

УДК 664.8

Возможность применения хвои пихты (*Abies sibirica*) в технологии получения овощного соуса из плодов тыквы (*Cucurbita moschata* Duch.)

Сибирский федеральный научный
центр агробиотехнологий
Российской академии наук

К. Н. Нициевская, Е. В. Бородай, С. В. Станкевич

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Елена Валерьевна Бородай
Адрес: 630501, Новосибирская обл.
р.п. Краснообск, а/я 463
E-mail: borodajelena@yandex.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:
данные текущего исследования
доступны по запросу
у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Нициевская, К. Н., Бородай, Е. В., &
Станкевич, С. В. (2022). Возможность
применения хвои пихты (*Abies sibirica*)
в технологии получения овощного
соуса из плодов тыквы (*Cucurbita*
moschata Duch.). *Хранение и переработ-*
ка сельхозсырья, (3).
<https://doi.org/10.36107/spfp.2022.292>

ПОСТУПИЛА: 10.03.2022

ПРИНЯТА: 15.05.2022

ОПУБЛИКОВАНА: 30.09.2022

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение. Овощной соус является характерным представителем жидкой приправы к основному блюду или гарниру. Оптимально подобранный состав компонентов соуса и использование хвои пихты дает возможность максимально расширить ассортимент вегетарианских плодовоовощных приправных соусов, раскрывающих их перспективность как дополнительного источника биологически активных веществ.

Цель. Оценка возможностей применения хвои пихты и разработка рецептуры овощного соуса из плодового сырья на основе тыквы с использованием хвои пихты. В работе использовали плоды тыквы (*Cucurbita moschata* Duch.) сорт «Витаминная» и хвою пихты сибирской (*Abies sibirica*).

Материалы и методы. Приведена описательная характеристика органолептических показателей овощного соуса. В экспериментальных исследованиях использовали методы исследований органолептических, физико-химических показателей растительной продукции (плодов тыквы, хвои пихты, овощного соуса). Исследовали возможность внесения хвои пихты в плодовое пюре на основе тыквы. В качестве контрольного образца использовали плодовое пюре без использования хвои пихтовой.

Результаты. Установлено, что введение хвои пихтовой в основу из растительного сырья в сушенном виде изменял органолептические характеристики образцов, вкусоароматический букет имел хвойное послевкусие и изменение насыщенности цветочных характеристик в зависимости от количества внесенного наполнителя. В опытные образцы внесли 0,17%, 0,33% и 0,50% хвои пихты от массы плодового пюре из тыквы. В результате проведенного исследования доказана актуальность создания продукции с использованием хвои пихты в моделировании пищевых систем на растительной основе. При этом использование хвои в рецептуре влияло на органолептические и физико-химические свойства (дубильные вещества, экстрактивные вещества, тяжелые металлы, флавоноиды и др.). Увеличение процентного внесения хвои с 0,17% до 0,50% приводило к возникновению насыщенного желто-зеленого цвета, тыквенного терпко-кислого вкуса и запаха с хвойным послевкусием. В связи с этим, рациональная доза внесения порошка определена в количестве 0,17 и 0,33 % от массы плодового пюре тыквы. Внесение хвои способствует увеличению содержания в соусе сухих веществ, жира, дубильных веществ, экстрактивных веществ, флавоноидов.

Выводы. Считаем, что данное направление исследований является актуальным с целью создания комбинированных пищевых систем в виде соусов на растительной основе, а именно к получению овощных соусов, в частности в общественном питании при создании соусов к мясным, рыбным и вторым блюдам, а также для использования в кондитерской промышленности, как полуфабриката для производства пастильных кондитерских изделий, использования его в качестве красящего элемента при создании оригинального художественного оформления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

хвоя пихты, плоды тыквы, плодовое пюре, овощной соус

The possibility of fir's needles (*Abies sibirica*) application in the pumpkin-based (*Cucurbita moschata* Duch.) vegetable sauce production technology

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS)

Ksenia N. Nitsievskaya, Elena V. Borodai, Svetlana V. Stankevich

CORRESPONDENCE:

Elena V. Borodai

630501, Novosibirsk region,
r.p. Krasnoobsk, a/ya 463
E-mail: borodajelena@yandex.ru

FOR CITATIONS:

Nitsievskaya, K. N., Borodai, E. V., & Stankevich, S. V. (2022). Fir The possibility of fir's needles (*Abies sibirica*) application in the pumpkin-based (*Cucurbita moschata* Duch.) vegetable sauce production technology. *Storage and Processing of Farm Products*, (3). <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.292>

RECEIVED: 10.03.2022

ACCEPTED: 15.05.2022

PUBLISHED: 30.09.2022

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Background. Vegetable sauce is a characteristic representative of a liquid seasoning for a main course or side dish. The optimally selected composition of the sauce components and the use of fir tree greens make it possible to expand the range of vegetarian fruit and vegetable seasoning sauces to the maximum.

Purpose. Evaluation of the possibilities of using fir tree greens in the production of vegetable sauce from fruit raw materials based on pumpkin and developing a technology for its use. The fruits of pumpkin (*Cucurbita*) variety "Vitaminnaya" and woody greens of Siberian fir (*Abies sibirica*) were used in the work.

Materials and methods. A tasting assessment of organoleptic characteristics was carried out. In experimental studies, methods for studying organoleptic, physico-chemical indicators of plant products were used. We studied the possibility of adding fir (needles) tree greens to pumpkin-based fruit puree. Fruit puree without fir needles was used as a control sample.

Results. It has been established that the introduction of fir needles into the base of vegetable raw materials in dried form changes the organoleptic characteristics of the samples, the flavor bouquet had a coniferous aftertaste and a change in the saturation of color characteristics depending on the amount of filler added. In the prototypes, 0.17 %, 0.33 % and 0.50% of fir tree greens were added from the mass of pumpkin fruit puree. As a result of the study, the relevance of creating products using fir (needles) tree greenery in modeling plant-based food systems has been proved. At the same time, the use of needles in the formulation affected the organoleptic and physico-chemical properties (tannins, extractives, heavy metals, flavonoids, etc.). An increase in the percentage of needles from 0.17 % to 0.50 % led to the appearance of a rich yellow-green color, pumpkin tart-sour taste and smell with a coniferous aftertaste. In this regard, the rational dose of powder application is determined in the amount of 0.17 and 0.33 % by weight of pumpkin fruit puree. The introduction of needles contributes to an increase in the content of solids, fat, tannins, extractives, flavonoids in the sauce.

Conclusion. We believe that this line of research is relevant for the purpose of creating combined food systems in the form of plant-based sauces..

KEYWORDS

fir tree greens, needles, pumpkin fruits, fruit puree

ВВЕДЕНИЕ

Создание комбинированных пищевых систем в виде соусов на растительной основе является актуальным в настоящее время, так как способствует формированию здорового образа жизни, правильному питанию, качеству потребления и увеличению ассортимента продукции на рынке. Повышается информативность и грамотность потребителей в отношении полезных продуктов питания. Таким продуктом, являющимся хорошим источником жизненно важных процессов, протекающих в организме человека, является тыква (Нициевская, 2021). Соусы являются частью ежедневного рациона современного человека, поэтому разработка новых рецептур является важным направлением в пищевой промышленности.

