

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

Объект авторского права

УДК 635.132: 633.432

ЗЕЛЕНКОВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОРКОВНОГО СОКА ПРЯМОГО
ОТЖИМА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАРОТИНА
И УЛУЧШЕННЫМИ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ
ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

**Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.18.01 – технология обработки, хранения и пе-
реработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодо-
овощной продукции и виноградарства**

Могилев, 2022

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель **Егорова Зинаида Евгеньевна**,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физико-химических методов и обеспечения качества учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты: **Мазур Анатолий Макарович**,
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Комарова Наталья Викторовна,
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»

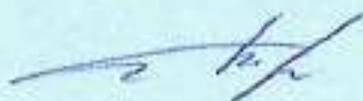
Оппонирующая организация Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»

Защита состоится «20» января 2023 г. в 12.00 на заседании совета по защите диссертаций при учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», Д 02.17.01, по адресу: 212027 Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3, Email: mail@bgut.by, тел.: +375 222 64-79-14.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», Д 02.17.01.

Автореферат разослан «05» декабря 2022 г.

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



Т.Д. Самуйленко

ВВЕДЕНИЕ

Согласно Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года важным аспектом обеспеченности населения качественным продовольствием и его доступности для полноценного питания и здорового образа жизни является развитие конкурентоспособного аграрного производства и включение в него инновационной составляющей. В этой связи актуально формирование перспективных технологий производства конкурентоспособных пищевых продуктов, обладающих высокой питательной ценностью, и изготовленных из местных сырьевых ресурсов. Одним из способов решения данной задачи может быть производство соков прямого отжима из моркови, повсеместно возделываемой культуры и служащей основным источником каротина для населения Беларуси. Согласно статистическим данным, основным видом соковой продукции из моркови, производимым отечественными предприятиями, является нектар. Такая позиция белорусского консервного сектора может быть объяснена рисками, обусловленными сортовыми особенностями сырья и возникающими при производстве морковного сока прямого отжима: он может горчить, иметь землистый привкус, непривлекательный белесый осадок, невысокий выход целевого продукта и низкое содержание каротина в нем. Зарубежными исследователями (W.Shobinger, M. Anastasakis, A. Shakeel, B. Bao, J. Borowska, R. Chadha, B.H. Chen, H.K.Sharma, H. Liao, H. Furui, H. Komsta, E. Kostrzewa, L. Qin, Li Juan Yu, L.J. Quitão-Teixeira, N.Demir, M.Sherafati, Ma T., и др.) была предложена типовая технологическая схема изготовления морковного сока прямого отжима, а также ряд приемов по оптимизации подготовительных операций и конечной тепловой обработки. Подобные комплексные исследования на сортах моркови, выращиваемых сельскохозяйственными белорусскими организациями, в настоящее время отсутствуют. Вместе с тем, решение данных вопросов позволит белорусским производителям изготавливать морковный сок прямого отжима, отличающийся привлекательными органолептическими характеристиками и высоким содержанием каротина, отвечающий требованиям международных стандартов Кодекс Алиментариус, сводов правил и норм ассоциаций производителей соков.

Таким образом, разработка научно-обоснованной технологии производства сока прямого отжима из моркови белорусской зоны выращивания, позволит расширить ассортимент овощных соков премиум класса, обеспечит население республики продукцией натурального состава, богатой полезными макро- и микронутриентами, доступной для потребителей. Внедрение данной технологии в промышленное производство обеспечит сокращение доли импортных соков прямого отжима.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Настоящая работа выполнялась на кафедре физико-химических методов сертификации продукции учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» в испытательной лаборатории по контролю качества продовольственного сырья и пищевых продуктов (аттестат аккредитации № ВУ/112 02.1.0.1748 от 18.04.2014 действителен до 31.09.2017), а также в лаборатории физико-химических методов исследования государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси». Тема диссертации включена в научный план БГТУ, утвержденный советом УО БГТУ протоколом №3 от 29 ноября 2012 года. Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156: 5. Агропромышленные и продовольственные технологии: производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. Диссертационное исследование тесно связано с выполнением следующих заданий:

задание 5.3 «Разработка и внедрение комплексной технологии переработки моркови с получением морковного сока прямого отжима и консервов на его основе» ГП «Инновационные биотехнологии», подпрограмма «Биотехнологии в пищевой промышленности» (№ гос. рег. 20100861, 2010–2012 гг.);

задание «Разработать и освоить технологию производства концентрированных соков из растительного сырья» РНТП «Разработка технологий и технических средств, обеспечивающих повышение эффективности функционирования сельского хозяйства и промышленности Минской области на 2011-2015 г.г.» (№ гос. рег. 20130131, III кв. 2012 г. – II кв. 2014 г.);

задание 2.32 ГБ 16-095 «Исследование биологической активности пигментобразующих и фенольных соединений в процессе хранения и переработки корнеплодов, районированных на территории Республики Беларусь» ГПНИ «Химические технологии и материалы», подпрограмма «Биологически активные вещества» (№ гос. рег. 20160705, 2016–2018 гг.).

Цель и задачи исследования. Цель работы – научно-практическое обоснование и разработка технологии получения сока прямого отжима из моркови с применением методов физического, химического и биологического воздействия для повышения его пищевой ценности и улучшения органолептических свойств, минимизации продовольственных потерь и энергетических затрат. Поставленная цель достигалась посредством решения следующих задач:

1) разработать оригинальную методику измерения качественного и количественного состава каротиноидов в столовой моркови с применением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии и адаптировать методику определения фенольных соединений в лекарственных травах для матрицы моркови;

2) исследовать каротиноидный и фенольный статус свежесобранной и хранящейся столовой моркови различных ботанических сортов/гибридов, допущенных для производства и реализации на территории Республики Беларусь, и предложить предпочтительные сорта/гибриды и сроки их переработки для выпуска сока прямого отжима с повышенным содержанием β -каротина и отсутствием горечи во вкусе;

3) изучить влияние тепловой обработки, подкисления и ферментативного гидролиза морковной мезги на выход сока и экстракцию β -каротина в него и с помощью методов математического анализа обосновать оптимальные технологические режимы бланширования и ферментализации морковной мезги;

4) разработать, провести промышленную апробацию и внедрить технологию производства морковного сока прямого отжима и рецептуры консервов на его основе, в том числе режимы их стерилизации в стеклянной потребительской упаковке европейского типа, а также определить оптимальный период и режим хранения целевых продуктов после нарушения герметичности потребительской упаковки по показателю «содержание β -каротина».

Объект исследования – свежесобранная и хранящаяся морковь различных сортов/гибридов белорусского происхождения, полуфабрикаты на этапах ее переработки на сок прямого отжима и готовая соковая продукция.

Предмет исследования – органолептические, физико-химические, технологические свойства и показатели безопасности исследуемых объектов.

Научная новизна

Диссертационное исследование содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2, 4, 5, 6, 7, 11 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ:

– научно обоснованы, экспериментально подобраны и валидированы условия разделения и количественного определения α -, β -каротина и лютеина в матрице моркови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, обеспечивающие степень их извлечения, равную 99,91 %, и высокую точность результатов (промежуточная прецизионность $\leq 4,0$ %); экспериментальным путем адаптирована и валидирована методика определения содержания соединений фенольной природы в матрице моркови, характеризующаяся промежуточной прецизионностью $\leq 4,0$ % и воспроизводимостью $\leq 7,0$ % (п.2 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ);

– получены новые данные о качественном и количественном составе каротиноидов моркови и впервые предложена прогностическая модель, описывающая взаимосвязь между концентрацией каротина в моркови к моменту ее переработки и периодом ее хранения (п.2 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ);

– впервые показан характер накопления фенольных соединений в хранящейся моркови; установлено, что они участвуют в формировании горького вкуса корнеплодов, интенсивность которого зависит от сортовых особенностей сырья (п.2 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ);

– обоснованы, экспериментально подтверждены и верифицированы режимы бланширования, подкисления и ферментализации морковной мезги, обеспечивающие увеличение выхода сока и содержания β -каротина в нем (п.4 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ); на основании математической обработки массива экспериментальных данных установлены корреляционные зависимости между параметрами бланширования/ферментализации мезги и выходом сока, а также степенью извлечения β -каротина, позволившие определить рациональное сочетание параметров ведения технологического процесса (п.6, 11 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ);

– с применением методологии развертывания функции качества и органолептического профилирования экспериментально подтверждено, что добавление морковного и яблочного пюре в количестве не менее 30 об.% в сок с мякотью для детского питания повышает пищевую ценность продукта и улучшает его органолептические свойства (п.5 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ);

– разработаны и верифицированы режимы стерилизации соковой продукции, обеспечивающие высокое качество и безопасность продуктов на протяжении всего срока годности (п.7 Паспорта специальности 05.18.01 ВАК РБ).

