

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ С ОПТИМАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

*С.П. Меренкова, Д.Г. Тесалова*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

Рост рынка напитков – альтернатив натурального молока – ежегодно составляет 13,6–15,5 %. Предпочтение растительных напитков обусловлено растущим спросом на специализированные и функциональные продукты питания, этическими взглядами потребителей. Разрабатываются новые технологии, направленные на инактивацию микроорганизмов и ферментов, уменьшение размеров частиц и снижение вязкости эмульсии для повышения физической стабильности напитка. Наиболее перспективным способом обработки растительного сырья для получения стабильной коллоидной системы напитка является ультразвуковая кавитация. Цель исследования – анализ эффективности методов экстракции зернового сырья для получения растительных напитков с оптимальными свойствами. В предложенной технологической схеме получения растительного напитка осуществляют замачивание неочищенных семян конопли и зерна пшеницы на 24 часа с последующим мокрым дроблением и многоступенчатой экстракцией сухих веществ, с применением высокотемпературной или ультразвуковой обработки. Результаты исследований доказывают, что импульсная ультразвуковая обработка диспергированных семян конопли позволяет снизить значения вязкости до 1,75–1,91 мПа·с, при одновременном повышении концентрации белка (до 2,55 %), липидов (до 4,66 %) в пищевой системе растительного напитка. При ультразвуковой обработке измельченного зерна пшеницы наблюдали возрастание вязкости растительного напитка до 5,5 мПа·с, что свидетельствует об активизации гидрофильных свойств нерастворимых фракций белков, одновременно установлено улучшение экстракции сухих веществ, белка и липидов в систему напитка. Доказано, что наиболее эффективно применение ультразвуковой обработки сырья, которая обеспечивает оптимальные параметры вязкости и эмульсионной стабильности дисперсной системы, обуславливает высокое содержание питательных компонентов в составе растительного напитка. При производстве напитков на основе зерна пшеницы следует учитывать значительное содержание нерастворимых высокомолекулярных фракций, которые при взаимодействии с водой обеспечивают стабильность и вязкость системы за счет гидроколлоидных процессов.

**Ключевые слова:** растительные напитки, альтернативы натурального молока, семена конопли, зерно пшеницы, ультразвуковая обработка.

### Актуальность исследований

Сегодня в мире наблюдается тенденция интенсивного развития рынка растительных напитков – альтернативы натурального молока, темпы роста данного сегмента продуктов составляют ежегодно 13,6 %, а в США, которые являются лидерами их производства – 15,5 %. По оценкам экспертов мировой рынок растительных альтернатив натурального молока составлял в 2018 году 13 млрд долларов и к 2026 году достигнет 35,8 млрд долларов [8]. Информационный центр Research and Markets сообщает, что на рынке США прогнозируется рост данного сегмента до 28 млрд долларов к 2021 году [20]. Динамично совер-

шенствуются технологии производства пробиотических продуктов, полученных на немолочной основе [2, 3]. Всего в 2018 г. было произведено продуктов на растительной основе, таких как мороженое, йогурт, соусы – на 697 млн долларов; кроме того, увеличились объемы производства сливок на немолочной основе на 131 % [4].

Растительные альтернативы коровьего молока – самый быстрорастущий сегмент российского рынка FMCG (fast-moving consumer goods) в последние три года. Продажи растительных напитков возросли с 1,7 млн литров в 2017 году до 12 млн литров в 2019 году. Основными игроками рынка расти-

тельных напитков в России являются иностранные компании. Линейка напитков Alpro корпорации Danone занимает около 70 % российского рынка, благодаря сформированной системе дистрибуции и маркетинга. Компания «Сады Придонья» выпускает растительные напитки на основе овса и гречихи (ТМ Nemoloko), которые пользуются спросом у потребителя, выручка от продаж данных продуктов в 2018 году составила 2 млрд рублей. Предприятие «Союзпищепром» (г. Челябинск) начало разработки технологий растительных альтернатив молочных продуктов с 2015 года, а в 2018 году запустило производство продукции под брендом Green Milk, сейчас в данной линейке 13 наименований. Из нишевого продукта растительные напитки становятся товаром массового спроса, привлекая в отрасль всё больше инвестиций [1].