Актуальность использования хвои подтверждена содержанием биологически активных веществ, однако ее применение ограничено особенностями специфического вкуса и аромата. Проведенные исследования в данной работе направлены на разработку рецептуры соусов с учетом особенностей химического состава используемых ингредиентов (пюре тыквенного и хвои пихты).

Тыква и ее полезные свойства

Тыква (*Cucurbita*) относится к роду травянистых растений семейства тыквенных (*Cucurbitaceae*) и является широко выращиваемым овощем во всем мире.

В мире производится 26 522 472 тонн тыквы в год. В настоящее время по производству тыквы Рос-

сийская Федерация занимает 3 место после Китая и Индии (Таблица 1).

Существуют различия в форме плодов тыквы, средний вес плодов колеблется от 8 до 10 кг, иногда до 20 кг. Цвет мякоти варьируется от бледно-желтого до малинового, и толщина мякоти часто варьируется в широких пределах. Формирование цвета объясняется наличием оранжевых каротиноидных пигментов, включающих соединения бета-криптоксантина, альфа и бета каротина, являющиеся соединениями провитамина А. Съедобная доля тыквы отдельных сортов составляет до 85 % (Seshadri, 1989; Wills, 1987). Плоды тыквы богаты каротиноидами, витаминами, минералами и пищевыми волокнами. Содержание β -каротина в плодах тыквы варьируется от 1,6 до 45,6 мг/100 г и от 2,8 до 3,4 мг/100 г (Djutin, 1991; Danilchenko, 2000).

Тыква является ценным источником функциональных компонентов, главным образом каротиноидов, лютеина, зеаксантина, витамина Е, аскорбиновой кислоты, фитостеролов, селена, которые действуют как антиоксиданты в питании человека. Свежая тыква содержит 92,2 % влаги, 0,15 % жира, 0,98 % белка, 0,76 % золы, 0,56 % сырой клетчатки и 5,3 % углеводов (Dhiman, 2007). Мякоть тыквы богата Na, K, Fe, Mn, P и пектином, но с низким содержанием белков (Egbekun, 1998).

Органически выращенные плоды тыквы накапливают большее количество β -каротина (0,4 мг/100 г) и витамина Е (0,5 мг/100 г) по сравнению с традиционно выращиваемыми фруктами, в которых задокументировано более высокое содержание пищевых волокон (2,1 %) и аскорбиновой кислоты (5,2 мг/100 г) (Danilchenko, 2003). Мякоть тыквы

Таблица 1

Производство тыквы в разных странах

Страна	Производство, тонн	Площадь, га	Урожайность, кг/га
Китай	7 838 809	425 230	18 434,3
Индия	5 073 678	528 753	9 595,6
Россия	1 224 711	57 012	21 481,6
Украина	1 209 810	58 600	20 645,2
США	1 005 150	41 640	24 139
Германия	130 053	5 095	25 525,6

Примечание. Из «Лучшие страны-производители тыквы», 2021 (<https://www.atlasbig.com/ru/страны-по-производству-тыквы>). В открытом доступе.

богата клетчаткой, витамином С, витамином Е, Mg, К и различными каротиноидами, которые являются важными источниками этих удивительных фитонутриентов.

Мякоть плодов является успокаивающим, смягчающим и охлаждающим средством (Kirtikar, 1975). Зарубежные авторы (Gwanama, 2002; Jiawei, 2003) проанализировали экстракты из зрелых плодов 15 сортов на предмет их содержания β-каротина и его возможное использование в борьбе с заболеваниями глаз, а также перспективы выведения сортов с высоким содержанием каротина. Тыкву также использовали против сахарного диабета, поскольку считается, что она обладает гипогликемическими свойствами.

Тыква одна из важных овощных культур, где незрелые и зрелые плоды, нежные листья и цветы используются в той или иной форме (Choudhury, 1967). Свежие зеленые листья используются для приготовления салатов из маниоки, каши изодорожника и похлебки из ямса (Badifu, 1995). Тыква входит в рацион питания почти в каждой стране мира благодаря своему хорошему вкусу. Она употребляется в различном виде, как в свежем или приготовленном, а также замороженном или консервированном (Figueredo, 2000; Терёхина, 2019). Тыква должна иметь твердую кожуру и зрелую мякоть идеального качества для приготовления пюре. Спелую тыкву можно отварить, запечь, приготовить на пару или поджарить, а семена использовать в качестве популярной закуски *item*. В Канаде и Америке тыкву используют в различных видах пирогов, которые являются их основным продуктом питания. На Ближнем Востоке для приготовления сладкого блюда под названием *халва яктиль*. Тыкву также можно использовать для ароматизации алкогольных и безалкогольных напитков, изготовление десертов (Pumpkin, 2021). Все виды тыкв имеют твердую кожуру, когда они созревают. Содержание β-каротина увеличивается при созревании, а во время хранения уменьшается при любых температурах (Dhiman, 2009; Dutta, 2006).

Замораживание ухудшает консистенцию, а тыква, хранившаяся в темном месте при температуре 4 °C имела более плотную текстуру. Мякоть тыквы может быть сохранена путем консервирования, сушки, замораживания. Для консервирования тыквы в кубиках используется только метод

консервирования под давлением. Замораживание обеспечивает самый простой способ консервирования тыквы, и из нее получается продукт наилучшего качества. Из тыквы получается отличная сушеная «растительная кожа», приправы и *чати* (Resources for home preserving pumpkin, 2021).

Пихта и ее полезные свойства

Пихта (*Abies*) — род вечнозелёных лесообразующих голосеменных растений семейства Сосновых (*Pinaceae*). По содержанию кобальта, железа и марганца хвоя пихты превосходит бобовые, также отличается набором витаминов, особенно витамином С, в 1,5–2 раза больше аскорбиновой кислоты, чем в цитрусовых плодах, в 25 раз больше, чем в луковых овощах и картофеле. Хвоя пихты источник витаминов: каротина, Е, К, С, Р, В. Также ценность хвои обуславливается наличием фитонцидов, они губительно влияют на развитие стрептококков, стафилококков. Смолы хвойных растений обладают дезинфицирующими свойствами на рост бактерий дифтерии, сенной палочки и белого стафилококка (Halliwell, 2012; Zeng, 2014). Хвоя пихты имеет приятный вкус и аромат, несет функциональное действие на нервную и сердечно-сосудистую системы, способствует улучшению обмена веществ. Кроме того, не существует проблемы с ее заготовкой (Охрименко, 2015).