Положения, выносимые на защиту

1. Оригинальная методика оценки качественного и количественного состава каротиноидов в моркови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, отличающиеся использованием в качестве подвижной фазы **ацетонитрил-метанол-этилацетата в соотношении 73:20:7** и **ацетона** в качестве растворителя для восстановления сухого остатка пигментов, обеспечивающая **разрешение** между рядом элюирующимися пиками α - и β -каротина, **равное 2,8**, и сокращение до **30 минут** продолжительности хроматографического разделения;

2. Данные о составе и содержании каротиноидов (**α -каротина 1,22...6,79 мг/100г, β -каротина 2,98...11,78 мг/100г, лютеина 0,12...0,69 мг/100г**) и фенольных соединений (от **2,10...7,21 мг/100 г** до **16,07...40,78 мг/100 г**) в свежесобранной и хранящейся моркови, дополняющие и расширяющие научную информацию о пищевой ценности моркови белорусской зоны произрастания, позволяющие рекомендовать для выпуска сока прямого отжима и консервов на его основе сорта/гибриды **Витаминная-6, Лявоніха, Нерак F1** и предпочтительные сроки переработки – 3 месяца после сбора урожая;

3. Зависимость концентрации β -каротина (y , мг/100 г) от продолжительности хранения моркови (x , мес.), описываемая уравнением $y = a - 0,9383 \cdot (x+1)$,

(a – его исходное содержание в моркови), полученная для диапазона концентраций от 6 до 14 мг/100 г, отличающаяся линейностью ($R^2 = 0,986$) и позволяющая прогнозировать уровень каротиноидов в моркови к моменту ее переработки;

4. Усовершенствованная технология производства морковного сока прямого отжима, отличающаяся конечными продуктами (полуфабрикатом асептического консервирования и стерилизованными соками в потребительской упаковке) и режимами бланширования: температура – 82 ± 2 °С, продолжительность – 9 ± 1 мин; и ферментативного гидролиза морковной мезги: температура 50 ± 2 °С, экспозиция 85 ± 5 мин, дозировка 300 мл ферментного препарата Vegazim P-CS на 1 т мезги), что позволило повысить эффективность процесса (выход сока выше на 5 %, энергозатраты ниже на 20,5 %) и пищевую ценность сока (max извлечение β -каротина в сок на 45 % больше, чем при традиционной технологии; max степень удовлетворения суточной потребности в β -каротине 170 %, сохранение β -каротина до 93 % в процессе потребления).

Личный вклад соискателя. Личный вклад соискателя состоит в формулировании цели и задач научной работы и непосредственном участии в выполнении всех этапов диссертационного исследования, систематизации и анализе полученных экспериментальных данных, обобщении и интерпретации научных результатов. Автором самостоятельно осуществлено планирование научной работы, выполнен поиск и углубленное изучение отечественной и зарубежной литературы, проведен выбор и отбор образцов и разработан инструментарий исследований. Совместно с сотрудниками ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси» подобраны условия хроматографического разделения каротиноидов и проведены исследования по оценке количества α -, β -каротина и лютеина в корнеплодах моркови. Автором лично спланирован и выполнен многофакторный эксперимент по подбору оптимальных режимов тепловой обработки морковной мезги, получено уравнение регрессии данного процесса; применен аппарат математической статистики для расчета результатов органолептического анализа опытных образцов соков и оценки предпочтений потребителей. Автором самостоятельно написан и оформлен автореферат, основные публикации и рукопись диссертации, подготовлен доклад для защиты.

Апробация результатов диссертации. Результаты научных исследований были доложены, представлены и обсуждались на следующих выставках и конференциях: выставке научных достижений и инновационных предложений Молодежного инновационного форума «Наука и бизнес – 2011» (г. Минск, 14-18 ноября 2011 г.); выставках БГТУ (г. Минск, 2012-2016 гг.); Международной научно-технической конференции «Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления» (г. Минск, 23-24 ноября 2011 г.); Международной научно-практической конференции «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья» (г. Краснодар, 23-24 июня, 2011 года

и 24-25 мая, 2012 г.); IV международной научно-практической конференции «Пищевая и морская биотехнология – для здорового питания и решения медико-социальных проблем» (г. Светлогорск, Калининградская обл., 1-2 июля 2011 г.); 6-й Международной конференции «Последние достижения в области анализа пищевых продуктов» (6th International Symposium on RECENT ADVANCES IN FOOD ANALYSIS), (г. Прага, Чешская Республика, 5-8 ноября 2013 г.); III Научной конференции аспирантов Университета в Белостоке «Международное сотрудничество и региональное развитие – задачи и перспективы» (г. Белосток, Республика Польша, 13-14 ноября 2014 г.); XX и XXII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. М. Горбатова «Актуальные вопросы развития устойчивых, потребитель-ориентированных технологий пищевой и перерабатывающей промышленности АПК», (г. Москва, Российская Федерация, 7-8 декабря 2017 г. и 25-26 ноября 2020 г.); 12-й Конференции стран балтийского региона (12th Baltic Conference on Food Science and Technology: Food R&D in the Baltics and Beyond – FoodBalt – 2018) (г. Каунас, Литва, 17-18 мая 2018 г.); XIII Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилев, 23-24 апреля 2020 г.).

Разработанная технология апробирована и внедрена на ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат», что подтверждено актами.

Опубликованность результатов диссертации. Основные научные результаты диссертации отражены в 18 публикациях, что соответствует 4,9 авторским листам. Среди них 11 научных статей (7 в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень для опубликования результатов диссертаций – 3,5 а.л.), 5 материалов и 2 тезисов докладов на международных научных конференциях. Кроме того, по результатам диссертационного исследования разработаны и утверждены в установленном порядке: 1 технические условия, 2 технологические инструкции, 5 рецептов, отчет по валидации МВИ, 1 МВИ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, шести глав, заключения, списка использованных источников, восемнадцати приложений. Полный объем диссертации составляет 227 страниц. Основная часть размещена на 95 стр., список использованных источников – на 22 стр. (включает 238 источников библиографического списка и 26 публикаций автора), приложения – на 95 стр. Цифровой и графический материал (32 таблицы и 26 рисунков) занимает 31 стр.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе представлен аналитический обзор научных данных о биохимическом составе столовой моркови, опубликованных за последние сорок лет; показаны противоречия, фрагментарность и ограниченность сведений о каротино-

идном и фенольном статусе сортов, используемых для переработки и реализации в Беларуси. Сделан вывод о необходимости его углубленного изучения для выбора предпочтительных сортов и сроков их хранения до переработки. Проанализированы существующие технологии получения морковного сока прямого отжима и их влияние на качество целевой продукции; установлены причины неприменения данных технологий белорусскими предприятиями, что позволило обосновать целесообразность оптимизации технологических этапов подготовки моркови по двум параметрам: выходу сока и содержанию каротина в нем. Поставлена цель и сформулированы задачи исследования.

Во второй главе описаны объекты и методы исследований. Отбор образцов осуществляли стандартными методами. Всего было исследовано 980 образцов (490 образцов сырья, 205 полуфабрикатов и 285 единиц готовой продукции) и 7 технологических процессов и операций (хранение моркови; тепловая, химическая и ферментативная обработка морковной мезги; извлечение сока; стерилизация и хранение консервов). При проведении экспериментов использовали стандартизованные и разработанные/модифицированные нами оригинальные методики измерений. Данные обрабатывали с использованием аппарата математического моделирования и статистики в пакете Microsoft Excel. Структура, состав и взаимосвязь этапов исследований представлена на рисунке 1.

