

УДК 637.181

Влияние компонентов рецептуры на технические характеристики кедрового напитка

В. Б. Мазалевский

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Российская Федерация

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:
Мазалевский Виктор Борисович
E-mail: mazalevskiyvb@sfsca.ru

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

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:
Мазалевский, В.Б. (2023). Влияние компонентов рецептуры на технические характеристики кедрового напитка. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (3), 102-114.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2023.419>

ПОСТУПИЛА: 04.02.2023

ПРИНЯТА: 15.09.2023

ОПУБЛИКОВАНА: 30.09.2023

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:
авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Для людей с ограничениями к употреблению молока, разработан ряд так называемых аналогов молока. Это соевое, миндальное, рисовое, кокосовое, овсяное и т.д. Одним из перспективных видов растительного сырья для получения заменителей молока являются кедровые орехи. Существующие кедровые виды заменителей молока не сбалансированы по составу основных компонентов и имеют органолептические недостатки, такие как недостаточно выраженный вкус, запах, водянистая консистенция. Данное исследование направлено на устранение этих недостатков.

Цель: Исследование влияния гидромодуля и соотношения компонентов рецептуры на технические характеристики кедрового напитка.

Методы: Массовые доли влаги, жира, белка, сахаров, клетчатки, золы определяли соответственно методами высушивания, экстракции, Кьельдаля, Бертрона, Геннеберга и Штомана, сжигания. Исследование микроструктуры проводилось с использованием микроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V8 (Германия) с камерой Axio Cam ICs 5 (Германия) и программным обеспечением ZEN2. Исследование вязкости проводилось с использованием вибровискозиметра AND SV-1A. Результаты испытаний статистически обрабатывались с помощью MS Excel.

Результаты: В напитке из ядра кедрового ореха при увеличении гидромодуля с 4 до 7 ед., содержание воды увеличивалось с 80,6 % до 87,9 %, в напитке из жмыха кедрового ореха с 81,0 % до 88,1 %. Анализ полученных данных свидетельствует, что оптимальным является значение гидромодуля 7 ед. Показано, что для получения кедрового напитка с хорошими органолептическими показателями необходимо соблюдать баланс между жиром и белком, используя для этого в качестве сырья смесь из ядра и жмыха кедрового ореха. Исследовали напитки из смесей ядра и жмыха с массовой долей жмыха 0,2–0,8 ед. и гидромодулем 7 ед. Вязкость напитков из смесей ядра и жмыха увеличивалась с 2,18 до 3,96 мПа·с, содержание белка с 2,7 до 3,7 %, углеводов с 2,8 до 3,8 %, жира уменьшалось с 6,3 до 3,9 %, соотношение жир/белок с 1,83 до 1,06 ед.

Выводы: Приготовление кедрового напитка из смеси ядер и жмыха кедрового ореха при массовой доле жмыха 0,8 ед. приводит к формированию напитка с выраженным вкусом и запахом и умеренно вязкой консистенцией без ощущения водянистости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ядро кедрового ореха, жмых кедрового ореха, *Pinus sibirica*, кедровый напиток, механоакустический гомогенизатор, гидромеханическое диспергирование

Influence of the Recipe Components on the Technical Characteristics of the Pine Nuts and Oil Cake Beverages

Siberian Federal Research Centre
of Agro-BioTechnologies of the Russian
Academy of Sciences (SFSCA RAS),
Krasnoobsk, Russian Federation

Viktor B. Mazalevskiy

CORRESPONDENCE:

Viktor B. Mazalevskiy

E-mail: mazalevskiyvb@sfsca.ru

FOR CITATIONS:

Mazalevskiy, V.B. (2023). Influence of the recipe components on the technical characteristics of the pine nuts and oil cake beverages. *Storage and Processing of Farm Products*, (3), 102-114.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2023.419>

RECEIVED: 04.02.2023

ACCEPTED: 15.09.2023

PUBLISHED: 30.09.2023

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: For people with milk restrictions, a number of so-called milk analogues have been developed. These are soya milk, almond milk, rice milk, coconut milk, oat milk, etc. One of the promising types of plant raw materials for obtaining milk replacers is pine nuts. Existing pine kinds of milk replacers are not balanced in composition of the main components and have organoleptic drawbacks.

Purpose: Study of the effect of hydromodule and the ratio of the components of the formulation on the technical characteristics of pine nuts beverage.

Materials and Methods: To determine the physico-chemical and organoleptic characteristics were used standard methods according to the methods and regulations. Microstructure was studied using a Carl Zeiss Stereo Discovery V8 microscope (Germany) with an Axio Cam ICc 5 camera (Germany) and ZEN2 software. Viscosity studies were carried out using an AND SV-1A vibro-viscosimeter. Test results were statistically processed using MS Excel.

Results: In the pine nut kernel drink the water content increased from 80,6 % to 87,9 %, in the pine nut cake drink it increased from 81,0 % to 88,1 % by increasing the hydromodule from 4 to 7 units. The analysis of the received data testifies that the optimum value of hydromodule is 7 units. It was shown that in order to obtain a pine beverage with good organoleptic characteristics it is necessary to use a mixture of pine nut kernel and pine nut cake as raw material. Beverages from mixtures of kernel and cake with a mass fraction of cake of 0.2–0.8 units and a hydromodule of 7 units were studied. Viscosity of the drinks from kernel and oilcake mixtures increased from 2,18 to 3,96 mPa · s, protein content increased from 2,7 to 3,7 %, carbohydrate content from 2,8 to 3,8 %, fat content decreased from 6,3 to 3,9 %, fat/protein ratio from 1,83 to 1,06.

Conclusion: Preparation of a pine beverage from a mixture of pine nut kernels and pine nut cakes at a mass fraction of cakes of 0.8 units leads to formation of a beverage with a pronounced taste and smell and a moderately viscous consistency.

KEYWORDS

pine nut kernel, pine nut cake, *Pinus sibirica*, pine beverage, mechanoacoustic homogenizer, hydromechanical dispersion

ВВЕДЕНИЕ

Коровье молоко — это ценный продукт питания, содержащий полезные для человека нутриенты. Однако люди с наличием непереносимости лактозы, повышенным холестерином, страдающие аллергиями или ведущие веганский образ жизни, ограничены в употреблении молока. Для таких случаев разработан ряд альтернативных молоку продуктов. Это соевое, фасоловое, арахисовое, миндальное, рисовое, кокосовое, овсяное, конопляное и т.д. (Егорова, 2018а; Егорова, 2018б; Grant & Hicks, 2018; Udayarajan et al., 2022).