Анализ научных источников отечественных и зарубежных авторов обобщил информацию о недостаточном применении хвои пихты и биологически активных веществ из нее в пищевой промышленности при разработке рецептуры соусов из растительного сырья. Химический состав богатый витаминами, минеральными соединениями и биологически активными веществами, позволяют использовать хвою пихты как сырье в качестве добавки в пищевой и кормовой промышленности, а также как сырье в косметической индустрии и парфюмерии, например, при производстве эфирных масел, экстрактов (Панькив, Демина, Паршикова & Степень, 2012; Попова, Медведев, Безруких & Мохирев, 2015).

С точки зрения влияния на здоровье человека наиболее важными биологически активными веществами в составе хвои пихты, являются фитостерины (стероидные соединения растений, формирующих

стабильный двойной слой фосфолипидов в строении растительных клеток) и полипrenoлы, эти вещества, обладают профилактическим действием (Bakry, 2016; Singh, 2018; Zuidam, 2010). В пищевых продуктах наибольшее их наличие определено в составе нерафинированных растительных масел, предельно допустимая концентрация не определяется, рекомендуется суточная норма потребления 150–450 мг/сут. Обобщенные данные авторов указывают на противовоспалительные, жаропонижающие, иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства фитостеринов (Pamplona-Silva, 2018). Наличие полипrenoлов, являющихся природными биорегуляторами в клеточных тканях растений, не имеет выраженного токсичного воздействия на организм человека, поэтому рекомендуемая суточная норма составляет 54 мг/сут. Функциональное назначение на организм человека полипrenoлов заключается в способности к предотвращению нейродегенеративных заболеваний (болезнь Альцгеймера), а также роль в гликозилировании протеинов и протеидов, дополнительно характеризуются иммунорегуляторной, противовоспалительной и ранозаживляющей активностью и восстанавливающей функцией печени (Chen, 2017; Карпова, 2009; Карпицкий, 2009).

Содержание свободных фенольных соединений (экстракт диэтилового эфира) значительно ниже, в сравнении с их гликозидированными формами (экстракт бутилового спирта). Наибольшее содержание свободных фенольных соединений в хвое пихты составляет 2,42 % в абсолютно сухом веществе (Левин & Репях, 1984).

Анализ данных отечественных и зарубежных авторов (Артёмкина, 2001; Быстрыкова, 2008; Белый, 2011; Белянин, 2014; Perez-Vizcaino & Fraga, 2018; Akinwumi, Bordun & Anderson, 2018) указывает на содержание в хвое витамина С, флавоноидов, фенольных кислот, фосфолипидов, β-каротин-мальтола, макро- и микроэлементов (железо, натрий, калий, кальций, цинк, магний, марганец). Данные могут варьировать в зависимости от места сбора хвои, времени и атмосферных осадков в течение года.

Актуальность использования хвои подтверждена контент анализом отечественных и зарубежных авторов. При проведении экспериментальных исследований использование хвои пихты обоснова-

но особенностями химического состава, а именно содержанием биологически активных соединений, формирующих специфические свойства вкуса и аромата, объясняющиеся наличием дубильных веществ, антоцианов, кумаринов и флавоноидов (Виневский, 2017; Рядинская, 2019). В связи с чем сформирована проблема внесения хвои и ее экстрактов в чистом виде при получении продукта питания (появляется горькое послевкусие, яркий хвойный флейвор).

Научная новизна выражена в получении овощного соуса, обладающего функциональным назначением, благодаря введению хвои пихтовой, характеризующейся содержанием биологически активных веществ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

В работе использовали род травянистых растений семейства Тыквенные (*Cucurbitaceae*) плоды тыквы (*Cucurbita moschata* Duch.) сорт «Витаминная» и хвою пихты сибирской (*Abies sibirica*) по ТУ 10.83.14–002-06122945–2017 «Чай из растительного сырья», собранную в осенний период 2021 года в сухом виде измельченную.

Оборудование

Лабораторная мельница ЛМ 202 фирмы «Плаун», аналитические весы РА 214, вольтамперометр — анализатор ТА-Lab, рефрактометр ИРФ-454БМ, сушильный шкаф ШС-80–02СПУ, фотоэлектроколориметр КФК -2, Электронная печь ЕКФ 611 СТС.

Инструменты

Сито Ø 3мм, стеклянная тара номиналом 100 мл, колбы объемом 750 см³, 500 см³, коническая колба объемом 525 см³, обратный холодильник, дистиллированная вода, раствор индигосульфокислоты, раствор марганцовокислого калия, ацетон.

Методы

Приемка плодового сырья проводилась согласно ГОСТ 7975–2013, содержание токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка) методом инверсионно-вольтамперометрических измерений по ГОСТ 33824–2016, массовая доля влаги и содержание экстрактивных и дубильных веществ по ГОСТ 24027.2–80, определения растворимых сухих веществ по ГОСТ ISO 2173–2013. Содержание витамина С проводилось в соответствии с ГОСТ 24556–89, массовая доля жира определялась по ГОСТ Р 54607.5–2015, содержание углеводов — по ГОСТ 8756.13–87, органолептическая оценка проводилась описательным методом по ГОСТ 8756.1–2017. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили определением среднеквадратичного отклонения и вычислением доверительного интервала для уровня значимости $\alpha = 0,05$.

Процедура исследования

Технология получения овощного соуса заключается в следующих этапах: *приемка сырья* → *подготовка сырья (очистка и мойка)* → *измельчение тыквы* → *технологическая обработка тыквы* → *внесение хвои пихты* → *фасование* → *охлаждение* → *исследование образцов* (Рисунок 1).

Подготовка плодов тыквы заключалась в удалении плодоножек и очистки от верхнего слоя вручную, хвои пихтовой в отделении остатка веток от хвои. Измельчение плодов тыквы на кусочки 2×2 см, измельчение хвои пихтовой проводили на мельнице ЛМ 202 фирмы «Плаун» с охлаждением до размера частиц хвои — 0,1...0,3 мм, технологический этап закончился термической обработкой тыквы в соотношении 1 : 0,5 (плоды тыквы : вода), готовность тыквы определялась до получения пюреобразного состояния. По результатам технологической обработки в температурном режиме 70 ± 2 °C, заверша-

ющим этапом являлось внесение хвои пихтовой в различном сочетании перед фасованием и охлаждением.

Рецептура образцов овощного соуса представлена в Таблице 2. Фасование продукта проводили в стеклянную тару номиналом 100 мл, что соответствует требованиям ТР ТС 005/2011.

Охлаждение продукции осуществлялось при комнатной температуре 19 ± 2 °C. Исследование органолептических показателей проводили посредством составления описательных характеристик по показателям — «внешний вид и консистенция», «цвет», «вкус и запах».

Для проведения исследований образцы кодировались в следующей последовательности:

- образец № 1 — хвоя пихты;
- образец № 2 — пюре тыквенное;
- образец № 3 — внесение хвои 0,17 % от массы пюре тыквенного;
- образец № 4 — внесение хвои 0,33 % от массы пюре тыквенного;
- образец № 5 — внесение хвои 0,50 % от массы пюре тыквенного.