В третьей главе был разработан и апробирован методический инструментарий для оценки количественного и качественного состава каротиноидов и соединений фенольной природы в моркови. Проведенные валидационные и верификационные исследования подтвердили, что разработанные методики измерений позволяют получать достоверные и воспроизводимые результаты в условиях любой испытательной лаборатории, оснащенной соответствующим оборудованием.

В четвертой главе представлены результаты исследований каротиноидного и фенольного статуса двадцати современных сортов/гибридов столовой моркови, переработанной на предприятиях и реализованной на территории Республики Беларусь с 2010 по 2019 годы. В результате изучения содержания каротиноидов в моркови (рисунок 2) установлено, что на белорусских предприятиях высока вероятность переработки моркови с их средним и низким уровнем (по сравнению со справочными данными), поскольку доля таких сортов/гибридов составляет 70 % от изученных. Поэтому разработка технологии производства сока прямого отжима, обеспечивающей получение целевого продукта с максимальным сохранением содержания β -каротина, актуальна. Изучение изменения каротиноидного статуса моркови в течение четырех месяцев хранения (рисунок 3) показало, что степень разрушения каротиноидов зависит в большей мере от сортовых особенностей корнеплодов (снижение составляет от 1,57 раза до 2,24 раз), чем от режимов хранения и исходного содержания каротиноидов.



Рисунок 1 – Структурная схема исследований



Рисунок 2 – Общее содержание каротиноидов в моркови

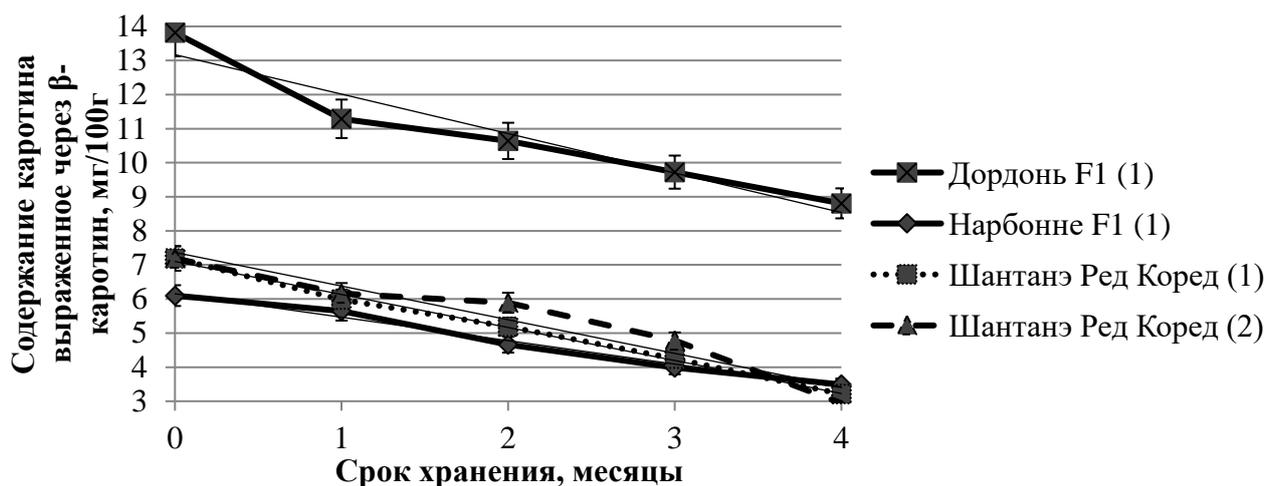


Рисунок 3 – Изменение содержания каротина в моркови в процессе хранения при двух режимах: (1) $t=(0-1)^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха 95-98 % и (2) $t=(4-6)^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 75-85 %

Обработка вышеприведенных результатов методами математической статистики позволила предложить прогностическую модель в виде следующей линейной зависимости между концентрацией каротина (C , мг/100 г) и продолжительностью хранения моркови (t , мес.): $C = a - 0,9383 \cdot (t+1)$, $R^2 = 0,986$ (a – исходное содержание каротина в моркови) в диапазоне концентраций от 3 до 14 мг/100 г, прогнозирующую уровень каротиноидов в моркови к моменту ее переработки с вероятностью 75 %.

Для получения морковного сока прямого отжима с повышенной пищевой ценностью была изучена не только общая концентрация каротиноидов в сырье, но и уровень их отдельных представителей (таблица 1). Соотношение каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания (61 % β -каротина, 35 % α -каротина и 4 % лютеина) свидетельствует о том, что оно отличается от моркови других европейских стран, России и США более высоким содержанием лютеина, что указывает на ее ценность не только, как источника провитамина А, но и нутриента, участвующего в обеспечении нормального функционирования зрительной системы человека.

Анализ естественной динамики накопления фенольных соединений в моркови разных сортов/гибридов (рисунок 4) свидетельствует о значительном различии в интенсивности их синтеза, что, объясняется в большей мере сортовыми особенностями корнеплодов (физиологическим состоянием растительной ткани, набором ее активных ферментов), чем другими факторами.

Математическая обработка данных по интенсивности накопления фенольных соединений в корнеплодах моркови разных сортов/гибридов в зависимости от продолжительности хранения (x , месяцы), показала, что рост концентрации (y , мг/100 г) фенольных соединений был приближен к линейному

Таблица 1 – Содержание отдельных представителей каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания

№ п/п	Наименование сорта/гибрида моркови	Содержание каротиноида, мг/100 г		
		β-каротина	α-каротина	лютеина
1	Балтимор F1	3,505±0,605	2,256±0,281	0,309±0,189
2	Бангор F1	11,782±2,754	6,792±1,233	0,392±0,116
3	Белградо F1	6,565±0,817	2,997±0,596	0,285±0,080
4	Витаминная-6	10,339±1,428	5,754±1,120	0,193±0,095
5	Вулкан F1	10,703±0,472	6,219±1,089	0,693±0,094
6	Дордонь F1	9,006±1,458	4,799±0,591	0,562±0,138
7	Лагуна F1	5,137±0,827	3,912±0,343	0,455±0,034
8	Лявоніха	8,734±1,680	5,093±0,256	0,501±0,139
9	Монанта F1	2,976±0,307	1,221±0,229	0,123±0,028
10	Море́лия F1	4,544±0,047	3,205±0,334	0,464±0,029
11	Нантская 4	6,216±0,767	2,986±0,437	0,178±0,041
12	Нерак F1	9,863±4,232	5,750±1,265	0,451±0,135
13	Нилэнд F1	5,999±0,379	4,103±0,789	0,487±0,012
14	Нантес 2 - Тито	4,261±1,084	2,553±0,499	0,519±0,065
15	Рига P3	6,403±0,778	3,546±0,503	0,476±0,148
16	Сиркана F1	5,793±1,063	3,085±0,103	0,452±0,066
17	Флам	5,955±0,940	2,759±0,534	0,174±0,031
Среднее по сортам		6,804±1,668	3,863±0,600	0,385±0,085

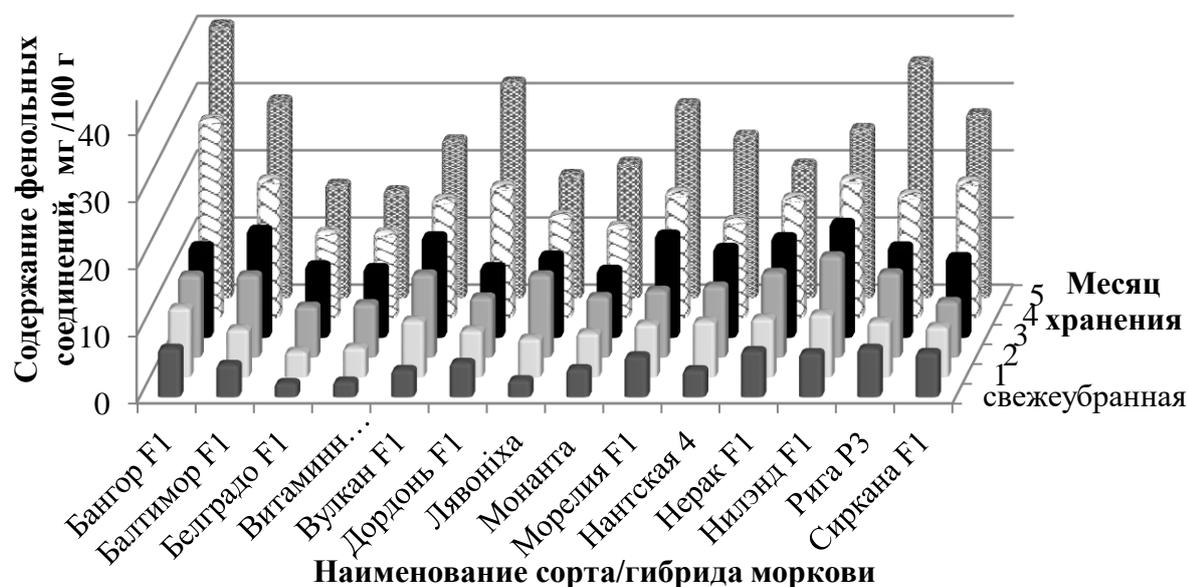


Рисунок 4 – Содержание фенольных соединений в столовой моркови различных сортов/гибридов на протяжении пяти месяцев хранения