Несмотря на то, что напитки на растительной основе завоевывают все большую популярность на рынке продуктов питания и считаются здоровыми альтернативами продуктам, традиционно изготавливаемых из молока, содержание питательных веществ в этих напитках варьируется, например, они имеют более низкое содержание белка по сравнению с молоком, за исключением продуктов на основе сои (Jonas da Rocha Esperança et al., 2022). Следовательно, использование этих напитков в качестве заменителя молока может быть рискованным, особенно если их давать детям, нуждающимся в диете с высоким содержанием белка. Тем не менее они содержат другие полезные для здоровья соединения, которых нет в молоке, такие как пищевые волокна и антиоксиданты (Patra et al., 2021; Silva et al., 2020).

Одним из перспективных видов растительного сырья для получения напитков альтернативных молоку являются кедровые орехи. Заготовка кедровых орехов населением восточных районов России для собственных нужд имеет давнюю историю. Ввод в эксплуатацию Сибирской железной дороги позволил начать их скупку и вывоз за пределы Сибирского региона. По данным за 1899–1908 гг., в среднем в год со всех станций Сибирской железной дороги вывозилось более 3900 т кедрового ореха, из которых 435–450 т затем отправлялось за границу.¹ Россия является одним из лидеров по объемам экспорта кедровых орехов и занимает третье место после Китая и Пакистана. Основные импортеры российских кедровых орехов — Китай, Казахстан, Германия, Великобритания и Белоруссия (Гайдин & Бурмакина, 2016; Карагодин & Юрина, 2017).

Кедровые орехи происходят из рода сосны, и в настоящее время известно 29 съедобных видов. Наиболее часто потребляемые кедровые орехи относятся к видам *Pinus koraiensis* (сосна корейская), *P. sibirica* (сосна сибирская), *P. pinea* (сосна кедровая) и *P. gerardiana* (сосна чилгоза) (Baker et al., 2021). Кедровые орехи едят в сыром виде и используют в кулинарии в разных частях мира, поскольку они содержат значительное количество полезных нутриентов (Хантургаев с соавт., 2019; Некрасова с соавт., 2020). Орехи также можно использовать для производства масла (Dyshluk et al., 2018). Это кедровое масло богато разнообразными необычными дельта-5-непрерывными метиленовыми жирными кислотами, которые отличаются по структуре от других полиненасыщенных жирных кислот и характерны для семян голосеменных растений. Эти жирные кислоты включают пиноленовую кислоту (все цис-5,-9,-12 18:3), сциадоновую кислоту (все цис-5,-11,-14 20:3) и таксолеиновую кислоту (все -5,-9 18:2). Пиноленовая кислота является наиболее распространенной из них в кедровом масле, составляя 14–19% от общего количества жирных кислот. Сообщалось, что пиноленовая кислота обладает биологической активностью, включая противовоспалительное действие (Baker et al., 2020; Chen et al., 2020; Zhang et al., 2019).

Масло кедрового ореха проявляет также антимикробную активность, является пребиотиком, антиоксидантными свойствами, антигипертензивной активностью, что позволяет использовать его в качестве биологически активной добавки к пище, а также для диетического, лечебного, профилактического и спортивного питания (Efremov et al., 2020; Prosekov et al., 2018; Xie et al., 2016; Yang et al., 2017; Zhang et al., 2018; Ефанов, 2021; Наумова с соавт., 2018).

Ядро кедрового ореха (*Pinus sibirica*) содержит (в % на абсолютно сухое вещество) 60,6–70,5 % липидов, 14,9–21,6 % белков, 17,3–18,7 % углеводов, в том числе 14,2–15,1 % полисахаридов, 2,2–4,5 % легкогидролизуемых сахаров. Соотношение компонентов в составе орехов меняется в определенных пределах в зависимости от погодных условий сбора урожая орехов и районирования кедровых сосен. В состав белков входят 18 аминокислот,

¹ ГАКК. Ф. Р-962. (2016). *Всесоюзный трест кедровой промышленности по заготовке и реализации кедрового ореха Народного комиссариата снабжения*. Оп. 1. Д. 18.

в том числе 8 незаменимых, среди которых лимитирующей является триптофан. Также обнаружено значительное количество аминокислот, относящихся к заменимым лишь условно, так как в достаточной степени организмом человека они не синтезируются, — аргинин, тирозин и гистидин (Babich et al., 2017; Егорова & Позняковский, 2010). Ядро кедрового ореха содержит приблизительно в три раза больше жира, чем белка, что создает необходимость введения в технологию производства напитков из ядра кедрового ореха регулирования соотношения жир/белок, как это осуществляется в технологии молочных продуктов. В настоящее время при исследовании способов получения кедрового напитка в основном используют как метод механического измельчения с последующей водной экстракцией², так и метод гидромеханического диспергирования (Ульянов с соавт., 2011), а также экстрагирование с использованием ультразвукового воздействия (Егорова, 2018а). Однако обычно для исследований используется либо ядро, либо жмых кедрового ореха, что приводит к несбалансированному химическому составу напитка и как следствие к органолептическим недостаткам. На качество кедрового напитка влияют разнообразные факторы, в том числе технологические параметры, обусловленные типом используемого оборудования, такие как температура, продолжительность обработки, давление, мощность ультразвука и другие.

Цель данного исследования — изучить влияние гидромодуля и соотношения компонентов рецептуры на технические характеристики кедрового напитка. В соответствии с поставленной целью определены задачи исследования: (1) исследовать химический состав сырья: ядра и жмыха кедрового ореха; (2) определить гидромодуль для производства кедрового напитка; (3) исследовать влияние соотношения компонентов рецептуры на физико-химические, органолептические показатели и микроструктуру кедрового напитка; (4) оценить микробиологическую безопасность готового продукта при хранении. Гипотеза исследования предполагает зависимость характеристик кедрового напитка от соотношения компонентов рецептуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

Объект исследований — напитки из ядер и жмыха кедрового ореха (семян сосны кедровой сибирской — *Pinus sibirica* Du Tour), полученные методом гидромеханического диспергирования. В рамках данной работы напитки из ядер и жмыха кедрового ореха представляют собой продукты, изготовленные из ядер и/или жмыха кедрового ореха и подготовленной питьевой воды, обладающие жидкой консистенцией. Качество напитков регламентируется ГОСТ Р 70650–2023³, согласно которому они относятся к напиткам на растительной основе ореховым пастеризованным. Ядро и жмых кедрового ореха были куплены на рынке. Орехи из которых были получены ядра и жмых собраны в Томской области, Алтайском крае и республике Бурятия, для получения напитков использовали смесь. Жмых кедрового ореха — продукт полученный путем холодного прессования сушеного ядра кедрового ореха.