Предварительно проведенными органолептическими исследованиями установлена максимальная и минимальная дозировка внесения хвои пихты в овощной соус.

Определение физико-химических показателей заключалось в исследовании: массовой доли влаги, массовой доли сухих веществ, массовой доли жира, флавоноидных соединений, содержание углеводов, витамина С, дубильных веществ, экстрактивных веществ, тяжелых металлов, в образцах (плодов тыквы, хвои пихты, соусов с использованием хвои).

Таблица 2

Рецептура образцов овощного соуса

Наименование компонентов		Содержание компонентов, %		
Плоды тыквы	66,0	65,83	65,67	65,50
Вода	34,0	34,0	34,0	34,0
Хвоя пихтовая	—	0,17	0,33	0,50



Рисунок 1

Последовательность технологических этапов и параметры

Определение содержания дубильных веществ осуществляли следующим образом: измельчали навеску массой 2 г, далее ее заливали водой, нагретой до 100°C, соединяли с обратным холодильником и кипятили на водяной бане 30 мин; по истечении времени жидкость охлаждали и фильтровали, далее 25 см³ фильтрата переносили в колбу объемом 750 см³, прибавляли 500 см³ дистиллированной воды, 25 см³ раствора индигосульфокислоты и титровали 0,1 н раствором марганцовокислого калия до получения золотисто-желтой окраски, которую сравнивали с окраской, полученной при контрольном испытании.

Для контрольного испытания в коническую колбу вносили 525 см³ дистиллированной воды, 25 см³ раствора индигосульфокислоты и титровали 0,1 н раствором марганцовокислого калия до получения золотисто-желтой окраски.

Содержание дубильных веществ (X_2) вычисляли по формуле:

$$X_2 = (V - V_1) \cdot 0,004157 \cdot 250 \cdot 100 \cdot 100 / m \times \times 25 \cdot (100 - W) \quad (1)$$

где V — объем 0,1 н раствора калия марганцовокислого, израсходованного на титрование извлечения,

см³; V_1 — объем 0,1 н раствора калия марганцовокислого, израсходованного на титрование в контрольном испытании, см³; 0,004157 — количество дубильных веществ, соответствующее 1 см³ 0,1 н раствора калия марганцовокислого в пересчете на танин, г; m — масса сырья, г; W — потеря в массе при высушивании сырья, %; 250 — вместимость колбы, см³; 25 — объем фильтрата, взятого на титрования, см³.

Согласно ГОСТ 33824–2016 проводили исследования хвои пихты на содержание токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка) методом инверсионно-вольтамперометрических измерений, основанные на способности исследуемых элементов электрохимически осаждаться на индикаторном электроде из анализируемого раствора хвои при задаваемом потенциале предельного диффузионного тока в течение заданного периода времени, а затем растворяться в процессе анодной поляризации при определенном потенциале, характерном для каждого отдельного элемента. Аналитические сигналы определяемых элементов регистрируются на вольтамперограмме в виде пиковых диаграмм и отражают зависимость силы тока электрохимической реакции ячейки от приложенного напряжения. Значение тока пика прямо пропорционально концентрации определяемого эле-

мента в исследуемом образце. Пересчет массовой концентрации элементов в анализируемом растворе пробы хвои определяют по методу добавок градуировочных растворов определяемых элементов. Измерения проводят в следующих лабораторных условиях: при температуре окружающего воздуха $t = (25 \pm 10)^\circ\text{C}$, атмосферном давлении $P = (97 \pm 10)$ кПа, относительной влажности $W =$ не более 80 %, частоте переменного тока $f = (50 \pm 5)$ Гц, напряжении в сети $U = (220 \pm 22)$ В.

По методу, описанному в ГОСТ 24027.2–80 определяли влажность, основанному на высушивании при температуре 100–105 °С в сушильном шкафу предварительно измельченной навески массой 3–5 г. Оценку окончания сушки сырья проводили по показателю его постоянной массы, в частности, когда разница между двумя взвешиваниями, после 30 мин высушивания и 30 мин охлаждения в эксикаторе — не превышала 0,01 г.

Влажность в сырье вычисляли в процентах по формуле

$$W = (m - m_1) \cdot 100/m, \quad (2)$$

где m — масса сырья до высушивания, г; m_1 — масса сырья после высушивания, г.

Для определения сухих веществ использовали рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ по ГОСТ ISO 2173–2013.

Метод основан на взвешивании пробы с точностью до 0,01 г в количестве до 40 г, затем добавляют от 100 до 150 см³ воды, через 20 мин фильтруют. Далее нагревают содержимое до кипения и кипятят 2–3 мин, помешивая стеклянной палочкой, после охлаждают и перемешивают. Работа рефрактометра находится в пределах $\pm 0,5$ °С в диапазоне температур от 15 °С до 25 °С. Наносят 2–3 капли на неподвижную призму рефрактометра и сразу же накрывают подвижной призмой.

Согласно ГОСТ 24027.2–80 определение содержания экстрактивных веществ в образцах хвои пихты проводили следующим образом: измельчали навески массой 1 г, далее к навеске, помещенной в коническую колбу, добавляли 50 см³ 70 % этилового спирта, затем колбу закрывали пробкой и взвешивали с точностью до 0,01 г, после чего оставля-

ли в темном месте на 1 ч. По прошествии требуемого времени колбу присоединяли к обратному холодильнику, ее содержимое нагревали до кипения, которое поддерживали в течение 2 ч. Затем содержимое колбы тщательно перемешивали и фильтровали, далее в заранее прокаленную фарфоровую чашку добавляли 25 см³ фильтрата, выпаривали на водяной бане 3 ч до полного высыхания при 100–105 °С, после чего охлаждали в эксикаторе и взвешивали.

Содержание экстрактивных веществ (X_1) вычисляли по формуле

$$X_1 = m \cdot 200 \cdot 100/m_1 \cdot (100 - W), \quad (3)$$

где m — масса сухого остатка в чаше, г; m_1 — масса сырья, г; W — потеря в массе при высушивании сырья, г.

Для определения массовой доли флавоноидных соединений брали 0,20 г испытуемого продукта, помещали в колбу с притертой пробкой и прибавляли 4 см³ дистиллированной воды и перемешивали до растворения продукта. К полученному раствору прибавляли 20 см³ ацетона, перемешивали и оставляли в колбе с притертой пробкой в темном месте на 1 час. Затем перемешивали и фильтровали через бумажный фильтр в коническую колбу. Измеряли оптическую плотность, полученного раствора на фотоэлектроколориметре, используя световой фильтр №3 с длиной волны 400 нм, в кювете со слоем толщиной 10 мм. В качестве контрольного раствора использовали дистиллированную воду.