Растущее предпочтение растительных альтернатив молочных продуктов обусловлено различными факторами. Во-первых, связанных со здоровьем, – таких как, непереносимость компонентов молока, озабоченность потребителей по поводу гормонов и антибиотиков, содержащихся в коровьем молоке, а также высоким уровнем холестерина в высокожирных молочных продуктах. Во-вторых, немаловажными являются этические взгляды относительно использования продуктов животного происхождения, изменения в образе жизни в сторону вегетарианского питания. Развитие рынка растительных напитков связывается с растущей потребностью в функциональных и специализированных продуктах питания [2, 17].

Растительные альтернативы коровьего молока представляют собой эмульсию, содержащую комплекс питательных веществ, – липиды, белки, аминокислоты, витамины и минеральные вещества. Сегодня наблюдается активное развитие ассортимента немолочных напитков на основе зерна, орехов, семян или бобов. Во всем мире самыми популярными категориями являются растительные напитки на основе сои, миндаля и риса, а в России, кроме того, продукты на основе овса [1, 17].

К сожалению, достаточно часто органолептические характеристики растительных напитков не отвечают запросам потребителей, что ограничивает их распространение. Предполагается, что растительные альтернативы коровьего молока должны быть их аналогами с точки зрения цвета, текстуры и пищевой

ценности [21]. Однако недостатком растительных напитков является нехарактерный привкус и запах, низкое содержание кальция, разрушение эмульсии при хранении [22]. Поэтому промышленно вырабатываемые растительные напитки включают различные добавки, в том числе технологические, обеспечивающие стабильность эмульсионной системы продукта [21].

Общие этапы производства растительных напитков включают следующие технологические процессы: подготовка сырья (промывка, шелушение, замачивание, проращивание), мокрый или сухой помол, экстракция, многоступенчатая фильтрация, добавление ингредиентов, стерилизация, гомогенизация, асептическая упаковка и хранение. Для формирования сенсорных свойств напитков используют подсластители, вкусо-ароматические добавки; для повышения эмульсионной стабильности – стабилизаторы и эмульгаторы: лецитин, камеди, крахмалопродукты [18].

Выше по тексту было указано на некоторые проблемы, которые влияют на принятие потребителем растительных напитков. Поэтому для улучшения стабильности напитков на растительной основе и исключения использования стабилизирующих добавок применяют инновационные технологии, в числе которых ультразвуковое воздействие, импульсные электрические поля, омический нагрев, гомогенизация при сверхвысоком и высоком давлении [6, 7, 9, 12, 14, 16].

При производстве растительных напитков важной задачей является выбор рациональных методов экстракции и гомогенизации, которые обеспечат в дальнейшем коллоидную стабильность конечного продукта, а также минимизируют потребность в технологических добавках [3, 5]. Разрабатываемые технологии направлены на инактивацию микроорганизмов и ферментов, уменьшение размеров частиц и снижение вязкости эмульсии для повышения физической стабильности [11, 23].

Наиболее перспективным способом, применимым для обработки пищевых сред, позволяющим придать стабильность коллоидной системе и ускорить процессы растворения и структурирования без использования специализированных добавок, является ультразвуковая кавитация.

Одним из направлений применения ультразвука в пищевой промышленности является повышение эффективности экстракции био-

## Биохимический и пищевой инжиниринг

логически активных веществ из растительного сырья. Доказана эффективность ультразвука в кавитационном режиме в отношении гомогенизации, структурирования, повышении стабильности напитков, производимых из компонентов растительного сырья [10, 13, 14, 19].

В этой связи, целью данного исследования являлся анализ эффективности разных методов экстракции зернового сырья для получения растительных напитков с оптимальными физико-химическими свойствами.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись образцы напитков, полученных на основе зернового сырья с применением различных методов экстракции согласно технологической схеме, представленной на рис. 1:

- без применения дополнительной обработки;
- без применения дополнительной обработки с внесением стабилизатора камедь гуаровая в количестве 0,5 %;

– с применением высокотемпературной обработки (82 °С в течение 5 минут);

– с использованием ультразвуковой обработки (УЗО), в качестве источника упругих колебаний ванны ультразвуковой ПСБ-1335 с параметрами режима: мощность 50 Вт, частота акустических колебаний  $(35 \pm 3,5)$  кГц. УЗО для каждого образца напитка проводили по три раза с продолжительностью воздействия 3, 4 или 6 минут соответственно.

