудомная, напиток безалкогольный, антиоксидантная эффективность, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), ресурсоемкость, управление качеством, потребительские свойства, квас.

Цель диссертационной работы – разработать метод оценивания потребительских свойств назначения напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной, обеспечивающий минимизацию ресурсоемкости процесса управления их качеством.

Методы исследования: общепринятые методы определения химического состава растительного сырья и показателей безопасности, органолептические и экспертные методы, методы планирования эксперимента, экономико-статистические и экономико-математические методы, метод Саати, метод контент-анализа.

Использованная аппаратура: спектрофотометр СФ-16, анализатор белка Kjeltac 2200, рефрактометр ИРФ-454 Б2М, иономеры И-160 и рХ-150 МП, спектрометр МДР-3 ЛОМО по ТУ 1472936.001-97, электропечь лабораторная SNOL 7.2/1100.

Полученные результаты и их новизна

Приведенное теоретико-экспериментальное доказательство антиоксидантной эффективности экстрактов из листьев крапивы двудомной вне зависимости от времени и места ее сбора, отличающееся комплексностью применяемых методов, сочетающих теоретический контент-анализ литературных данных, экспериментальное определение в четырехлетнем цикле наблюдений содержания веществ антиоксидантной природы в исходном сырье, оценку ОВП экстрактов потенциометрическим методом.

Не применявшиеся ранее в целях товароведения модель потребительских свойств напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной, включающая показатель ОВП для характеристики их свойства функциональной направленности, и методика оценки комплексного показателя их качества, позволяющие системно управлять качеством таких напитков на всех этапах их жизненного цикла и обеспечивать его заданный уровень.

Впервые предложенная методика формирования потребительских свойств безалкогольных напитков с антиоксидантным эффектом из крапивы двудомной на основе методологии развертывания функции качества, позволяющая системно проектировать напитки с заданными потребительскими свойствами с учетом потребности рынка.

Полученная высокого качества регрессионная модель ресурсоэффективного технологического процесса экстрагирования сухих листьев крапивы двудомной, включающая комбинацию таких технологических факторов, как степень измельчения сырья, гидромодуль, температура экстракции, продолжительность экстрагирования, отличающаяся тем, что в качестве функции отклика выступает показатель ОВП.

Впервые статистически описанная ($n = 61$) закономерность образования сброженных экстрактов из листьев крапивы двудомной с глубокими отрицательными значениями ОВП на уровне (431 ± 25) мВ, позволяющая проектировать потребительские свойства напитков с антиоксидантным эффектом по показателю ОВП.

Рекомендации по использованию: научные положения и выводы диссертации, предложенные модели и методики могут быть использованы при построении теоретических разделов специальных дисциплин, а также при разработке напитков функционального назначения с антиоксидантным эффектом.

Область применения: производство безалкогольных напитков, товароведение продуктов функционального назначения.

ABSTRACT

Krukovich Olga Vasilyevna

QUALITY MANAGEMENT OF DRINKS WITH ANTIOXIDANT EFFECT FROM COMMON NETTLE IN TERMS OF REDOX POTENTIAL

Keywords: common nettle, non-alcoholic drink, antioxidant efficiency, redox potential (ORP), resource intensity, quality management, consumer properties, kvass.

The purpose of the thesis is to develop a method for evaluating the consumer properties of beverages with an antioxidant effect from common nettle, which minimizes the quality management process resource intensity.

Research methods: generally accepted methods for determining the chemical composition of plant raw materials and safety indicators, organoleptic and expert methods, experimental planning methods, economic-statistical and economic-mathematical methods, the Saati method, the content analysis method.

Equipment used: SF-16 spectrophotometer, Kjeltac 2200 protein analyzer, IRF-454 B2M refractometer, I-160 and rH-150 MP ionomers, MDR-3 LOMO spectrometer according to TU 1472936.001-97, SNOL 7.2/1100 laboratory electric furnace.

The results obtained and their novelty

The presented theoretical and experimental proof of the common nettle leaves extracts antioxidant effectiveness regardless of the time and place of their collection characterized by the complexity of the methods used, combining theoretical content-analysis of literary data, experimental determination in a four-year observation cycle of the raw material antioxidant substance content, extracts ORP evaluation with the potentiometric method.

A beverage consumer property model from common nettle with an antioxidant effect, which was not previously used for the commodity science purposes, including an ORP indicator to characterize their functional orientation properties, and an approach for their quality complex indicator evaluating allow to systematically managing the such beverages quality at all their life cycle stages and ensure its set level.

For the first time, the proposed approach for the soft drinks with an antioxidant effect from common nettle consumer properties formation is based on the quality function development method allowing systematically designing drinks with specified consumer properties taking into account the market demand.

High quality common nettle dry leaves extracting resource-efficient technological process regression model, including a combination of technological factors such as the raw materials fineness, hydromodule, extraction temperature, extraction duration, wherein the ORP indicator serves as a response function has been obtained.

For the first time, the statistically described ($n = 61$) regularity of the formation of nettle leaves fermented extracts with deep negative ORP values at the level of 431 ± 25 mV, made it possible to design drinks with an antioxidant effect consumer properties according to the ORP indicator.

Recommendations for use: the scientific provisions and thesis conclusions, the proposed models and approaches can be used in the specialty courses theoretical sections as well as functional drinks with an antioxidant effect development.

Field of application: soft drinks production, functional products merchandising.

Подписано в печать 25.10.2024. Формат 60×84 1/16.
Цифровая печать. Гарнитура Times New Roman.
Уч.-изд. л. 1,7. Усл. печ. л. 1,5.
Тираж 60 экз. Заказ 82.

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014.
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

Отпечатано в учреждении образования
«Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий».
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.