Обработка результатов проводилась согласно формуле

$$X = D \cdot 12/8,37 \cdot m, \quad (4)$$

где X — массовая доля флавоноидных соединений, %; D — оптическая плотность испытуемого раствора; 12 — разведение в см³; 8,37 — коэффициент пропорциональности оптической плотности и концентрации флавоноидных соединений при длине волны 400 нм; m — масса навески продукта в г.

Для определения массовой доли жира использовали весовой метод с экстракцией жира в микро-размельчителе тканей по ГОСТ Р 54607.5–2015, он основан на извлечении жира из навески раство-

рителем в микроразмельчителе тканей и фильтровании экстракта с определением в нем жира (взвешиванием) после удаления растворителя.

Содержание витамина С определяли согласно ГОСТ 24556–89 титриметрическим методом, основанным на экстрагировании витамина С раствором соляной кислоты с последующим титрованием визуальным или потенциометрическим раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до установления светло-розовой окраски.

Метод определения массовой доли углеводов (общего сахара) проводили по ГОСТ 8756.13–87. Метод основан на способности карбонильных групп сахаров восстанавливать в щелочной среде оксид меди (II) до оксида меди (I). При растворении железоаммонийными квасцами образовавшийся оксид меди (I), окисляясь до оксида меди (II), восстанавливали железо (III) в железо (II), количество которого определяли титрованием раствором марганцовокислого калия определяли в виде суммы сахаров.

Анализ данных

Актуальность используемого сырья проводили согласно контент-анализу, использовали сайты — Scopus, Web of Science Core Collection, Theme Journals, CASC, ProQuest Agricultural, EBSCO; отечественные

базы: ЭК ГПНТБ СО РАН, ВИНТИ, НЭБ, East view, Агрос, РГБ, elibrary, Академия-Google, сайт www.fips.ru, fips@rupto.ru; espasenet, Google Scholar.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Целью исследования являлась оценка возможностей применения хвои пихты и разработка рецептуры овощного соуса из плодового сырья на основе тыквы с использованием хвои пихты. В результате исследований разработана рецептура соуса, проведена описательная характеристика исследуемых образцов, проведены физико-химические исследования.

Описательная характеристика исследуемых образцов установила изменения в цветовых характеристиках. Цветовые характеристики образцов изменялись в зависимости от количества внесения хвои, объясняются химическими характеристиками сырья. Так переход цветовых характеристик образцов в зеленый цвет обусловлен наличием в хвое пихты хлорофилла, хлорофилл «а» (Хл а) имеет сине-зеленую окраску, а хлорофилл «b» (Хл b) — светло-зеленую. Согласно дате изготовления на упаковке, сбор производился в осенний период при максимальном накоплении хлорофилла, что составляет для Хл а — 2,25, Хл b — 0,85 (Таблица 3).

Таблица 3

Описательная характеристика органолептических показателей

Наименование показателя	Образцы			
	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Внешний вид и консистенция	Пюреобразная масса, устойчивая, возможно отделение сока			
Цвет				
	Светло-желтый	Светло-желтый с вкраплениями зеленого цвета	Желто-зеленый с вкраплениями зеленого цвета	Насыщенный желто-зеленый
Вкус и запах	Приятный, чистый, тыквенный	Приятный, чистый, тыквенный, сладко-кислый со слегка уловимым хвойным послевкусием	Тыквенный, сладко-кислый с хвойным послевкусием	Тыквенный, терпко-кислый с хвойным послевкусием

Примечание: образец № 2 — пюре тыквенное; образец № 3 — внесение хвои 0,17 % от массы пюре тыквенного; образец № 4 — внесение хвои 0,33 % от массы пюре тыквенного; образец № 5 — внесение хвои 0,50 % от массы пюре тыквенного.

В результате исследований разработана описательная органолептическая характеристика представленных образцов (Таблица 3).

В образце № 1 (хвоя пихты) содержание массовой доли влаги находится в пределах $8,299 \pm 1,02$ %, при этом сухих веществ $91, \pm ,02$ %. Отмечено снижение влаги в образцах с увеличением содержания хвои, тем самым увеличение сухих веществ. Так образец № 2 (пюре тыквенное без внесения хвои пихтовой) имеет содержание массовой доли влаги $95,592$ % и сухих веществ $4,408$ %, а образец №5 (внесение хвои $0,50$ % от массы пюре тыквенного) отмечено снижение до $95,068$ % с увеличением сухих веществ до $4,932$ % (Рисунок 2).

Снижение массовой доли влаги в образцах приводит к концентрированию основных компонентов пищевой системы, так содержание массовой доли жира в образце № 2 равно $0,371$ %, в образце № 3 — $0,379$ %, в образце № 4 — $0,473$ % и в образце № 5 — $0,488$ %. Данные значения показателя «жир» подтверждают изменения перехода хлорофилла в пищевую систему образцов № 4 и № 5, в силу наличия в химическом строении хлорофилла остатка фитола, придающий липоидные свойства, т. е. способность растворяться в жировых растворителях. В нашем случае этот переход визуально и был выражен в переходе цвета от «желтого» до «насыщенного желто-зеленого».

Выход экстрактивных веществ из хвои некоторых видов очень высок.

В образце № 1 (хвоя пихты) содержание экстрактивных веществ отмечено в пределах $7,974 \pm 0,07$ %, по содержанию дубильных веществ значения колеблется $1,319 \pm 1,05$ %. При внесении хвои пихты увеличивается концентрация дубильных веществ, так в образце №3 (внесение хвои $0,17$ % от массы пюре тыквенного) количественное содержание $0,0019 \pm 0,0008$ %, в то время как в образце № 5 (внесение хвои $0,50$ % от массы пюре тыквенного) — $0,0074 \pm 0,0006$ % (Рисунок 3).

Увеличение дубильных веществ, характеризующихся органолептическими изменениями вкусо-ароматического букета с проявлением «терпкого» послевкусия в образцах № 4 и 5. Отмечено количественное изменение физико-химического показателя «углеводы», так в образце № 2 их содержание — $3,796 \pm 0,007$ %, в образце № 3 — $3,285 \pm 0,006$ %, а в образце №4 — $3,276 \pm 0,006$ % и образце № 5 — $3,262 \pm 0,007$ %.

Хвоя пихты содержит значительное количество флавоноидных соединений, более 1 %, обладающих Р-витаминной активностью. В хвое пихты содержатся оксibenзойные кислоты, представленные в роде *Abies* вератровой кислотой и альдегидами. К наиболее распространенным флавонолам относятся кемпферол, кверцетин, мирицитин и их гликозиды (Левин & Репях, 1984).