Оборудование

В процессе работы использовано следующее оборудование: аппарат Кьельдаля (Россия), весы аналитические OHAUS (Япония), гомогенизатор HG-15F-Set (Корея), магнитная мешалка Biosan MSH-300 (Латвия), настольный измеритель pH Ohaus Starter 2100 (Китай), плита программируемая ПЛП-03 НПП «Томъаналит» (Россия), холодильник Medicoool Sanyo (Япония), шкаф сушильный ШС-80 (Россия), муфельная печь SNOL (Литва), МАГ-50 (Россия), микроскоп Carl Zeiss Stereo Discovery V8 (Германия) с камерой Axio Cam ICc 5 (Германия), вибровискозиметр AND SV-1A (Япония).

Инструменты

Для обработки микрофотографий использовалась программа ZEN, статистическая обработка результатов испытаний проводилась с помощью MS Office Excel.

² Кушин, А. А., & Федотов, В. А. (2007). Патент РФ № 2311037. Способ получения кедрового молока. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности.

³ ГОСТ Р 70650–2023. (2023). Напитки на растительной основе (из зерна, орехов, кокоса). Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

Методы

В исследуемых образцах ядра, жмыха, напитков из ядер и/или жмыха кедрового ореха определяли: массовые доли влаги, жира, белка, сахаров, клетчатки, золы согласно методам, регламентируемым, соответственно ГОСТ Р 54668–2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества»⁴, ГОСТ 5867–90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»⁵, ГОСТ 34454 «Производство молочной. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля»⁶, ГОСТ Р 54667–2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров»⁷, ГОСТ 31675–2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации»⁸; ГОСТ 10847–2019 «Зерно. Методы определения зольности»⁹. Описательную характеристику органолептических показателей напитков из ядер и/или жмыха кедрового ореха осуществляли согласно ГОСТ 31450–2013 Молоко питьевое. Технические условия¹⁰. Содержание (или наличие) плесеней и дрожжей, мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, патогенных микроорганизмов (в т.ч. сальмонелл), бактерий группы кишечных палочек — соответственно согласно ГОСТ 10444.12–2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов»¹¹, ГОСТ 10444.15–94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов»¹², ГОСТ 31659–2012 «Про-

дукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*»¹³, ГОСТ 31747–2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)»¹⁴.

Процедура исследования

На первом этапе исследовали химический состав сырья — ядра и жмыха кедрового ореха для получения исходных данных подбора соотношений между компонентами рецептуры.

На втором этапе получали напитки из ядер и напитки из жмыха с разными значениями гидромодуля для определения массовой доли влаги в напитке, обеспечивающей приемлемые органолептические и физико-химические показатели.

На третьем этапе получали напитки из смеси ядер и жмыха кедрового ореха для определения соотношения жир/белок. Исследовали физико-химические, органолептические и микроструктуру напитков.

На четвертом этапе проводили исследования микробиологической безопасности кедрового напитка в процессе хранения при 2–6 °С.

Производство напитков из ядер и/или жмыха кедрового ореха осуществляли путем проведения следующих технологических операций: подготовка сырья (инспекция, просеивание); пастеризация и гомогенизация смеси (ядра кедрового

⁴ ГОСТ Р 54668–2011. (2011). *Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества*. М.: Стандартинформ.

⁵ ГОСТ 5867–90. (2011). *Молоко и молочные продукты. Методы определения жира*. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ 34454–2018. (2018). *Производство молочной. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля*. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ Р 54667–2011. (2011). *Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров*. М.: Стандартинформ.

⁸ ГОСТ 31675–2012. (2012). *Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации*. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ 10847–2019. (2019). *Зерно. Методы определения зольности*. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 31450–2013. (2013). *Молоко питьевое. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ 10444.12–2013. (2013). *Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов*. М.: Стандартинформ.

¹² ГОСТ 10444.15–94. (2012). *Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов*. М.: Стандартинформ.

¹³ ГОСТ 31659–2012. (2012). *Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella**. М.: Стандартинформ.

¹⁴ ГОСТ 31747–2012. (2012). *Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)*. М.: Стандартинформ.

ореха/вода — 1/4–1/7, жмых кедрового ореха/вода 1/4–1/7, смесь ядра и жмыха кедрового ореха с мас-совой долей жмыха 0,2; 0,4; 0,6 и 0,8 ед./вода — 1/7) в механоакустическом гомогенизаторе МАГ-50 при 2900 об/мин при увеличении температуры с 25 до 67 °С в течение 25 мин и выдержке при (65 ± 2) °С в течение 20 мин; фасование; охлаждение до температуры 16–25 °С; хранение при 2–6 °С. Выбор пределов исследования гидромодуля основан на предварительной оценке консистенции напитков, при соотношении ядра кедрового ореха/вода — 1/4–1/7, жмых кедрового ореха/вода 1/4–1/7 (гидромодуле 4–7), при гидромодуле ниже 4 напиток обладал густой консистенцией, выше 7 излишне жидкой. Фасовка напитка из ядер и/или жмыха кедрового ореха осуществлялась в банки (емкостью 0,2 дм³) с крышками из полипропилена неокрашенные, соответствующие требованиям ГОСТ 33756–2016 «Упаковка потребительская полимерная. Общие технические условия»¹⁵.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для достижения поставленной в исследовании цели — изучить влияние гидромодуля и соотношения компонентов рецептуры на технические характеристики кедрового напитка — необходимо исследовать характеристики кедрового сырья — ядра и жмыха кедрового ореха и характеристики напитков. В связи с этим данная секция разбита на следующие тематические блоки: исследование химического состава ядра и жмыха кедрового ореха, исследование напитков из ядра и напитков из жмыха кедрового ореха, исследование напитков из смеси ядра и жмыха кедрового ореха, исследование микробиологических показателей кедрового напитка.

Исследование химического состава ядра и жмыха кедрового ореха

Химический состав кедровых орехов зависит от различных факторов, например, от места произрастания, погодных условий и т.д. Химический состав жмыха кедрового ореха также может быть различным и зависит, например, от прессующего

оборудования. Так используемый Наумовой Н.Л. (2018) кедровый жмых содержал 20,8 % белка и 54,2 % жира, чем мало отличался от химического состава ядра кедрового ореха, исследованного в данной работе (см. Таблица 1), которое содержало приблизительно в три раза больше жира, чем белка. При выработке кедрового напитка из ядра кедрового ореха, это соотношение сохраняется, обуславливая высокую калорийность продукта. При холодном прессовании ядра кедрового ореха происходит удаление значительного количества масла, а в остающемся жмыхе изменяется соотношение между компонентами. В 100 г жмыха белка и углеводов в 1,3 раза больше, чем жира.