(в 43 % изученных сортов) или экспоненциальному (в 57 %) законам и описывался соответствующими зависимостями (например, $y = 6,6968 \cdot e^{0,3407 \cdot x}$ для моркови сорта Бангор F1, $y = 3,0986 \cdot x + 3,349$ для моркови сорта Лявоніха) с высокими коэффициентами корреляции, принимавшими значения от 0,93 до 0,99. Комплексный анализ полученных результатов позволил прийти к заключению, что образцы с большим содержанием фенолов в свежееубранных корнеплодах и экспоненциальным характером роста их концентрации характеризовались высоким содержанием этих веществ к концу исследованного периода хранения.

Результаты оценки степени влияния фенольных соединений на горький вкус моркови (рисунок 5), полученные путем сопоставления интенсивности горечи (в баллах) и концентрации фенольных соединений в моркови, показали, что в 77 % образцов моркови разных сортов/гибридов коэффициент корреляции составил 0,91 и только в трех образцах (гибриды Бангор F1, Дордонь F1 и Морелия F1) корреляция между горьким вкусом и содержанием фенольных соединений отсутствовала. При этом во всех исследованных образцах в первые три месяца хранения горечь не достигала ощутимых для человека концентраций.

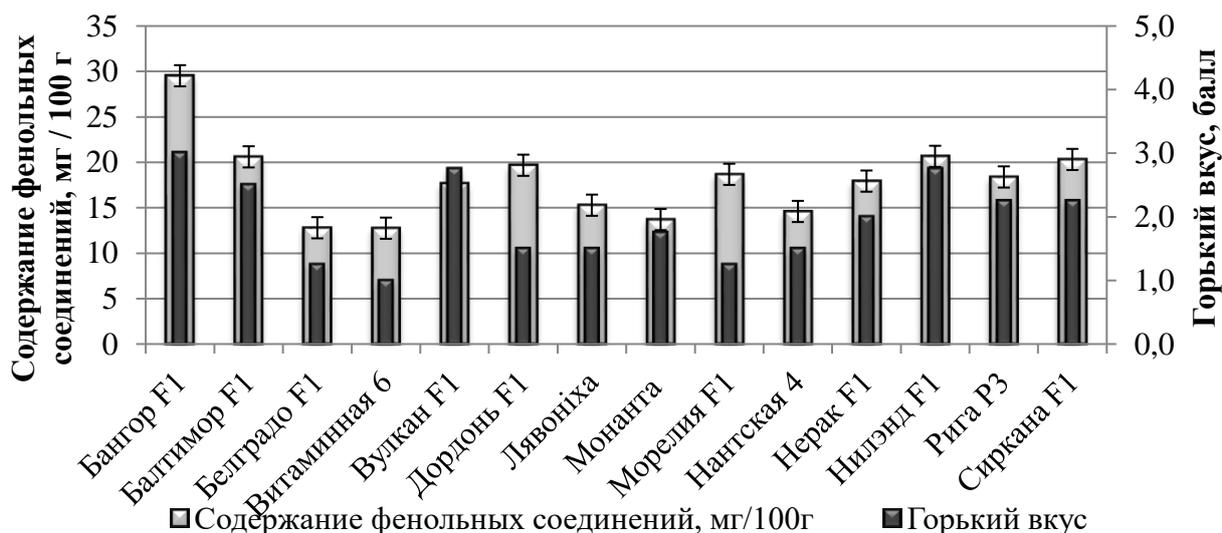


Рисунок 5 – Содержание фенольных соединений и горький вкус в моркови

Таким образом, анализ каротиноидов и фенолов в моркови исследованных сортов/гибридов показал, что по содержанию всех каротиноидов выгодно отличаются сорта/гибриды Бангор F1, Витаминная 6, Вулкан F1, Дордонь F1, Лявоніха, Нерак F1, по содержанию лютеина – Вулкан F1, Дордонь F1, Лявоніха, Нантес 2-Тито, по низкой степени накопления фенолов – Белградо F1, Витаминная 6, Лявоніха и Нерак F1. Из результатов комплексных исследований каротиноидов и фенольных соединений свежееубранной и хранящейся моркови разных сортов/гибридов следует, что предпочтительными для получения сока прямого отжима является менее 30 % от изученных сортов/гибридов, а предпочтительными сроками переработки – первые три месяца после сбора урожая. Поэтому необходима такая технология производства морковного сока прямого отжима,

которая могла бы обеспечить выход целевого продукта с максимально сохраненным каротином и привлекательными органолептическими свойствами из моркови любых сортов/гибридов на протяжении всего периода ее переработки.

В пятой главе приведены результаты исследований по подбору этапов и параметров технологического процесса изготовления морковного сока прямого отжима с целью повышения его выхода и максимального сохранения полезных нутриентов в конечной продукции. Было установлено, что бланширование по традиционным режимам (температура 98 ± 2 °С, продолжительность 10 мин) обеспечивает выход сока 58 %, извлечение каротина 15 %, и полученный продукт характеризуется опалесценцией. Минимизация данного недостатка была достигнута применением лимонной кислоты, которая оказывала положительное влияние на органолептические, физико-химические и технологические характеристики целевого продукта (содержание белка снижается на 30 %, незначительно увеличивается выход сока – на 2 %, опалесцирующие разводы менее заметны, меньше осадка на дне потребительской упаковки) в следующей дозировке: 0,1 % от массы морковной мезги.

Изучение влияния обработки морковной мезги ферментами на выход сока, степень извлечения каротина и снижения нитратов (рисунок 6) показало, что наиболее высокий выход продукта позволяют получить полиэнзимные комплексы под торговым названием Vegazim P-CS и Pectinex BEXXL: 71,6 и 72,3 % соответственно, что превышает контрольное значение на 18,2 и 18,9 %.