Общее содержание флавоноидов в используемой хвое в процессе исследования находится на уровне $1,613$ %. С увеличением доли внесения хвои

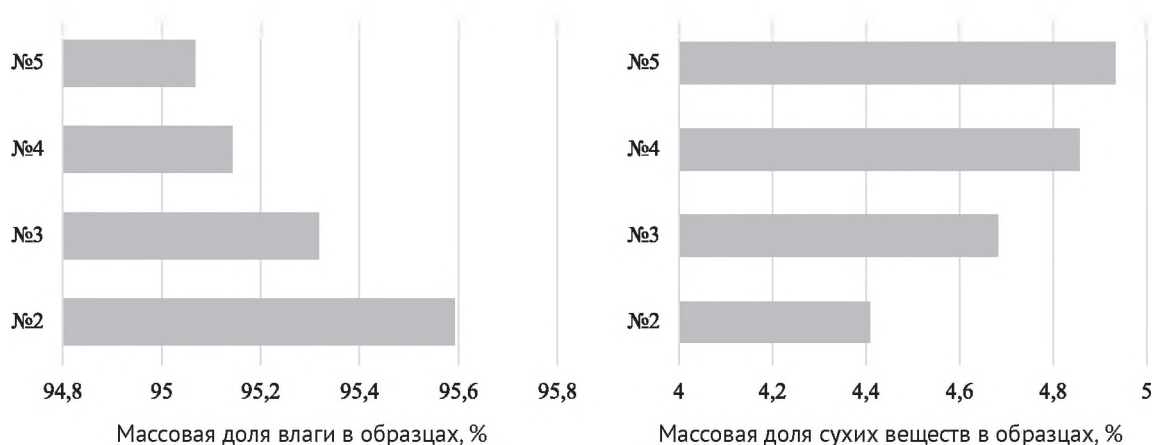


Рисунок 2

Исследование массовой доли влаги и сухих веществ в образцах, %

Примечание: образец № 2 — пюре тыквенное; образец № 3 — внесение хвои $0,17$ % от массы пюре тыквенного; образец № 4 — внесение хвои $0,33$ % от массы пюре тыквенного; образец № 5 — внесение хвои $0,50$ % от массы пюре тыквенного.

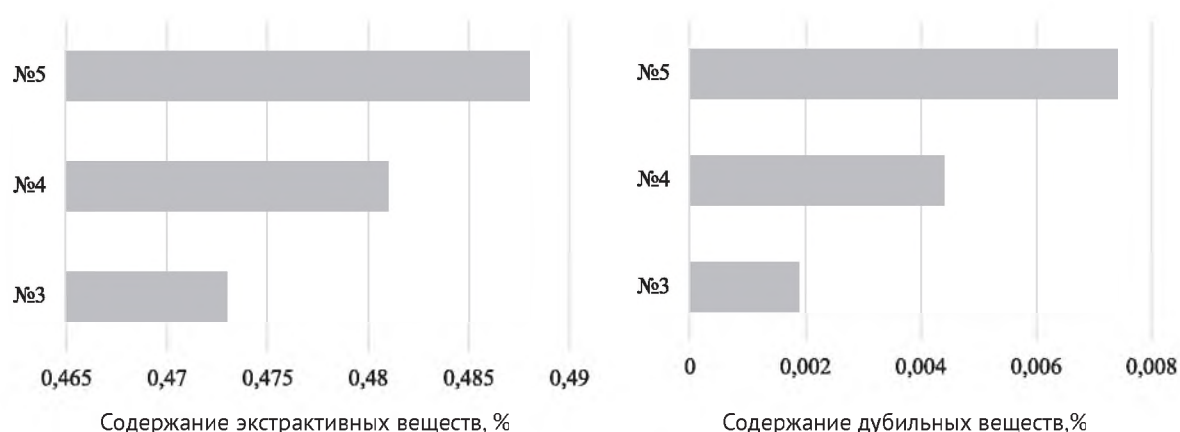


Рисунок 3

Содержание экстрактивных и дубильных веществ в исследуемых образцах, %

Примечание: образец № 3 – внесение хвои 0,17 % от массы пюре тыквенного; образец № 4 – внесение хвои 0,33 % от массы пюре тыквенного; образец № 5 – внесение хвои 0,50 % от массы пюре тыквенного.

в образцы пюре тыквенного, являющегося основой продукта, повышается содержание флавоноидов в образцах № 3–№ 5 (Рисунок 4).

В исследуемом нами образце №1 (хвои пихты) отмечено содержание витамина С равно $0,231 \pm 0,006$ %, содержание цинка определено в концентрации $0,0099 \pm 0,0033$ мг/кг (при допустимом уровне не более 25 мг/кг), кадмий, свинец, медь не обнаружены в исследуемой пробе.

Рецептурное сочетание пюре тыквенного с использованием хвои пихты предполагает получение

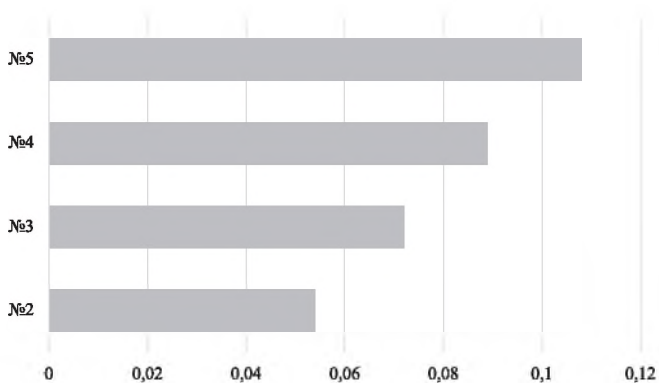


Рисунок 4

Общее содержание флавоноидных соединений в исследуемых образцах, %:

Примечание: образец № 2 – пюре тыквенное; образец № 3 – внесение хвои 0,17 % от массы пюре тыквенного; образец № 4 – внесение хвои 0,33 % от массы пюре тыквенного; образец № 5 – внесение хвои 0,50 % от массы пюре тыквенного.

овощного соуса, предназначенного для непосредственного употребления в пищу либо как основы для составления комбинированных соусов к мясным, рыбным и вторым блюдам, а также использования в кондитерской промышленности, как полуфабриката для производства пастильных кондитерских изделий, а также в качестве красящего элемента для создания оригинального художественного оформления.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование хвои пихты отражено в работах отечественных и зарубежных авторов, что объясняется особенностями химического состава, а именно содержанием биологически активных веществ (дубильные вещества, антоцианы, кумарины и флавоноиды), придающих специфический вкус и аромат (Виневский, 2017; Рядинская, 2019; Perez-Vizcaino & Fraga, 2018; Akinwumi, Bordun & Anderson, 2018). Существует проблема внесения хвои при разработке рецептуры пищевой продукции, чаще всего это связано с изменением органолептических показателей (появляется горький вкус, яркий хвойный аромат). В нашем исследовании проведена оценка возможностей применения хвои пихты в получении овощного соуса на основе тыквы и разработана его рецептура. В опытные образцы овощного соуса вносили 0,17 %, 0,33 % и 0,50 % хвои пихты от массы плодового пюре из тыквы. Увеличение процентного внесения хвои с 0,17 % до 0,50 % приводило к воз-

никновению насыщенного желто-зеленого цвета, тыквенного терпко-кислого вкуса и запаха с хвойным послевкусием. В связи с этим, рациональная доза внесения порошка была определена в количестве 0,17 и 0,33 % от массы плодового пюре тыквы.