Для приготовления напитков использовали следующие сырьевые компоненты: отборные семена конопли технической сорта Надежда (содержание белка – 21,9 %, жира – 32,0 %, крахмала – 24 %, клетчатки – 22 %); зерно мягкой пшеницы яровой сорта Любава (содержание белка – 13,9 %, жира – 2,4 %, крахмала – 68,9 %, клетчатки 12,2 %).

Выбор зерновых культур определили следующие факторы: различия в химическом составе сырья, отличия молекулярной структуры макронутриентов. Семена конопли – масляная культура, в составе которой достаточ-

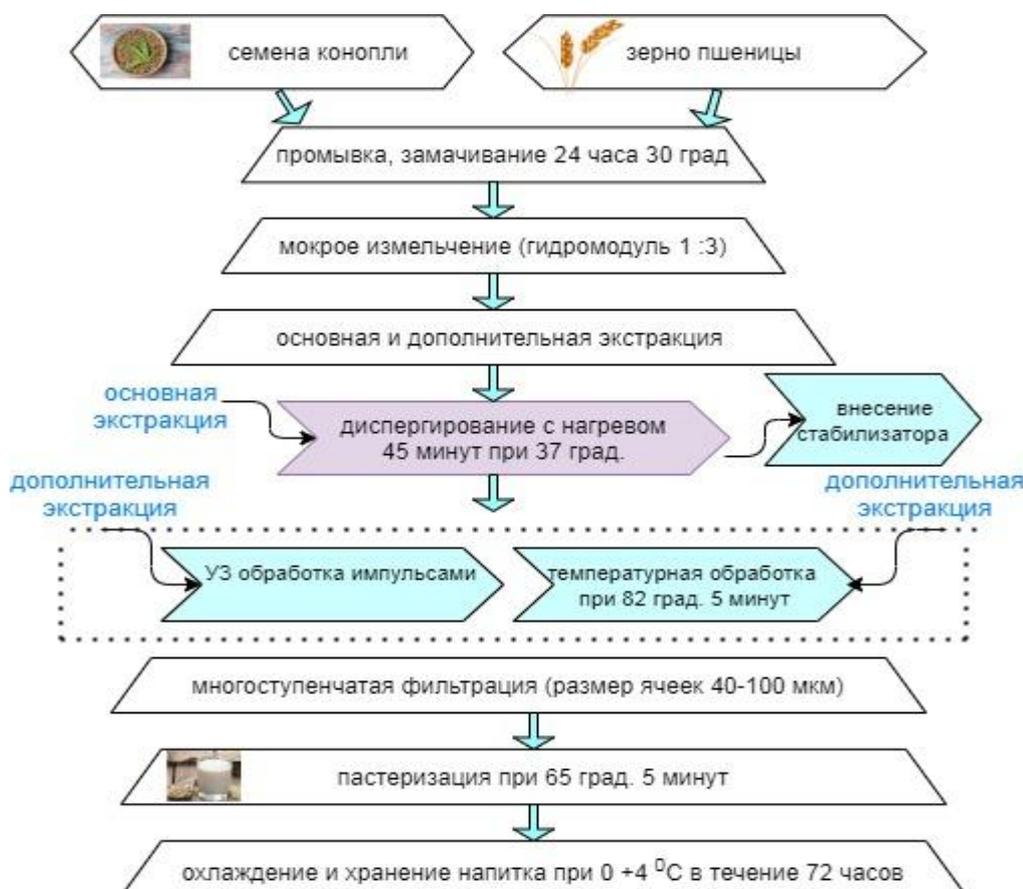


Рис. 1. Технологические этапы производства напитков из зернового сырья с применением альтернативных подходов

но высоко содержание как белковых, так и липидных компонентов, зерно пшеницы – культура с преобладанием крахмальных углеводов и высокомолекулярных фракций нерастворимых белков. Задача исследований заключалась в оценке возможности использования предложенных методов экстракции для сырья с разным химическим составом.

Модельные образцы напитков на зерновом сырье исследовали в течение 4–20 часов после завершения технологического цикла.