Таблица 1

Химический состав сырья ($n = 3$), %

Компоненты	Ядро	Жмых
Белки	18,6 ± 0,3	32,2 ± 0,3
Жиры	56,6 ± 0,7	24,8 ± 0,5
Углеводы, в том числе:	19,4 ± 0,4	32,8 ± 0,4
Сахара	4,8 ± 0,3	7,4 ± 0,4
Клетчатка	3,5 ± 0,3	5,4 ± 0,3
Вода	2,9 ± 0,3	4,9 ± 0,4
Зола	2,44 ± 0,24	5,22 ± 0,21
Активная кислотность, ед. рН	6,5 ± 0,1	6,5 ± 0,1

Сравнение химического состава ядра и жмыха показывает, что в ядре жира в 2,3 раза больше, чем в жмыхе, а в жмыхе белка в 1,7 раза больше, чем в ядре, в жмыхе по сравнению с ядром увеличивается также содержание воды в 1,7 раза, клетчатки в 1,5 раза и золы в 2,1 раза. Белки и клетчатка способны взаимодействовать с водой, чем объясняется увеличение содержания воды при выдавливании жира и концентрировании гидрофильных веществ. Активная кислотность жмыха такая же как в ядре.

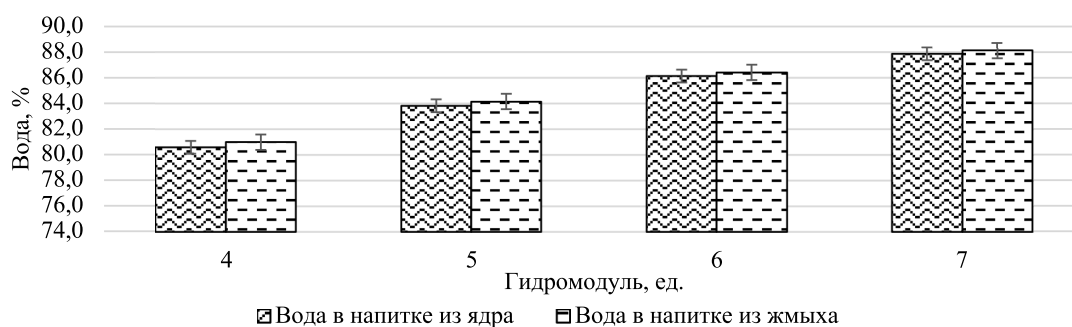
Исследование напитков из ядра и напитков из жмыха кедрового ореха

Изготовленные при гидромодуле 4–7 напитки из ядра и напитки из жмыха исследовали на содержание массовой доли воды (см. Рисунок 1), белка, жира, углеводов (см. Рисунок 2).

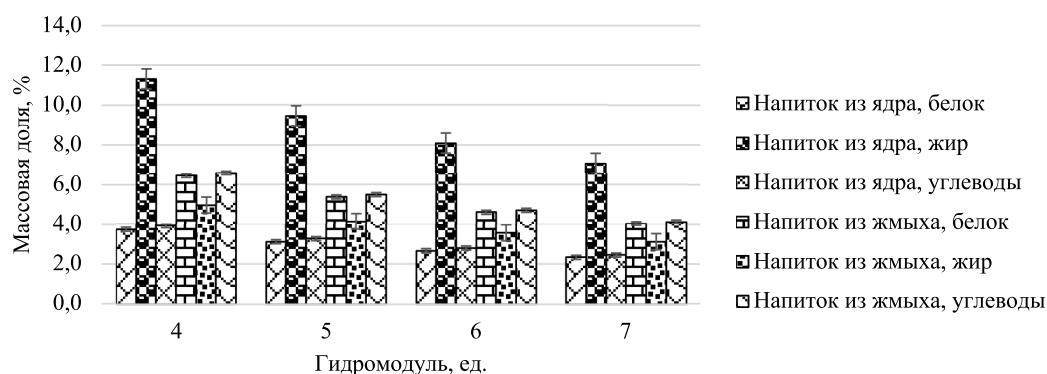
¹⁵ ГОСТ 33756–2016. (2016). *Упаковка потребительская полимерная. Общие технические условия*. М.: Стандартинформ.

Рисунок 1

Массовая доля воды в напитках

**Рисунок 2**

Массовая доля белка, жира и углеводов в напитках



В напитке из ядра кедрового ореха при увеличении гидро модуля с 4 до 7, содержание воды увеличивается с 80,6% до 87,9%, в напитке из жмыха кедрового ореха с 81,0% до 88,1%. Массовая доля влаги порядка 87–88% характерна для коровьего молока, гидро модуль 7 позволяет получить кедровый напиток с массовой долей влаги и сухих веществ приблизительно как у коровьего молока.

Массовые доли белка, жира и углеводов в напитках пропорциональны массовым долям белка, жира и углеводов в ядре и жмыхе кедрового ореха (см. Таблица 1, Рисунок 2). В напитке из ядра содержание жира на 7,6–4,8% превышает содержание белка, значения массовой доли белка, сравнимые с молоком можно получить при гидро модуле 5–6, но при этом содержание жира значительно превышает привычные 2,5–3,7% и даже 6%, характерные для коровьего молока (Ларионов & Егорова, 2021). В напитке из жмыха содержание белка на 1,4–0,9% превышает содержание жира, которое при всех исследованных гидро модулях сравнимо с показателями коровьего молока. Массовая доля углеводов

в напитке из жмыха в 1,8 раза больше, чем в напитке из ядра, при гидро модулях 6–7 приблизительно соответствует коровьему молоку. Таким образом видно, что по химическим показателям жмых кедрового ореха при гидро модулях 6–7 позволяет получить более приближенный к молоку напиток, чем ядро.

С увеличением гидро модуля происходит снижение вязкости напитков (см. Рисунок 3). В напитке из ядра при увеличении гидро модуля с 4 до 7 вязкость уменьшилась в 2,2 раза, в напитке из жмыха в 3 раза. Вязкость напитка из жмыха в 2,8–3,9 раза превышает вязкость напитка из ядра, что обусловлено высоким содержанием углеводов, в том числе клетчатки, в жмыхе. Близкой с коровьим молоком, вязкость которого по данным Шуварикова с соавт. (2017) составляет 1,8 мПа · с является только вязкость напитка из ядра при гидро модуле 6.