Экспериментальные образцы соусов с внесением хвои пихты, в сравнении с контрольным, отличаются увеличенным содержанием сухих веществ, жира, дубильных и экстрактивных веществ, флавоноидов.

ВЫВОДЫ

В исследовании приведены результаты возможности применения хвои пихты в рецептуре овощного соуса на основе пюре тыквенного. Результаты органолептических исследований показали изменение цветовых характеристик, а также вкуса и запаха в зависимости от количественного внесения хвои пихты. Проведены физико-химические исследования на содержание влаги, жира, сухих веществ, витамина С, а также дубильных и экстрактивных веществ, тяжелых металлов и флавоноидов.

ЛИТЕРАТУРА

- Артекина, Н. А. (2001). *Низкомолекулярные фенольные соединения древесной зелени ели европейской Picea Abies (L) Karst* [Кандидатская диссертация, Санкт-Петербургский лесотехнологическая академия]. СПб., Россия.
- Виневский, Е. И., Виневская, Н. Н., & Мартюк, А. А. (2017). Проблемы послеуборочной обработки и переработки тыквы. В *Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции* (с. 290–293). Краснодар: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий Российской академии сельскохозяйственных наук.
- Левин, Э. Д., & Репях, С. М. (1984). *Переработка древесной зелени*. М.: Лесная промышленность.
- Нициевская, К. Н., Бородай, Е. В., & Мотовилов, О. К. (2021). Переработка плодов тыквы с использованием физических методов воздействия. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*, 5, 16–21. <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2021-70-5-16-22>
- Охрименко, О. В. (2015). Ферментированный напиток из пахты с экстрактом хвои сосны. *Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Технические науки*, 4, 166–168.
- Панькив, О. Г., Демина, Л. Н., Паршикова, В. Н., & Степень, Р. А. (2012). Эффективность переработки древесной зелени пихты различными методами. *Фундаментальные исследования*, 1, 168–171.
- Попова, В. Э., Медведев, С. О., Безруких, Ю. А., & Мохирев, А. П. (2015). Возможности переработки древесной зелени. *Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика*, 3(2–1), 423–426.
- Рядинская, А., & Кощаев, О. (2019). Использование продуктов переработки тыквы. *Комбикорма*, 2, 56. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2019-02-3-045>
- Badifu, G. I., Akpapunam, M. A., & Mgbemere, W. M. (1995). The fate of β -carotene in processed leaves of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook F.): A popular vegetable in Nigerian diet. *Plant Foods for Human Nutrition*, 48, 141–147. <https://doi.org/10.1007/BF01088310>
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A. H., & Liang, L. (2016). Microencapsulation of oils: a comprehensive review of benefits, techniques, and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food*

По нашему мнению, данное направление исследований является актуальным с целью создания комбинированных пищевых систем в виде соусов на растительной основе для использования в пищевой промышленности.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Нициевская К. Н.: концептуализация; методология; программное обеспечение; верификация данных; формальный анализ; проведение исследования; создание черновика рукописи; создание рукописи и её редактирование; визуализация; руководство исследованием; администрирование проекта.

Бородай Е. В.: методология; верификация данных; формальный анализ; проведение исследования; администрирование данных; создание рукописи и её редактирование; визуализация.

Станкевич С. В.: методология; верификация данных; формальный анализ; проведение исследования; ресурсы; создание рукописи и её редактирование.

- Safety*, 15(1), 143–182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>
- Chen, F., Fan, G. Q., Zhang, Z., Zhang, R., Deng, Z.-Y., & McClements, D. J. (2017). Encapsulation of omega-3 fatty acids in nanoemulsions and microgels: Impact of delivery system type and protein addition on gastrointestinal fate. *Food Research International*, 100, 387–395. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.039>
- Choudhury, B. (1967). *Vegetables*. National Book Trust of India, New Delhi.
- Danilchenko, H., Paulauskiene, A., Dris, R., & Niskanen, R. (2000). Biochemical composition and processability of pumpkin cultivars. *Acta Hort*, 510, 493–497.
- Danilchenko, H., Paulauskiene, A., Jariene, E., & Kucinskas, J. (2003). Effect of growing method on pumpkin quality. *Sodinir kyste-ir-Darzin-in kyste*, 22, 141–149.
- Dhiman, A. K., Muzaffer, S., & Attri, S. (2007). Utilization of pumpkin (*Cucurbita moschata*) for product development. *Indian Journal of Agricultural Research*, 33, 223–227.
- Dhiman, A. K., Sharma, K., & Attri, S. (2009). Functional constituents and processing of pumpkin: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 46(5), 411–417.
- Djutin, K. E. (1991). Pumpkin: Nutritional properties. *Potatoes and Vegetables*, 3, 25–26.
- Dutta, D., Chaudhuri, U. R., & Chakraborty, R. (2006). Study on β -carotene retention and textural changes in pumpkins under different conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 43, 549–551.
- Egbekun, M. K., Suleiman, N., & Akinyeye, O. (1998). Utilization of fluted pumpkin fruit (*Telfairia occidentalis*) in marmalade manufacturing. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 171–176. <https://doi.org/10.1023/a:1008065220452>
- Figueredo, E., Cuesta-Herranz, J., Minguez, A., Vidarte, L., Pastor, C., De Las Heras, M., Vivanco, F., & Lahoz, C. (2000). Allergy to pumpkin and cross reactivity of other cucurbitaceae fruits. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106, 402–403. <https://doi.org/10.1067/mai.2000.108109>
- Gwanama, C., Nichterleiw, K., Lungo, D., & Simabwiachi, N. (2002). Variation of fruit β -carotene content of tropical pumpkin (*Cucurbita moschata*) land races in Zambia. *Plant Genetic Resources*, 129, 44–46.
- Jia, W., Wenyuan, G., Lida, T., Gao, W. Y., & Tang, L. D. (2003). Antidiabetic herbal drugs officially approved in China. *Phytotherapy Research*, 17, 1127–1134. <https://doi.org/10.1002/ptr.1398>
- Kirtikar, K. R., & Basu, B. D. (1975). *Indian Medicinal Plants*. Bishen Singh and Mahendra Pal Singh Publ, Dehradun.
- Pamplona-Silva, M. T., Mazzeo, D. E. C., Bianchi, J., & Marin-Morales, M. A. (2018). Estrogenic Compounds: Chemical Characteristics, Detection Methods, Biological and Environmental Effects. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(5), 144. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3796-z>
- Seshadri, V. S. (1989). Cucurbits. *Indian Hort*, 33(4), 28–30.
- Singh, J., Kaur, K., & Kumar, P. (2018). Optimizing micro-encapsulation of α -tocopherol with pectin and sodium alginate. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3625–3631. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3288-6>
- Wills, R. B. H., Lim, J. S. K., & Greenfield, H. (1987). Composition of Australian foods: Vegetable fruits. *Food Technol Aust*, 39, 488–491.
- Zuidam, N. J., & Nedovic, V. A. (2010). *Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1008-0>