Полученные растительные напитки оценивали по следующей номенклатуре физико-химических показателей: содержание сухих веществ – согласно ГОСТ 6687.2-90, содержание белка, – согласно ГОСТ 10846-91; жира – ГОСТ 10857-64. Вязкость определяли на вибрационном вискозиметре SV-10 при температуре 28 °С в течение 120 секунд. Измерение pH проводили стационарным pH-метром (модель HANNA HI 2210 (PH/T), оснащенным pH-и температурным электродами HI 1131B и HI 7662 (HANNA).

#### Результаты исследований и их обсуждение

Предлагаемые подходы в технологии получения растительных напитков основаны на продуктивном извлечении из зернового сырья водорастворимых компонентов и получении устойчивых эмульсий. При анализе эффективности предложенных методов экстракции учитывали, что при применении различных видов сырья на свойства конченого продукта существенное влияние оказывают химический состав и особенности молекулярной структуры макронутриентов.

#### *Растительные напитки на основе семян конопли*

Важным этапом при получении растительных напитков является эффективное извлечение из зернового сырья водорастворимых фракций белков, отличающихся низкой молекулярной массой и лучшими эмульгирующими свойствами. Эти фракции обеспечивают коллоидную стабильность готовых напитков и являются преобладающими в составе белков масличных семян.

Результаты полученных исследований доказывают, что высокое содержание растворимых белковых компонентов в измельченных семенах конопли позволяют обеспечить коллоидную стабильность напитков с оптимальным значением вязкости. Причем наблюдается существенное возрастание значений

вязкости при высокотемпературной обработке (до 3,32 мПа·с) и при использовании камеди в качестве загустителя (до 8,22 мПа·с), что позволяет сформировать стабильную матрицу многофазной системы растительных напитков.

Импульсная ультразвуковая обработка позволяет незначительно снизить значения вязкости до 1,75–1,91 мПа·с, при одновременном повышении концентрации белка (до 2,55 %), липидов (до 4,66 %) в пищевой системе напитка (табл. 1).

Высокотемпературная обработка рекомендована авторами при изготовлении напитков из растительного сырья с целью инактивации ферментов и предотвращения нежелательных изменений органолептических свойств. Гидрофильные компоненты зернового сырья способны набухать при высоких температурах и формировать нерастворимую матрицу, обеспечивающую стабильность дисперсной системы напитка. Однако при температурах более 80 °С наблюдаются нежелательные изменения химического состава пищевого продукта: разрушение биологически ценных компонентов, окисление ненасыщенных жиров (см. табл. 1).

#### *Растительные напитки на основе зерна пшеницы*

В химическом составе зерна пшеницы отмечено преобладание нерастворимых компонентов: крахмальных углеводов (до 70 %) и фракций высокомолекулярных белков. Данные компоненты способны набухать при взаимодействии с водой и даже образовывать коллоидные растворы при температурах более 70 °С. Закономерно, что при высокотемпературной обработке водного экстракта диспергированного зерна пшеницы наблюдается активное уплотнение системы напитка при возрастании вязкости более чем в 10 раз.

Однако даже при УЗО напитка из измельченного зерна пшеницы наблюдали возрастание его вязкости до 5,5 мПа·с, что свидетельствует об активизации гидрофильных свойств нерастворимых фракций белков при акустической обработке. Набухшие гидроколлоиды способны удерживать в матрице нерастворимые компоненты, обеспечивая седиментационную устойчивость пищевой системы напитка. Одновременно при УЗО наблюдали возрастание экстракции сухих веществ, белка и липидов в пищевую систему растительного напитка из зерна пшеницы (табл. 2).