Показатель активной кислотности в напитках из ядра приблизительно на 0,2 ед. рН больше, чем в напитках из жмыха (см. Рисунок 4). Это может

Рисунок 3

Вязкость напитков

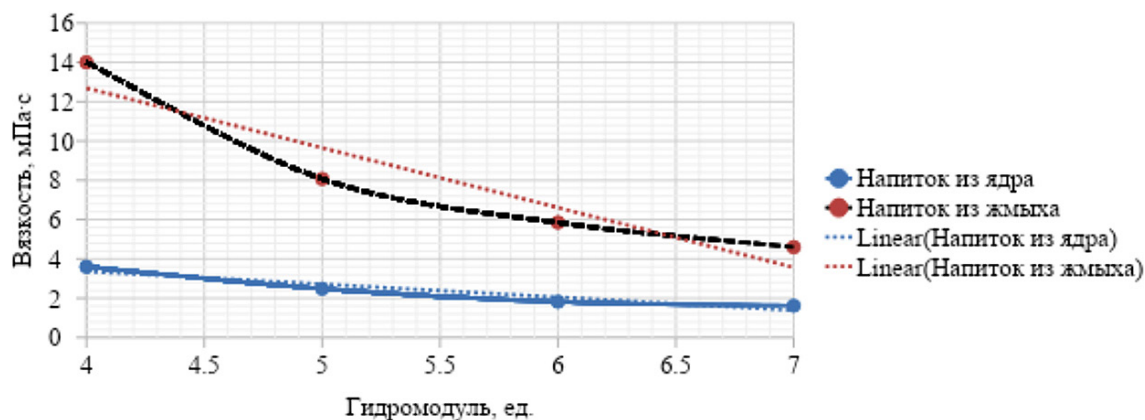
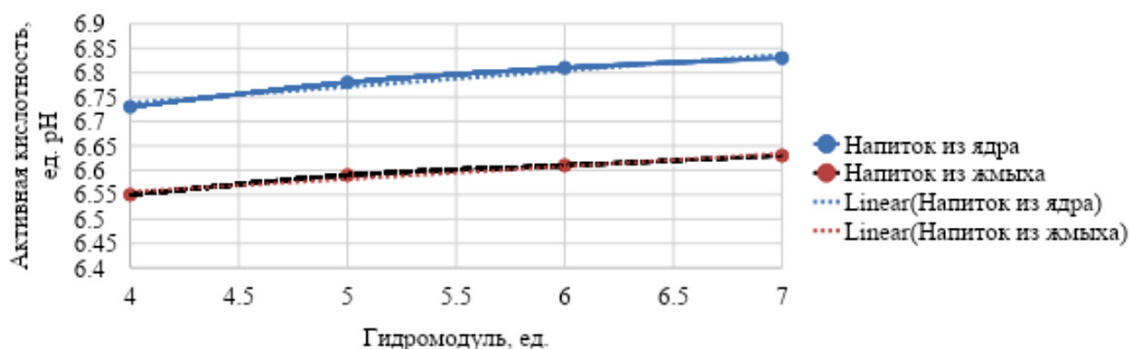


Рисунок 4

Активная кислотность напитков



быть следствием наличия в напитках из жмыха большего количества белка и углеводов, содержащих группы — COOH и — OH.

Органолептические показатели напитка из ядра имеют некоторые отличия от напитка из жмыха (см. Таблица 2). Напиток из ядра при гидромодуле

4–7 является недостаточно вязким со сливочным привкусом, что обусловлено высоким содержанием жира, а напиток из жмыха отличается сладковатым привкусом из-за высокого содержания углеводов. При гидромодулях 4–6 консистенция для напитка из жмыха ощущается слишком вязкой. Данные, указанные в Таблице 2 и на Рисунке 3, показывают,

Таблица 2

Органолептические показатели кедровых напитков

Наименование показателя	Гидромодуль, ед.							
	Напиток из ядра				Напиток из жмыха			
	4	5	6	7	4	5	6	7
Внешний вид	Непрозрачная жидкость с включением темных частиц и наличием маслянистого слоя на поверхности				Непрозрачная жидкость с включением темных частиц и осадком на дне емкости			
Консистенция	Однородная невязкая				Густая	Вязкая	В меру вязкая	
Вкус и запах	Кедровый привкус и запах, сливочный				Кедровый привкус и запах, сладковатый			
Цвет	Светло-кремовый		Белый с кремовым оттенком		Кремовый			

что недостаточная вязкость напитка из ядра может быть связана с недостаточным содержанием гидрофильных веществ, таких как белки и углеводы (см. Таблица 1 и Рисунок 2).

Отделение маслянистого слоя на поверхности напитка из ядра происходит из-за высокого содержания жира в продукте и недостаточного количества стабилизирующих поверхность жировых глобул веществ, которыми могут являться, например, белки. Таким образом по органолептическим показателям напитки, изготовленные из ядра и напитки, изготовленные из жмыха обладают и положительными и отрицательными сторонами, которые вызваны полярными причинами. Напиток из жмыха ощущается достаточно жидким только при гидромодуле 7, напиток из ядра ощущается недостаточно вязким при всех исследованных значениях гидромодуля.

В работах других авторов, например в работе Кущина и соавт. для получения кедрового напитка используются гидромодули до 10 ед., однако напитки

с таким высоким содержанием воды содержат невысокие концентрации белка¹⁶. В работах Егоровой (2018а), Запорожан с соавт. (2020) для получения кедрового напитка использовалась полученная из кедрового жмыха мука, которую обрабатывали ультразвуком на аппарате серии «Волна» (модель УЗТА-0,4/22-ОМ) при гидромодулях 5–7 ед., что привело к экстракции 6,1–7,2 % сухих веществ, и 2,5–2,65 % белка и 2,8 % жира. Авторы также пришли к выводу, что необходимо использовать гидромодуль 7 ед.

Исследование напитков из смеси ядра и жмыха кедрового ореха

В напитках, полученных из смеси ядра и жмыха кедрового ореха, при гидромодуле 7 ед. исследовали органолептические показатели (см. Таблица 3), вязкость (см. Рисунок 5), активную кислотность (см. Рисунок 6), массовую долю белка, жира, углеводов (см. Рисунок 7) и микроструктуру (см. Рисунок 8).