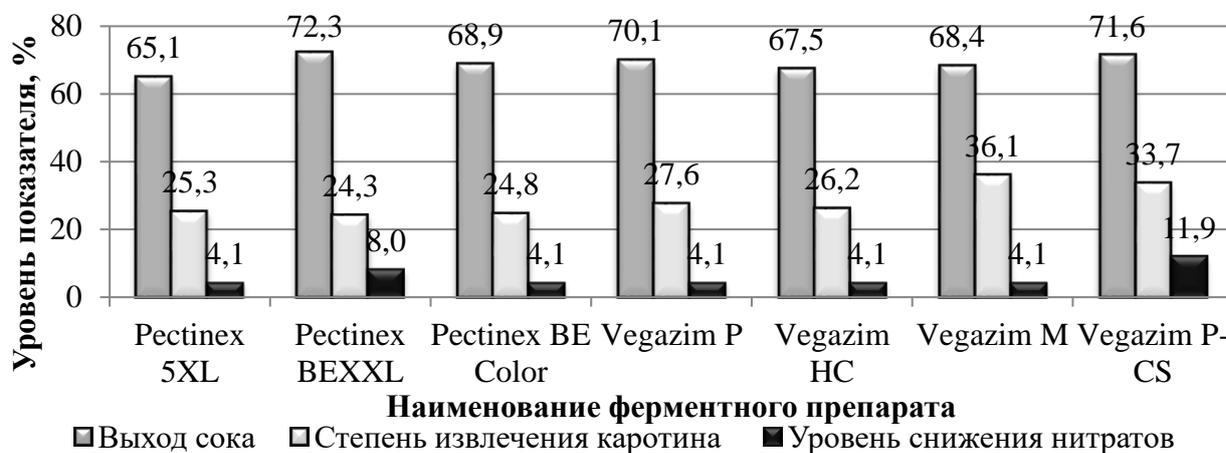


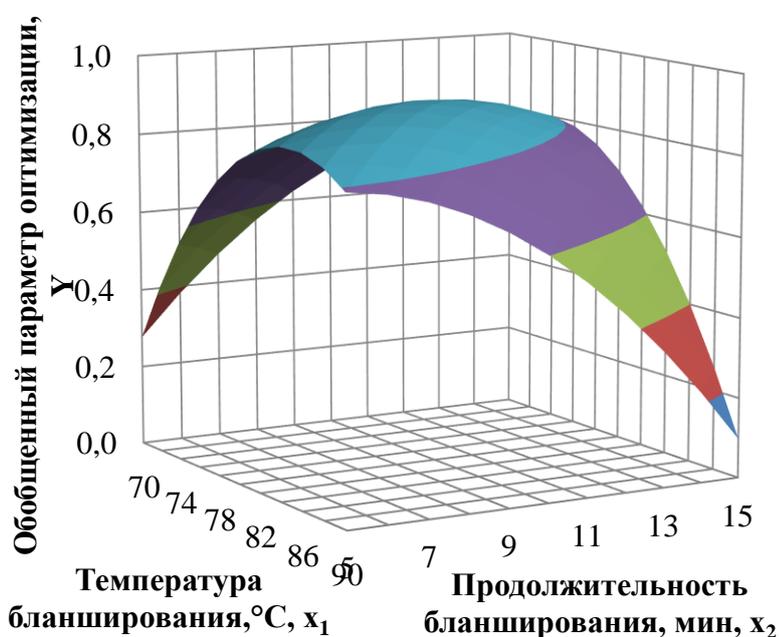
Рисунок 6 – Изменение показателей морковного сока в результате ферментализации

Значительный выход каротина в сок наблюдался при использовании ферментных препаратов Vegazim M и Vegazim P-CS, который превысил контрольное значение в 1,8 и 1,7 раз. Было установлено дополнительное положительное действие ферментативной обработки мезги на уровень нитратов в соке, содержание которых снижалось на 4,1...11,9 % в сравнении с контролем (соком из необработанной мезги). Высокую эффективность по совокупности оцененных показателей продемонстрировал, среди исследованных, ферментный комплекс под торговым названием Vegazim P-CS, являющийся энзимным препаратом на основе пектиназы.

По итогам исследований, проведенных в лабораторных условиях, было установлено, что ферментная обработка морковной мезги препаратом Vegazim P-CS по рекомендуемым изготовителем режимам (дозировка 400 мл/1 т мезги, прогрев 30 мин при температуре 45 °С), в комплексе с бланшированием (температура 98±2 °С, продолжительность 10 мин) и подкислением лимонной кислотой (дозировка 0,1 %) способна достичь следующих результатов: максимальный выход сока 71,6 %, максимальная степень извлечения каротина из сырья 33,7 %, а также снижение концентрации нитратов на 11,9 %. Произведенная проверка изученных технологических приемов в условиях ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» показала, что выход сока из мезги составил 79,4...83,4 %, что подтверждено актами выработки, а с учетом технологических потерь – 60,4...61,4 %.

Таким образом, очевидно, что основными технологическими приемами, влияющими на сокоотдачу и степень экстракции каротиноидов в сок, являются бланширование и ферментализ. Поэтому нами был осуществлен поиск оптимальных режимов этих операций с использованием методов математического моделирования. В результате было установлено, что зависимость выхода сока и содержания β-каротина в нем (обобщенный критерий оптимизации P_6) от температуры (x_1) и продолжительности обработки (x_2) описывается уравнением регрессии второго порядка (рисунок 7):

$$P_6 = 0,9017 - 0,0387 \cdot x_1 - 0,0509 \cdot x_2 - 0,2962 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,2631 \cdot x_1^2 - 0,1554 \cdot x_2^2. \quad (1)$$



**Рисунок 7 –
Математическая модель
процесса бланширования
морковной мезги
в графическом виде**

Из графического изображения данной модели видно, что обобщенный параметр оптимизации принимает максимальное значение, равное 0,91 при сочетании факторов: температура прогрева – 80 °С, продолжительность – 9 мин. Экспериментальные данные подтверждают, что максимальное извлечение β-каротина (63,1 %, что на 56,0 % выше, чем при традиционных режимах) и выход сока (на

3,1 % выше, чем при традиционных режимах) наблюдаются в интервале между значениями продолжительности бланширования 5 ...10 мин при температуре 82 ± 2 °С. Таким образом, для практического использования было рекомендовано применение бланширования в течение 8-10 мин при температуре 82 ± 2 °С.

Результаты серии экспериментов по оптимизации ферментализации позволили получить функциональную зависимость выхода сока (Y) от температуры (x_1), времени инкубации (x_2) и дозировки (x_3) ферментного препарата:

$$Y = 75,887 + 3,705 \cdot x_1 + 2,062 \cdot x_2 + 1,032 \cdot x_3 - 1,942 \cdot x_1 \cdot x_2 - 2,075 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,633 \cdot x_2 \cdot x_3 - 4,383 \cdot x_1^2 - 2,845 \cdot x_2^2 - 4,583 \cdot x_3^2. \quad (2)$$

Математическая модель (рисунок 8), позволила определить оптимальные параметры ферментализации морковной мезги: температура – 50 ± 2 °С, время инкубации – 85 ± 5 мин, концентрация препарата фермента – 0,3 мл / 1000 г морковной массы, при которых выход сока был максимален и составлял 76,8 %.

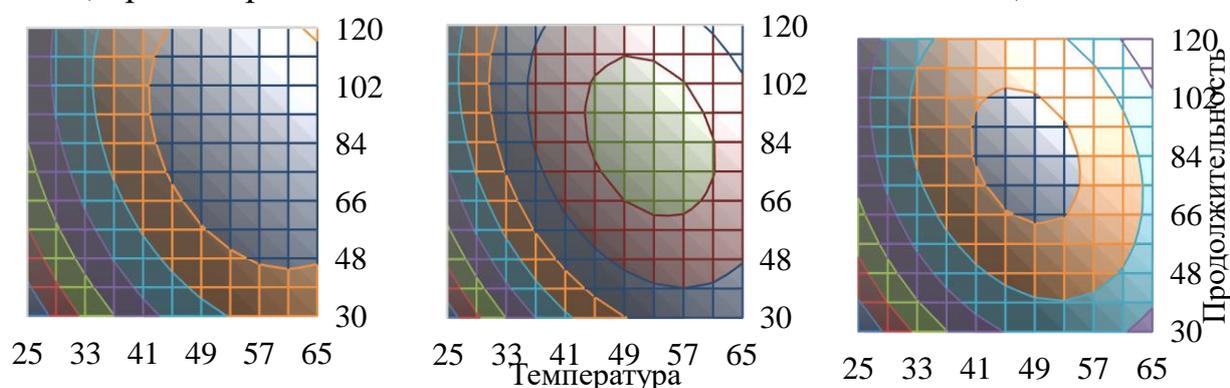


Рисунок 8 – Графики зависимости выхода сока от температуры и продолжительности инкубации на трех уровнях концентрации фермента: (а) 100 мл/г, (б) 300 мл/г, (с) 500 мл/г

Таким образом, оптимизированные нами технологические параметры тепловой, химической и ферментативной обработки морковной мезги (таблица 2) обеспечивают получение высокого выхода морковного сока прямого отжима (не менее 61 %) с сохранением каротина в нем более 60 %.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика традиционных и рекомендуемых технологических параметров подготовки морковной мезги к извлечению сока

Режимы и критерии эффективности процесса предварительной обработки мезги, единицы измерения	Способы и режимы обработки			
	Бланширование (традиционное)	Оптимизированные авторами		
		Бланширование	Бланширование, подкисление	Бланширование, охлаждение, ферментализация подкисленной мезги
1	2	3	4	5

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
Температура, °С	не ниже 95	82±2 ¹	Не регламентуется ²	50±2 ³
Продолжительность, мин	5-10	9±1 ¹	15 ²	85 ³
Дозировка на 1 т мезги	–	–	1 кг	300 мл
Выход сока (max), %	55	60	60	61
Экстракция каротина в сок (max), %	19	63	63	64

¹ бланширования; ² выдержки с лимонной кислотой; ³ ферментолиза

В шестой главе представлено описание разработанной технологии получения сока морковного прямого отжима (рисунок 9, 10).