Таблица 1

Физико-химические показатели растительных напитков на основе семян конопли

Способ дополнительной обработки при экстракции веществ	Физико-химические показатели				
	Уровень pH	Вязкость напитков мПа·с	М.д. сухих веществ	М.д. белка	М.д. жира
Без температурной и УЗ-обработки	6,35 ± 0,21	2,21 ± 0,08	5,85 ± 0,07	1,67 ± 0,05	4,10 ± 0,10
Без температурной и УЗ-обработки + стабилизатор	6,44 ± 0,16	8,22 ± 0,12	5,97 ± 0,11	1,66 ± 0,06	4,17 ± 0,11
Высокотемпературная обработка (82 °С)	6,49 ± 0,11	3,32 ± 0,11	4,77 ± 0,09	1,37 ± 0,04	3,35 ± 0,09
УЗ-обработка импульсами (по 3 мин 3 раза)	6,10 ± 0,16	1,91 ± 0,09	6,71 ± 0,09	2,37 ± 0,07	4,27 ± 0,10
УЗ-обработка импульсами (по 4 мин 3 раза)	6,15 ± 0,15	1,75 ± 0,08	7,05 ± 0,11	2,40 ± 0,05	4,56 ± 0,11
УЗ-обработка импульсами (по 6 мин 3 раза)	6,24 ± 0,18	1,82 ± 0,07	7,27 ± 0,12	2,55 ± 0,07	4,66 ± 0,12

Таблица 2

Физико-химические показатели растительных напитков на основе зерна пшеницы

Способ дополнительной обработки при экстракции веществ	Физико-химические показатели				
	Уровень pH	Вязкость напитков мПа·с	М.д. сухих веществ	М.д. белка	М.д. жира
Без температурной и УЗ-обработки	6,25 ± 0,18	3,50 ± 0,08	2,20 ± 0,07	1,34 ± 0,05	1,10 ± 0,03
Без температурной и УЗ-обработки + стабилизатор	5,77 ± 0,11	7,90 ± 0,21	2,80 ± 0,11	1,36 ± 0,06	1,05 ± 0,04
Высокотемпературная обработка (82 °С)	6,20 ± 0,11	35,55 ± 2,10	3,60 ± 0,09	2,16 ± 0,08	1,47 ± 0,05
УЗ-обработка импульсами (по 3 мин 3 раза)	6,10 ± 0,12	3,71 ± 0,07	2,80 ± 0,09	1,46 ± 0,07	1,27 ± 0,06
УЗ-обработка импульсами (по 4 мин 3 раза)	6,08 ± 0,11	3,95 ± 0,08	3,20 ± 0,10	1,58 ± 0,06	1,65 ± 0,04
УЗ-обработка импульсами (по 6 мин 3 раза)	5,95 ± 0,10	5,50 ± 0,09	3,40 ± 0,11	1,66 ± 0,07	1,42 ± 0,05

*Влияние химического состава сырья на физико-химические свойства растительных напитков*

Ультразвуковая кавитация, применяемая при экстракции напитка из диспергированных семян конопли, способствует повышению концентрации в дисперсионной среде водорастворимой фракции белков, которые способны адсорбироваться на поверхности липидных капель, формируя белково-липидную оболочку и предотвращая коалесценцию. Од-

новременно, УЗО значительно уменьшает размеры частиц, переходящих в систему напитка, что позволяет повысить седиментационную устойчивость системы [15]. Закономерно, при применении импульсной ультразвуковой обработки, для экстракции измельченных семян конопли, установили оптимальные значения вязкости, при значительном возрастании содержания питательных компонентов в готовом растительном напитке (рис. 2, 3).