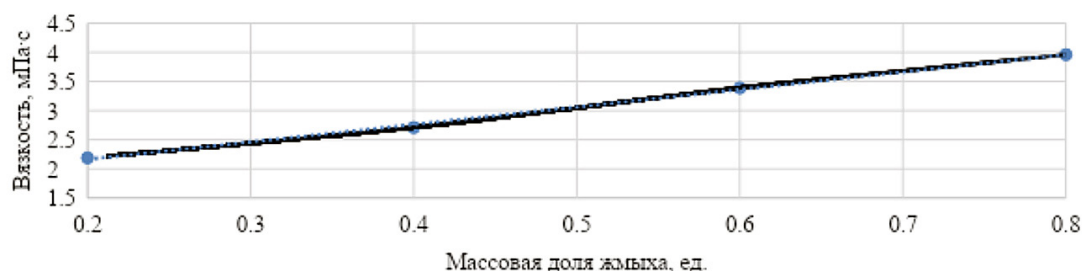
Таблица 3

Органолептические показатели напитков из смеси ядра и жмыха

Наименование показателя	Массовая доля жмыха, ед.			
	0,2	0,4	0,6	0,8
Внешний вид	Непрозрачная жидкость с включением темных частиц, осадком на дне емкости и маслянистого слоя на поверхности	Непрозрачная жидкость с включением темных частиц, осадком на дне емкости и наличием тонкой маслянистой пленки на поверхности	Непрозрачная жидкость с включением темных частиц, осадком на дне емкости и наличием тонкой маслянистой пленки на поверхности	Непрозрачная жидкость с включением темных частиц и осадком на дне емкости
Консистенция	Недостаточно вязкая	В меру вязкая	В меру вязкая	В меру вязкая
Вкус и запах	Кедровый привкус и запах, сливочный	Кедровый привкус и запах, сливочный, сладковатый	Кедровый привкус и запах, сливочный, сладковатый	Кедровый привкус и запах, сливочный, сладковатый
Цвет	Белый с кремовым оттенком	Кремовый	Кремовый	Кремовый

Рисунок 5

Вязкость напитков из смеси ядра и жмыха при гидромодуле 7 ед.



¹⁶ Кушин, А. А., & Федотов, В. А. (2007). Патент РФ № 2311037. Способ получения кедрового молока. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности.

Рисунок 6

Активная кислотность напитков с гидромодулем 7 ед. и массовой долей жмыха 0,2–0,8 ед.

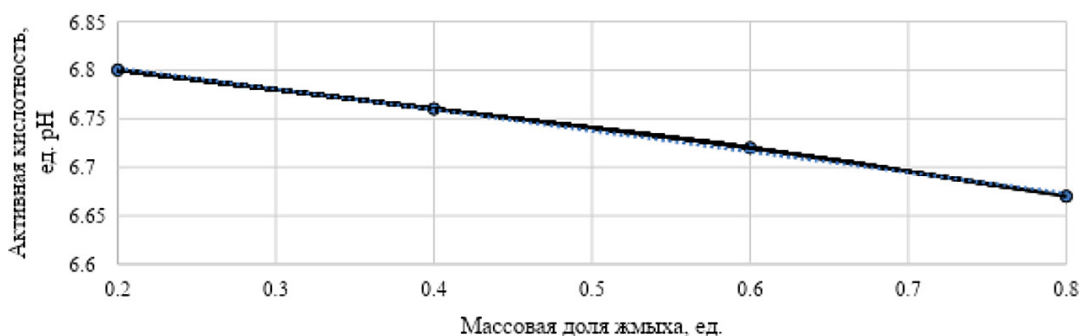


Рисунок 7

Содержание белка, жира, углеводов в напитке и соотношение жир/белок в зависимости от массовой доли жмыха в смеси

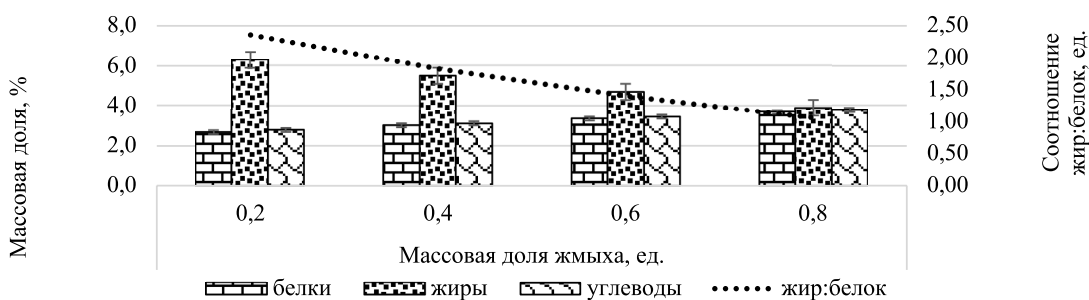


Рисунок 8

Микроструктура напитков из ядра (а), жмыха (б) и смеси ядра и жмыха с массовой долей жмыха 0,8 ед. при гидромодуле 7 ед. (в)



Изменяя массовую долю жмыха в смеси меняли соотношение между белком и жиром в частности, между гидрофильными и гидрофобными веществами в общем, создавая условия для формирования требуемых органолептических и физико-химических показателей.

Приготовление напитка из смеси ядра и жмыха привело к формированию гармоничных органолептических показателей. Увеличение массовой доли жмыха в смеси сырья для напитков до 0,6–0,8 ед. приводит к повышению вязкости консистенции, сохране-

нию сливочного кедрового сладковатого привкуса и кремового цвета.

Вязкость напитков из смеси ядра и жмыха увеличивается приблизительно на 0,6 мПа · с, показатель рН уменьшается приблизительно на 0,05 ед. с повышением массовой доли жмыха в смеси на каждые 0,2 ед.

Массовая доля белка и углеводов в напитке при увеличении массовой доли жмыха в смеси с 0,2 до 0,8 ед. повышается на 1 %, массовая доля жира снижается на 2,4 %.

Анализ микроструктуры напитков из ядра, жмыха и их смеси показывает, что в напитке из ядра наблюдаются отдельно расположенные друг от друга крупные глобулы жира диаметром до 40 мкм. В напитке из жмыха крупные глобулы жира диаметром более 40 мкм расположены редко и на значительном удалении друг от друга, в основном наблюдаются очень мелкие равномерно распределенные глобулы жира и частицы нерастворимых углеводов; в напитке полученном из смеси ядра и жмыха наблюдается большое количество однородных по размерам глобул жира с диаметром до 25 мкм. Сравнение данных органолептической оценки и анализа микроструктуры (см. Таблица 3 и Рисунок 8) показывает, что смешивание ядра и жмыха при приготовлении напитка позволяет получить систему устойчивую к коалесценции благодаря уменьшению содержания жира и адсорбции белка на поверхности жировых глобул. Полисахариды, содержащиеся в кедровом напитке, подвергались седиментации при хранении, но при взбалтывании напитка не ощущались инородными включениями благодаря высокой степени измельчения.