Рисунок 9 – Технологическая схема производства морковного сока прямого отжима для детского питания



Рисунок 10 – Технологическая схема производства морковного сока прямого отжима общего назначения

Технология отличается способами и режимами обработки мезги перед извлечением сока, а также конечными продуктами: полуфабрикатом асептического консервирования и стерилизованными соками в потребительской упаковке для разных категорий потребителей. Согласно разработанной технологии рекомендуется в первые три месяца после сбора урожая моркови перерабатывать ее на сок для детского питания и сок асептического консервирования. По истечении этого периода рекомендуется перерабатывать морковь на сок общего назначения по техноло-

гической схеме, включающей дополнительное подкисление и ферментализ морковной мезги (рисунок 10), а сок для детского питания производить из заготовленного полуфабриката асептического консервирования. Для обеспечения безопасности и качества морковного сока прямого отжима в течение срока годности были разработаны, научно обоснованы и верифицированы режимы стерилизации:

$$80 \frac{20-20-20}{120} \cdot 180 \text{кПа} \text{ (бутылка III-43-250)}; 80 \frac{20-15-20}{120} \cdot 180 \text{кПа} \text{ (банка III-53-190)}.$$

Для постановки на производство была разработана и утверждена вся необходимая документация: технические условия ТУ ВУ 100354659.089, технологическая инструкция по производству сока морковного прямого отжима ТИ ВУ 100354659.001, рецептуры на сок асептического консервирования (РЦ ВУ 100354659.001), стерилизованный (РЦ ВУ 100354659.002), в т.ч. для детского питания (РЦ ВУ 100354659.003).

Изучение сохранности β -каротина в стерилизованном морковном соке прямого отжима после нарушения герметичности упаковки (в процессе применения), показало, что в течение периода безопасного применения снижение уровня каротина составляло в среднем 6,8 %, что практически не оказывает влияния на уменьшение его пищевой ценности. Было установлено, что степень удовлетворения суточной потребности в β -каротине детей различных возрастных групп и взрослого населения страны при употреблении 100 мл сока морковного прямого отжима составляет 30...80 %.

Для повышения степени удовлетворения суточной потребности в каротине за счет сока морковного прямого отжима использовали комплексный подход, включавший применение методологии развертывания функции качества, органолептического профилирования и физико-химические исследования. Приоритетные требования потребителей были переведены в 16 технических характеристик сока, из которых пять приняли максимальное значение по сравнению с остальными, что позволило расположить их в следующий ряд по уменьшению значимости: «массовая доля растворимых сухих веществ» (132 балла), «вкус и запах» (126 баллов), «эргономичная упаковка» (119 баллов), массовая доля «мякоти» (117 баллов) и «каротина» (114 баллов). Достижение целевых значений выявленных характеристик осуществлялось путем добавления морковной мякоти в сок прямого отжима, количество которой определяли с использованием профильной методологии. Результатом стали технология изготовления соков, нектаров и сокосодержащих напитков овощных гомогенизированных стерилизованных для детского питания (ТИ ВУ 100354659.002) и рецептуры на сок морковный прямого отжима с мякотью (РЦ ВУ 100354659.009) и морковно-яблочный сок с мякотью (РЦ ВУ 100354659.010) стерилизованные для

детского питания. Расчеты показали, что употребление 100 мл сока морковного прямого отжима с мякотью покрывает 125...165 % от суточной потребности в β -каротине для детей и 70...80 % – для взрослых.

Соответствие требованиям технических регламентов ТР ТС 021 и ТР ТС 023 морковного сока прямого отжима и консервов на его основе было подтверждено в аккредитованной испытательной лаборатории Республиканского научно-практического центра гигиены. Технология освоена ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат». В период с 2016 по 2021 год было выпущено 1697,0 туб. консервов на основе морковного сока прямого отжима. Рентабельность производства морковного сока прямого отжима с мякотью для детского питания составила 13 % при экономии энергоресурсов 20,5 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработана и валидирована методика определения каротиноидов в матрице моркови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (в диапазоне концентраций 2,0...15,0 мг/100 г) со следующими метрологическими характеристиками: относительное стандартное отклонение повторяемости – 3,4 % и промежуточной прецизионности – 4,0 %; линейность ($R^2 \geq 0,999$) в диапазоне концентраций β -каротина 20...400 мкг/мл и лютеина 1...100 мкг/мл; высокая специфичность и степень извлечения (99,91 %); робастность в пределах диапазона применения. Модифицирована методика определения гидроксикоричных кислот в моркови фотометрическим методом, высокая чувствительность которой (дисперсии повторяемости $S_r=1,52...4,19$ % и воспроизводимости $S_R=1,98...6,97$ %) подтверждена в низком диапазоне концентраций (1...10 мг/100 г). [2–А, 10–А, 11–А, 17–А]

2. Впервые оценен каротиноидный статус свежесобранной моркови 20 сортов/гибридов, районированных на территории Республики Беларусь, который показал, что содержание каротиноидов варьируется в пределах значений 4...19 мг/100 г и характеризуется значительной долей лютеина (4 % от общего количества), что свидетельствует о высокой пищевой ценности моркови белорусской зоны произрастания. Исследовано изменение концентрации β -каротина (C , мг/100 г) в процессе длительного хранения моркови, которое подчиняется линейному закону в диапазоне концентраций от 3 до 14 мг/100 г и описывается уравнением $C = a - 0,9383 \cdot (t+1)$, $R^2 = 0,986$ (a – исходное содержание β -каротина в моркови; t – продолжительность хранения моркови, мес.), прогнозирующим уровень каротина в моркови к моменту ее переработки; показано уменьшение его уровня после пяти месяцев хранения в среднем на 48 %. Впервые определены различия в накоплении фенольных соединений в процессе хранения в зависимости от сорта сырья (от минимального накопления в моркови гибрида Нерак F1 до максимального – в Белgrado

F1), и выявлено их влияние на ощущение горечи во вкусе моркови (в 77 % случаев). Установлена прямопропорциональная зависимость увеличения их содержания в моркови ($R^2 > 0,93$) от продолжительности хранения корнеплодов. Комплексная оценка изученных образцов моркови позволила рекомендовать к промышленной переработке на сок прямого отжима морковь сортов/гибридов Витаминна-6, Лявоніха, Нерак F1 в первые три месяца после сбора урожая. [2–А, 3–А, 6–А]

3. Установлено, что бланширование морковной мезги по оптимизированным режимам (температура $82 \pm 2^\circ\text{C}$, продолжительность – 8–10 мин) способно достичь следующих результатов: увеличить выход сока на 5 %, извлечение каротина в сок – до трех раз. Дополнительная обработка лимонной кислотой (дозировка 0,1 %) и ферментным препаратом (Vegazim P-CS в дозировке 300 мл / 1 т, с выдержкой 85 ± 5 мин при температуре $50 \pm 2^\circ\text{C}$) способны в дополнение к достигнутым при бланшировании результатам улучшить органолептические свойства сока. Разработана научно обоснованная технология производства морковного сока прямого отжима (полуфабриката асептического консервирования и стерилизованного сока в потребительской упаковке) и консервов на его основе для детского и общего питания, позволяющая получать целевые продукты высокой пищевой ценности, удовлетворяющие суточную потребность в β -каротине на 30...170 %. Установлены режимы стерилизации новой продукции для детского питания в современной стеклянной упаковке европейского типа (Ш-43-250 и Ш-53-190) при температуре 120°C , давлении 180 кПа и продолжительности 15...20 мин. Установлено, что после нарушения герметичности потребительской упаковки максимальный уровень каротина в морковном соке прямого отжима (93,2 % от исходного значения) сохраняется в течение 24 часов установленного безопасного периода применения. [1–А, 4–А, 5–А, 7–А – 9–А, 12–А – 16–А, 18–А – 26–А]

Рекомендации по практическому использованию результатов

По результатам проведенных научных исследований разработаны и утверждены следующие технические нормативно-правовые акты и технологическая документация: ТИ ВУ 100354659.001-2021, ТИ ВУ 100354659.002-2012, Извещение об изменении №2 ТУ ВУ 100354659.089-2011, РЦ ВУ 100354659.001-2010, РЦ ВУ 100354659.002-2010, РЦ ВУ 100354659.003-2010, РЦ ВУ 100354659.009-2012 с изм.№2, РЦ ВУ 100354659.010-2012 с изм.№2.