REFERENCES

- Artemkina, N. A. (2001). *Nizkomolekulyarnye fenol'nye soedineniya drevesnoi zeleni eli evropeiskoi Picea Abies (L) Karst* [Low molecular weight phenolic compounds of European spruce greenery *Picea Abies (L) Karst*] [Candidate Dissertation, Sankt-Peterburgskii lesotekhnologicheskaya akademiya]. S-Petersburg, Russia.
- Levin, E. D., & Repyakh, S. M. (1984). *Pererabotka drevesnoi zeleni* [Recycling tree greens]. Moscow: Lesnaya promyshlennost'.
- Nitsievskaya, K. N., Borodai, E. V., & Motovilov, O. K. (2021). Pererabotka plodov tykvy s ispol'zovaniem fizicheskikh metodov vozddeistviya [Processing of pumpkin fruits using physical methods of influence]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and Merchandising of Innovative Food Products], 5, 16–21. <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2021-70-5-16-22>
- Okhrimenko, O. V. (2015). Fermentirovannyi napitok iz pakhty s ekstraktom khvoi sosny. Evraziiskii Soyuz Uchenykh (ESU) [Fermented buttermilk drink with pine needle extract. Eurasian Union of Scientists (ESU)]. *Tekhnicheskie nauki* [Technical Science], 4, 166–168.
- Pan'kiv, O. G., Demina, L. N., Parshikova, V. N., & Stepen', R. A. (2012). Effektivnost' pererabotki drevesnoi zeleni pikhty razlichnymi metodami [Efficiency of processing fir tree greens by various methods]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Research], 1, 168–171.
- Popova, V. E., Medvedev, S. O., Bezrukikh, Yu. A., & Mokhirev, A. P. (2015). Vozmozhnosti pererabotki drevesnoi zeleni [Possibilities of processing tree greens]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: Teoriya i praktika* [Actual Directions of Scientific Research of the 21 Century: Theory and Practice], 3(2–1), 423–426.
- Ryadinskaya, A., & Koshchaev, O. (2019). Ispol'zovanie produktov pererabotki tykvy [Use of pumpkin products]. *Kombikorma* [Compound Feed], 2, 56. <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2019-02-3-045>
- Vinevskii, E. I., Vinevskaya, N. N., & Martyuk, A. A. (2017). Problemy posleuborochnoi obrabotki i pererabotki tykvy

- [Problems of post-harvest processing and processing of pumpkin]. In *Innovatsionnye issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i khraneniya ekologicheski bezopasnoi sel'skokhozyaistvennoi i pishchevoi produktsii: Sbornik materialov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally friendly agricultural and food products: Collection of materials of the 2nd International Scientific and Practical Conference]* (pp. 290–293). Krasnodar: Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut tabaka, makhorki i tabachnykh izdelii Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk.
- Badifu, G. I., Akpapunanm, M. A., & Mgbemere, W. M. (1995). The fate of β -carotene in processed leaves of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook F.): A popular vegetable in Nigerian diet. *Plant Foods for Human Nutrition*, 48, 141–147. <https://doi.org/10.1007/BF01088310>
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A. H., & Liang, L. (2016). Microencapsulation of oils: a comprehensive review of benefits, techniques, and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 143–182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>
- Chen, F., Fan, G. Q., Zhang, Z., Zhang, R., Deng, Z.-Y., & McClements, D. J. (2017). Encapsulation of omega-3 fatty acids in nanoemulsions and microgels: Impact of delivery system type and protein addition on gastrointestinal fate. *Food Research International*, 100, 387–395. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.039>
- Choudhury, B. (1967). *Vegetables*. National Book Trust of India, New Delhi.
- Danilchenko, H., Paulauskiene, A., Dris, R., & Niskanen, R. (2000). Biochemical composition and processability of pumpkin cultivars. *Acta Hort*, 510, 493–497.
- Danilchenko, H., Paulauskiene, A., Jariene, E., & Kucinskas, J. (2003). Effect of growing method on pumpkin quality. *Sodinyn kyste-ir-Darzin-in kyste*, 22, 141–149.
- Dhiman, A. K., Muzaffer, S., & Attri, S. (2007). Utilization of pumpkin (*Cucurbita moschata*) for product development. *Indian Journal of Agricultural Research*, 33, 223–227.
- Dhiman, A. K., Sharma, K., & Attri, S. (2009). Functional constituents and processing of pumpkin: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 46(5), 411–417.
- Djutin, K. E. (1991). Pumpkin: Nutritional properties. *Potatoes and Vegetables*, 3, 25–26.
- Dutta, D., Chaudhuri, U. R., & Chakraborty, R. (2006). Study on β -carotene retention and textural changes in pumpkins under different conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 43, 549–551.
- Egbekun, M. K., Suleiman, N., & Akinyeye, O. (1998). Utilization of fluted pumpkin fruit (*Telfairia occidentalis*) in marmalade manufacturing. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 171–176. <https://doi.org/10.1023/a:1008065220452>
- Figueredo, E., Cuesta-Herranz, J., Minguez, A., Vidarte, L., Pastor, C., De Las Heras, M., Vivanco, F., & Lahoz, C. (2000). Allergy to pumpkin and cross reactivity of other cucurbitaceae fruits. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106, 402–403. <https://doi.org/10.1067/mai.2000.108109>
- Gwanama, C., Nichterleiw, K., Lungo, D., & Simabwiachi, N. (2002). Variation of fruit β -carotene content of tropical pumpkin (*Cucurbita moschata*) land races in Zambia. *Plant Genetic Resources*, 129, 44–46.
- Jia, W., Wenyan, G., Lida, T., Gao, W. Y., & Tang, L. D. (2003). Antidiabetic herbal drugs officially approved in China. *Phytotherapy Research*, 17, 1127–1134. <https://doi.org/10.1002/ptr.1398>
- Kirtikar, K. R., & Basu, B. D. (1975). *Indian Medicinal Plants*. Bishen Singh and Mahendra Pal Singh Publ, Dehradun.
- Pamplona-Silva, M. T., Mazzeo, D. E. C., Bianchi, J., & Marin-Morales, M. A. (2018). Estrogenic Compounds: Chemical Characteristics, Detection Methods, Biological and Environmental Effects. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(5), 144. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3796-z>
- Seshadri, V. S. (1989). Cucurbits. *Indian Hort*, 33(4), 28–30.
- Singh, J., Kaur, K., & Kumar, P. (2018). Optimizing microencapsulation of α -tocopherol with pectin and sodium alginate. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3625–3631. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3288-6>
- Wills, R. B. H., Lim, J. S. K., & Greenfield, H. (1987). Composition of Australian foods: Vegetable fruits. *Food Technol Aust*, 39, 488–491.
- Zuidam, N. J., & Nedovic, V. A. (2010). *Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1008-0>