Исследование микробиологических показателей кедрового напитка

Исследование микробиологических показателей свидетельствует о том, что гидромеханическое диспергирование ядра и жмыха кедрового ореха в воде при $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой при этой температуре 20 мин, розлив в банки, укупоривание, охлаждение в банках до $2-6^\circ\text{C}$ и хранение в холодильнике при этой температуре гарантирует сохранение безопасности кедрового напитка в течение 14 суток. Отсутствие роста микроорганизмов объясняется

повышением эффективности пастеризации в механоакустическом гомогенизаторе за счет эффекта кавитации. Данные показывают, что 14 суток хранения не являются пределом для примененного режима обработки, поэтому исследования зависимости продолжительности хранения кедрового напитка от режимов обработки в МАГ-50 будут продолжены. В работе Ефанова (2021) напиток, содержащий в рецептуре ядра кедрового ореха, полученный также в кавитационном аппарате при температурах от 50 до 70°C в течение от 30 до 60 минут сохранял микробиологическую чистоту в течение всего срока исследования, который составил 20 суток.

ВЫВОДЫ

Таким образом в данной работе изучено влияние гидромодуля и соотношения компонентов рецептуры на технические характеристики кедрового напитка. Соотношение компонентов рецептуры оказывает влияние на качество напитков на растительной основе. Недостаточное количество гидрофильных веществ, избыточное гидрофобных или неподходящий гидромодуль приводят к порокам органолептических показателей напитков. Поэтому как и ожидалось обработка смеси кедрового сырья с разным химическим составом и воды в МАГ-50 при массовой доле жмыха 0,8 ед. и гидромодуле 7 ед. привело к получению напитка, с выраженным вкусом и запахом, умеренно вязкой консистенцией, содержащего 3,7 % белка, 3,9 % жира, 3,8 % углеводов. При хранении кедрового напитка при температуре $2-6^\circ\text{C}$ в течение 14 суток не происходило ухудшение микробиологических показателей, поэтому исследования по определе-

Таблица 4

Микробиологические показатели кедрового напитка, полученного при гидромодуле 7 ед. и массовой доле жмыха 0,8 ед

Срок хранения	КМАФАнМ, КОЕ/г	Результат					
		БГКП		<i>Salmonella</i>	<i>E.coli</i>	Пл. грибы, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г
		10^1	10^2				
0 суток	нет роста	–	–	не обнаружено	–	нет роста	нет роста
3 суток	нет роста	–	–	не обнаружено	–	нет роста	нет роста
7 суток	нет роста	–	–	не обнаружено	–	нет роста	нет роста
14 суток	нет роста	–	–	не обнаружено	–	нет роста	нет роста
ТР ТС 021/2011	$5,00 \times 10^4$	Не допускается в 1 г		Не допускается в 25 г	–	10	10

нию срока годности напитка будут продолжены. Данное исследование было ограничено применением фиксированных параметров работы МАГ-50, температурой, продолжительностью обработки и частотой вращения ротора. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение изменений технических характеристик напитков кедровых, полученных при установленном в данной работе соотношении компонентов, но при различных

температуре и продолжительности обработки, вариантов упаковки и продолжительности хранения. Проведенные исследования могут быть использованы на предприятиях пищевой промышленности, в научных и образовательных учреждениях и позволяют расширить ассортимент кедровых напитков вариантами со сбалансированным химическим составом и богатыми органолептическими характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Гайдин, С. Т., & Бурмакина, Г. А. (2016). История создания кедровой промышленности. *Вестник Томского государственного университета*, 410, 41–49. <https://doi.org/10.17223/15617793/410/7>
- Gaidin, S. T., & Burmakina, G. A. (2016). The history of the cedar industry. *Bulletin of Tomsk State University*, 410, 41–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.17223/15617793/410/7>
- Егорова, Е. Ю., & Позняковский, В. М. (2010). Пищевая ценность кедровых орехов Дальнего Востока. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, (4), 21–24.
- Egorova, E. Yu., & Poznyakovskii, V. M. (2010). Nutritional value of pine nuts of the Far East. *News of higher educational institutions. Food technology*, (4), 21–24. (In Russ.)
- Егорова, Е. Ю. (2018а). Немолочное молоко: Обзор сырья и технологий. *Ползуновский вестник*, (3), 25–34. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.03.005>
- Egorova, E. Yu. (2018a). Non-dairy milk: An overview of raw materials and technologies. *Polzunovsky Bulletin*, (3), 25–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.03.005>
- Егорова, Е. Ю. (2018б). Современные подходы к получению протеиновых напитков на растительной основе. *Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова*, 46(2), 143–150.
- Egorova, E. Yu. (2018b). Modern approaches to obtaining plant-based protein drinks. *Proceedings of the Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov*, 46(2), 143–150. (In Russ.)
- Ефанов, М. В. (2021). Инновационная кавитационная технология получения функциональных напитков из дикоросов. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, (2), 72–75.
- Efanov, M. V. (2021). Innovative cavitation technology for producing functional drinks from wild plants. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, (2), 72–75. (In Russ.)
- Запорожан, Е. А., Егорова, Е. Ю., & Цыганок С. Н. (2020). Влияние предварительной ультразвуковой обработки воды на характеристики модельных эмульсий на основе кедрового жмыха. *Ползуновский вестник*, (3), 11–15. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.002>
- Zaporozhan, E. A., Egorova, E. Yu., & Tsyganok S. N. (2020). The effect of preliminary ultrasonic water treatment on the characteristics of model emulsions based on cedar cake. *Polzunovsky Bulletin*, (3), 11–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.002>
- Карагодин, В. П., & Юрина, О. В. (2017). Влияние технических барьеров на Российский экспорт кедровых орехов. *Международная торговля и торговая политика*, 9(1), 79–87.
- Karagodin, V. P., & Yurina, O. V. (2017). The impact of technical barriers on the Russian export of pine nuts. *International Trade and Trade Policy*, 9(1), 79–87. (In Russ.)
- Ларионов, Г. А., & Егорова, К. Д. (2021). Химический состав молока коров в осенне-зимний период. *Российский журнал. Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*, (3), 274–279. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hygy.ecol.202103006>
- Larionov, G. A., & Egorova, K. D. (2021). The chemical composition of cow's milk in the autumn-winter period. *Russian magazine. Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*, (3), 274–279. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/vet.san.hygy.ecol.202103006>
- Наумова, Н. Л., Бучель, А. В., Лукин, А. А., & Мигуля, И. Ю. (2018). Результаты исследований применения жмыха ядер кедрового ореха в рецептуре печеночного паштета. *Вестник Камчатского государственного технического университета*, (45), 50–57. <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2018-45-50-57>
- Naumova, N. L., Buchel', A. V., Lukin, A. A., & Migulya, I. Yu. (2018). The results of studies on the use of pine nut kernel cake in the recipe of liver paste. *Bulletin of the Kamchatka State Technical University*, (45), 50–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2018-45-50-57>
- Некрасова, Ю. О., Мезенова, О. Я., Мерзель, Й. Т., & Кюн, С. (2020). Биопотенциал семян кедровой сосны сибирской и его изменения в процессе хранения. *Известия Калининградского государственного технического университета*, 56, 119–130.
- Nekrasova, Yu. O., Mezenova, O. Ya., Merzel', I. T., & Kyun, S. (2020). Biopotential of Siberian cedar pine seeds and its changes during storage. *Proceedings of the Kaliningrad State Technical University*, 56, 119–130. (In Russ.)