Разработанная технология внедрена на ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» с 2013 года. За последние 5 лет было произведено 410 т морковного сока прямого отжима и 1700 туб консервов на его основе.

Экономический эффект от внедрения заключается в экономии энергоресурсов на 20,5 %, а социальный эффект – в повышении конкурентоспособности отечественных соков за счет выпуска продукции премиум класса, обладающей повышенной пищевой ценностью и привлекательными органолептическими свойствами.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в научных журналах, включенных в перечень для опубликования результатов диссертационных исследований

1–А. **Зеленкова, Е.Н.** Оптимизация процесса термической обработки морковной мезги при производстве морковного сока прямого отжима / **Е.Н. Зеленкова, З.Е. Егорова** // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – №5–6 (341-342). – С. 69–73.

2–А. **Zelenkova E.** HPLC analysis of carotenoids in particular carrot (*Daucus Carota L.*) cultivars / **E. Zelenkova, Z. Yegorova, P. Shabunya, S. Fatykhava** // Вестник международной академии холода. – №4, 2015. – С. 9–15.

3–А. **Shachek T.M.** Determination of chlorogenic acids in carrots during storage / **T.M. Shachek, T. I. Marchenkova, E. N. Zelenkova** // Вестник международной академии холода. – 2017. – № 4. – С. 3–8.

4–А. **Zelenkova E.** Optimization of the enzymatic process parameters for increase of carrot juice yield / **E. Zelenkova, Z. Yegorova** // Вестник международной академии холода. – 2019. – №3. – С. 45–50.

5–А. **Зеленкова, Е.Н.** Повышение конкурентоспособности морковного сока на основе требований и ожиданий потребителей по технологии QFD / **Е.Н. Зеленкова** // Все о мясе. – 2020. – № 5 S. – С. 122–125.

6–А. **Зеленкова, Е.Н.** Влияние содержания фенольных соединений на вкусовые характеристики столовой моркови / **Е.Н. Зеленкова, З.Е. Егорова** // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. – №5–6 (383-384). – С. 6–11.

7–А. **Зеленкова, Е.Н.** Изучение содержания каротина в стерилизованном морковном соке прямого отжима после нарушения герметичности потребительской упаковки / **Е.Н. Зеленкова, З.Е. Егорова** // Стандартизация. – 2021. – №6. – С. 62–66.

Статьи в других научных изданиях

8–А. **Егорова, З.Е.** Влияние ферментативной обработки морковной мезги на выход сока и содержание бета-каротина в нем / **З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Е.Н. Зеленкова, Е.И. Блинова, О.В. Гудинская, Н.С. Водянович** // Хранительна наука, техника и технологии 2011: Научные труды науч. конф. с междун. участием, Пловдив, 14–15 октября 2011 – Пловдив: Том LVIII, Свитък 2. – 512 с. – С. 34–38.

9–А. **Зеленкова, Е.Н.** Современные технологии в производстве морковного сока прямого отжима / **Е.Н. Зеленкова, З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло** // Индустрия напитков. – 2012. – № 1. – С. 8-12.

10–А. **Zelenkova E.** Determinaton of hydroxycinnamic acids in carrot (*Daucus Carota L.*) by different methods // **E. Zelenkova, Z. Yegorova, D. Cirkunov, M. Cigir** // «Współpraca międzynarodowa a rozwój regionalny. Wyzwania i perspektywy», 2015. – С. 227–239.

11–А.**Зеленкова, Е.Н.** Валидация методики определения основных каротиноидов в моркови методом ВЭЖХ / **Е.Н. Зеленкова**, З.Е. Егорова, П.С. Шабуня, С.А. Фатыкхова // Актуальные вопросы развития устойчивых, потребитель-ориентированных технологий пищевой и перерабатывающей промышленности АПК: Сборник статей 20-й междунар. науч.-практич. конф., посвящ. памяти В. М. Горбатова, Москва, 7–8 декабря, 2017. – Москва: ФГБНУ «ФНЦ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ им. В.М. Горбатова» РАН, 2017. – С. 135–138.

Статьи в сборниках материалов конференций

12–А.**Зеленкова, Е.Н.** Применение статистических методов в органолептическом анализе морковного сока прямого отжима / **Е.Н. Зеленкова**, З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Н.С. Водянович // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: Материалы междунар. науч.- практич. конф., Краснодар, 23–24 июня, 2011 – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2011. – С. 179–183.

13–А.**Зеленкова, Е.Н.** Пути использования морковной мезги – отходов производства морковного сока прямого отжима / **Е.Н. Зеленкова**, З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: Материалы междунар. науч.-технич. конф., Минск, 23-24 ноября 2011. – Минск: БГТУ, 2011. – С.181–183.

14–А.Егорова, З.Е. Морковный сок прямого отжима: технологические аспекты / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, **Е.Н. Зеленкова** // Пищевая и морская биотехнология – для здорового питания и решения медико-социальных проблем: Материалы IV Междунар. науч.-практич. конф, Светлогорск, Калининградской обл., 1-2 июля 2011. – Москва: МАКС-пресс, 2011. – С.50–52.

15–А.Егорова, З.Е. Соки с мякотью для детского питания на основе морковного сока прямого отжима асептического консервирования / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, **Е.Н. Зеленкова**, Т.М. Шачек, Е.С. Патей // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: Материалы междунар. науч.- практич. конф., Краснодар, 24–25 мая, 2012. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2012. – С. 107–110.

16–А. **Зеленкова, Е.Н.** Изменение содержания β-каротина в процессе получения морковного сока / **Е.Н. Зеленкова**, З.Е. Егорова // Техника и технология пищевых производств: Материалы XIII Междун. науч.-технич. конф., Могилев, 23-24 апреля, 2020. – Могилев: МГУП, 2020. – Т.1– 458 с. – С. 43–44.

Тезисы докладов

17–А. **Zelenkova E.** HPLC method for qualitative and quantitative analysis of carotenoids in carrot / **E. Zelenkova**, P. Shabunya, S. Fatykhava, Z. Yegorova // 6th International Symposium on RECENT ADVANCES IN FOOD ANALYSIS – Prague, Czech Republic. – November 5–8, 2013. – P. 214.

18–А.**Zelenkova E.** Optimization of the enzymatic process parameters for increase of carrot juice yield / **E. Zelenkova, Z. Yegorova** // Abstract Book «12th Baltic Conference on Food Science and Technology: Food R&D in the Baltics and Beyond – FoodBalt – 2018» – Kaunas, Lithuania. – May 17-18, 2018. – P. 97.

Технические нормативные правовые акты и технологическая документация

19–А.Сок морковный прямого отжима асептического консервирования: Извещение об изменении №1 ТУ ВУ 100354659.089-2011 / **Е.Н. Зеленкова**: утв. УО «Белорусский государственный технологический университет» 05.04.2021. – Введ. 05.05.2021. – Минск, 2021. – 13 с.

20–А.Технологическая инструкция по производству сока морковного прямого отжима: ТИ ВУ 100354659.001-2021 / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Т.М. Шачек, **Е.Н. Зеленкова**: утв. ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» 11.06.2021. – Введ. 15.06.2021. – Минск, 2021. – 21 с.

21–А.Технологическая инструкция по производству соков, нектаров и сокосодержащих напитков овощных гомогенизированных стерилизованных для детского питания: ТИ ВУ 100354659.002-2012 / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Т.М. Шачек, **Е.Н. Зеленкова**: утв. УО «Белорусский государственный технологический университет» 20.12.2012. – Введ. 20.12.2012. – Минск, 2012. – 14 с.

22–А.Сок морковный прямого отжима асептического консервирования: РЦ ВУ 100354659.001-2010 / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Т.М. Шачек, **Е.Н. Зеленкова**: утв. УО «Белорусский государственный технологический университет» 29.12.2010. – Введ. 09.07.2011. – Минск, 2010. – 4 с.

23–А.Сок морковный прямого отжима стерилизованный: РЦ ВУ 100354659.002-2010 / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Т.М. Шачек, **Е.Н. Зеленкова**: утв. УО «Белорусский государственный технологический университет» 29.12.2010. – Введ. 01.07.2011. – Минск, 2010. – 4 с.

24–А.Сок морковный прямого отжима стерилизованный для детского питания: РЦ ВУ 100354659.003-2010 / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Т.М. Шачек, **Е.Н. Зеленкова**: утв. УО «Белорусский государственный технологический университет» 29.12.2010. – Введ. 01.07.2011. – Минск, 2010. – 4 с.

25–А.Сок морковный прямого отжима с мякотью для детского питания стерилизованный: РЦ ВУ 100354659.009-2012 / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Т.М. Шачек, **Е.Н. Зеленкова**: утв. УО «Белорусский государственный технологический университет» и ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» 20.12.2012. – Введ. 29.12.2012. – Минск, 2012. – 5 с.

26–А.Сок морковно-яблочный прямого отжима с мякотью для детского питания стерилизованный: РЦ ВУ 100354659.010-2012 / З.Е. Егорова, И.Н. Стигайло, Т.М. Шачек, **Е.Н. Зеленкова**: утв. УО «Белорусский государственный технологический университет» и ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» 20.12.2012. – Введ. 29.12.2012. – Минск, 2012. – 5 с.

РЕЗІЮМЭ

Зелянкова Алена Мікалаеўна

Тэхналогія вытворчасці маркоўнага соку прамога адціску з павышаным утрыманнем караціну і палепшанымі арганалептычнымі ўласцівасцямі з мясцовай сыравіны

маркоўны сок, прамы адціск, каратыноіды, фенольныя злучэнні, бланшыраванне, ферментная апрацоўка, рэцэптура, рэжымы стэрылізацыі

Мэта работы – навукова-практычнае абгрунтаванне і распрацоўка тэхналогіі атрымання соку прамога адціскання з морквы з прымяненнем метадаў фізічнага, хімічнага і біялагічнага ўздзеяння для павышэння яго харчовай каштоўнасці і паляпшэння арганалептычных уласцівасцей, мінімізацыі харчовых страт і энергетычных затрат.

Метады даследавання: фізіка-хімічныя, арганалептычныя, мікрабіялагічныя, метады матэматычнай статыстыкі і мадэлявання.

Атрыманая вынікі і іх навізна. Атрыманы новыя навуковыя дадзеныя аб кароціноідным і фенольным статусе 20 сартоў / гібрыдаў сталовай морквы, якія вырошчваюцца на тэрыторыі Беларусі, аб суадносінах кароціноідаў у іх (β -карацін / α -карацін / лютэін – 61 % / 35 % / 4 %). Упершыню вызначаны адрозненні ў назапашванні фенольных злучэнняў і ацэнены іх уплыў на фарміраванне горкага смаку морквы. Морква сартоў / гібрыдаў Вітамін-6, Лявоніха, Нерак F1 рэкамендавана на прамысловай перапрацоўцы на сок прамога адціскання ў першыя тры месяцы пасля збору ўраджаю. Выяўлены аптымальныя параметры працэсаў бланшыравання (тэмпература 82 ± 2 °C, працягласць 8–10 хвіл) і ферменталіза (прэпарат Vegazim P-CS ў дазіроўцы 300 мл/1 т, тэмпература 50 ± 2 °C, час інкубацыі 85 ± 5 хвіл) маркоўнай масы. Распрацавана і навукова абгрунтавана тэхналогія маркоўнага соку прамога адціскання павышанай харчовай каштоўнасці з захаваннем β - караціну (да 94%) пры спажыванні і рэцэптуры сокаў з мякаццю для дзіцячага харчавання на яго аснове.

Рэкамендацыі па выкарыстанні. Распрацаваная тэхналогія можа быць выкарыстана на прадпрыемствах Беларусі, абсталяваных тыпавымі лініямі для вырабу сока, і дазволіць ажыццяўляць выпуск сокавай прадукцыі прэміум класа з морквы.

Галіна ужывання: перапрацоўка плодаагародніны.

РЕЗЮМЕ

Зеленкова Елена Николаевна

Технология производства морковного сока прямого отжима с повышенным содержанием каротина и улучшенными органолептическими свойствами из местного сырья

морковный сок, прямой отжим, каротиноиды, фенольные соединения, бланширование, ферментная обработка, рецептура, режимы стерилизации

Цель работы – научно-практическое обоснование и разработка технологии получения сока прямого отжима из моркови с применением методов физического, химического и биологического воздействия для повышения его пищевой ценности и улучшения органолептических свойств, минимизации продовольственных потерь и энергетических затрат.

Методы исследования: физико-химические, органолептические, микробиологические, методы математической статистики и моделирования.

Полученные результаты и их новизна. Получены новые научные данные о каротиноидном и фенольном статусе 20 сортов/гибридов столовой моркови белорусского произрастания, о соотношении каротиноидов в них (β -каротин / α -каротин / лютеин – 61 % / 35 % / 4 %). Впервые определены различия в накоплении фенольных соединений и оценено их влияние на формирование горького вкуса моркови. Морковь сортов/гибридов Витаминна-6, Лявоніха, Нерак F1 рекомендована к промышленной переработке на сок прямого отжима в первые три месяца после сбора урожая. Выявлены оптимальные параметры процессов бланширования (температура $82 \pm 2^\circ\text{C}$, продолжительность 8–10 мин) и ферментализации (препарат Vegazim P-CS в дозировке 300 мл / 1 т, температура $50 \pm 2^\circ\text{C}$, время инкубации 85 ± 5 мин) морковной мезги. Разработана и научно обоснована технология морковного сока прямого отжима повышенной пищевой ценности с сохранением β -каротина (до 94 %) в процессе потребления и рецептуры соков с мякотью для детского питания на его основе.

Рекомендации по использованию. Разработанная технология может быть применена на перерабатывающих предприятиях Беларуси, оснащенных типовым оборудованием для изготовления сока, и позволит осуществлять выпуск соковой продукции премиум класса из моркови.

Область применения: овощеперерабатывающая промышленность.

SUMMERY

Elena Zelenkova

Technology of production of direct extraction carrot juice with an increased content of carotene and improved organoleptic properties from local raw materials

carrot juice, direct extraction, carotenoids, phenolic compounds, blanching, enzymatic treatment, recipe, sterilization modes

The goal of the work – scientific and practical substantiation and development of a technology for obtaining direct juice from carrots using methods of physical, chemical and biological effects to increase its nutritional value and improve organoleptic properties, minimize food losses and energy costs.

Methods: physico-chemical, organoleptic, microbiological, methods of mathematical statistics and modeling.

Received results and their novelty. New scientific data were obtained on the carotenoid and phenolic status of 20 carrot cultivars/hybrids of Belarusian origin, on the ratio of carotenoids in them (β -carotene / α -carotene / lutein – 61 % / 35 % / 4 %). For the first time, differences in the accumulation of phenolic compounds were determined and their influence on the formation of the bitter taste of carrots was assessed. The carrot cultivars of Vitaminna-6, Lyavonikha, Nerak F1 during first three months after harvest were recommended as the raw materials for production of direct extraction juice. The optimal parameters of the blanching processes (temperature 82 ± 2 °C, duration – 9 ± 1 min) and fermentolysis of carrot pulp (Vegazim P-CS at a dosage of 300 ml/t, temperature 50 ± 2 °C, incubation time 85 ± 5 min) were identified. The technology of direct extraction carrot juice with increased nutritional value and preservation of β -carotene (up to 94%) when consumed and the recipes of juices with pulp for baby food have been developed and scientifically substantiated.

Recommendations for use. The developed technology can be applied to the processing enterprises of Belarus, equipped with typical equipment for the juice manufacture, and will allow to release of a premium-class products from carrot.

Sphere of application: Vegetable processing industry.

Подписано в печать 01.12.2022, Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Уч.-изд. л. 1,5. Усл. печ. л. 1,57. Тираж 60 экз. Заказ 155.

Отпечатано в учреждении 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.