- Ульянов, Б. А., Свиридов Д. П., & Семенов, И. А. (2011). Использование кавитационного измельчения в производстве молока кедрового. *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*, (1), 199–204.
- Ul'yanov, B. A., Sviridov D. P., & Semenov, I. A. (2011). The use of cavitation grinding in the production of cedar milk. *Modern technologies. System analysis. Modeling*, (1), 199–204. (In Russ.)
- Хантургаев, А. Г., Хамагаева, И. С., & Котова, Т. И. (2019). Изучение качественных характеристик биопродуктов функционального питания с использованием вторичного сырья переработки кедрового ореха. *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*, 73(2), 20–28.
- Khanturgaev, A. G., Khamagaeva, I. S., & Kotova, T. I. (2019). The study of the qualitative characteristics of functional nutrition products using secondary raw materials of pine nut processing. *Bulletin of the East Siberian State University of Technology and Management*, 73(2), 20–28. (In Russ.)
- Шувариков, А. С., Канина, К. А., Красуля, О. Н., Пастух, О. Н., & Робкова, Т. О. (2017). Физико-химические показатели козьего, овечьего и коровьего молока. *Овцы, козы, шерстяное дело*, (1), 38–40.
- Shuvarikov, A. S., Kanina, K. A., Krasulya, O. N., Pastukh, O. N., & Robkova, T. O. (2017). Physico-chemical parameters of goat's, sheep's and cow's milk. *Sheep, Goats, Wool Business*, (1), 38–40. (In Russ.)
- Babich, O. O., Milent'eva, I. S., Ivanova, S. A., & Pavsky, V. A. (2017). The potential of pine nut as a component of sport nutrition. *Foods and Raw Materials*, 5(2), 170–177. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2017-2-170-177>
- Baker, E. J., Miles, E. A., & Calder, P. C. (2021). A review of the functional effects of pine nut oil, pinolenic acid and its derivative eicosatrienoic acid and their potential health benefits. *Progress in Lipid Research*, 82, Article 101097. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2021.101097>
- Baker, E. J., Valenzuela, C. A., van Dooremalen, W. T. M., Martínez-Fernández, L., Yaqoob, P., Miles, E. A., & Calder, P. C. (2020). Gamma-linolenic and pinolenic acids exert anti-inflammatory effects in cultured human endothelial cells through their elongation products. *Molecular Nutrition & Food Research*, 64(20), Article 2000382. <https://doi.org/10.1002/mnfr.202000382>.
- Chen, S. J., Huang, W. C., Shen, H. J., Chen, R. Y., Chang, H., Ho, Y. S., Tsai, P. J., & Chuang, L. T. (2020). Investigation of modulatory effect of pinolenic acid (PNA) on inflammatory responses in human THP-1 macrophage-like cell and mouse models. *Inflammation*, 43(2), 518–531. <https://doi.org/10.1007/s10753-019-01134-7>
- Dyshluk, L. S., Sukhikh, S. A., Ivanova, S. A., Smirnova, I. A., Subbotina, M. A., Pozdnyakova, A. V., Neverov, E. N., & Garmashov, S. Y. (2018). Prospects for using pine nut products in the dairy industry. *Foods and Raw Materials*, 6(2), 264–280. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-264-280>
- Efremov, A. A., Zykova, I. D., Senashova, V. A., Grodnickaya, I. D., & Pashenova, N. V. (2020). Antimicrobial and antiradical activity of individual fractions of *Pinus sibirica* Du Tour and *Abies sibirica* Ledeb, native to the Siberian region. *Chemistry of Plant Raw Material*, 47(7), 203–210. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020047505>
- Grant, C. A., & Hicks, A. L. (2018). Comparative life cycle assessment of milk and plant-based alternatives. *Environmental Engineering Science*, 35(11), 1235–1247. <https://doi.org/10.1089/ees.2018.0233>
- Jonas da Rocha Esperança, V., Corrêa de Souza Coelho, C., Tonon, R., Torrezan, R., & Freitas-Silva, O. (2022). A review on plant-based tree nuts beverages: Technological, sensory, nutritional, health and microbiological aspects. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 2396–2408. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2134417>
- Patra, T., Rinnan, A.; Olsen, K. (2021). The physical stability of plant-based drinks and the analysis methods thereof. *Food Hydrocolloids*, 118, Article 106770. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106770>
- Prosekov, A. Y., Dyshlyuk, L. S., Milent'eva, I. S., Pavsky, V. A., Ivanova, S. A., & Garmashov, S. Y. (2018). Study of the biofunctional properties of cedar pine oil with the use of in vitro testing cultures. *Foods and Raw Materials*, 6(1), 136–143. <https://www.doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-136-143>
- Silva, A. R. A., Silva, M. M. N., & Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, Article 108972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108972>
- Udayarajan, C. T., Mohan, K., & Nisha, P. (2022). Tree nuts: Treasure mine for prebiotic and probiotic dairy free vegan products. *Trends in Food Science & Technology*, 124, 208–218. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.022>
- Xie, K., Miles, E. A., & Calder, P. C. (2016). A review of the potential health benefits of pine nut oil and its characteristic fatty acid pinolenic acid. *Journal of Functional Foods*, 23, 464–473. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.03.003>
- Yang, R., Li, X., Lin, S., Zhang, Z., & Chen, F. (2017). Identification of novel peptides from 3 to 10kDa pine nut (*Pinus koraiensis*) meal protein, with an exploration of the relationship between their antioxidant activities and secondary structure. *Food Chemistry*, 219, 311–320. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.163>
- Zhang, J., Lin, W., Wu, R., & Liu, Y. (2018) Mechanisms of the active components from Korean pine nut preventing and treating d-galactose-induced aging rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 103, 680–690. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.04.063>
- Zhang, J., Zhang, S., Wang, P., Guo, N., Wang, W., Yao, L., Yang, Q., Efferth, T., Jiao, J., & Fua, Y. (2019) Pinolenic acid ameliorates oleic acid-induced lipogenesis and oxidative stress via AMPK/SIRT1 signaling pathway in HepG2 cells. *European Journal of Pharmacology*, 861, Article 172618 <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2019.172618>