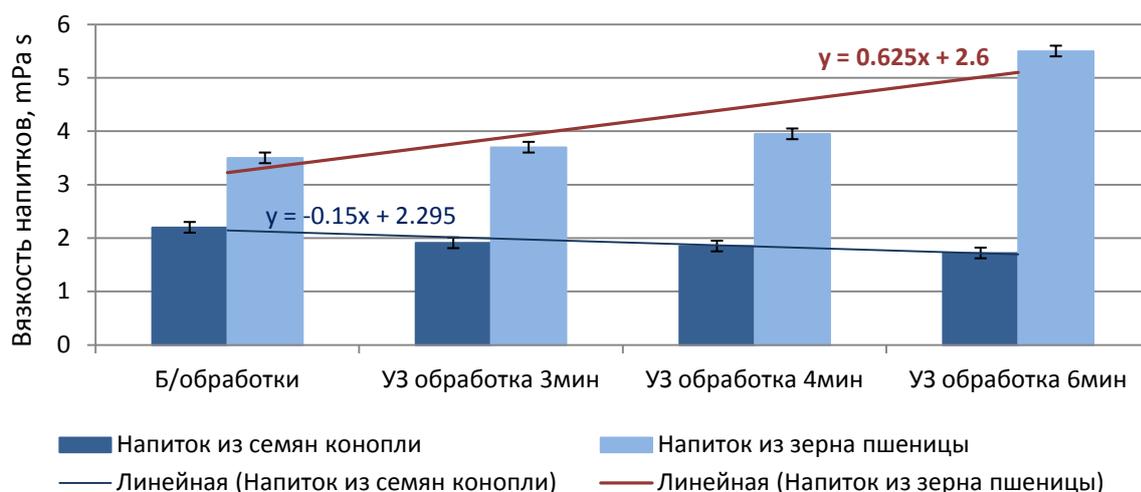


Рис. 2. Вязкость растительных напитков при t = 28 °C, mPa·s

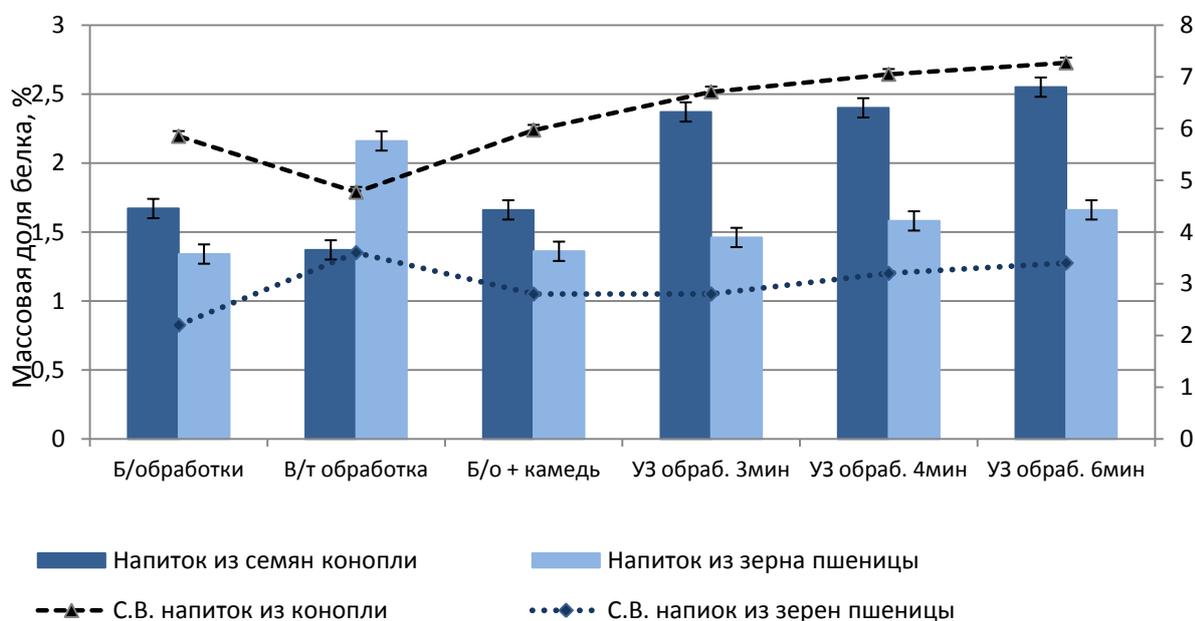


Рис. 3. Массовая доля сухих веществ и белка в растительных напитках, %

При УЗО суспензий из диспергированного зерна пшеницы наблюдали возрастание вязкости растительных напитков, что обусловлено стабилизирующими свойствами матрицы пищевой системы, образованной набухающими компонентами сырья. Таким образом, вязкость напитков из зерна пшеницы достоверно почти в 3 раза выше вязкости напитков из семян конопли при тех же режимах воздействия. Однако предложенные методы УЗ воздействия менее эффективны при экстракции питательных компонентов в пище-

вую систему напитка из зерна пшеницы (см. рис. 2, 3).

#### Заключение

В результате анализа эффективности способов экстракции растительного сырья при производстве напитков было установлено, что при использовании семян конопли технической наиболее обосновано применение импульсной УЗО, которая обеспечивает оптимальные параметры вязкости и эмульсионной стабильности дисперсных систем полученных растительных напитков,

за счет активной экстракции водорастворимых фракций белков, а также обуславливает наиболее высокое содержание питательных компонентов в системе напитка.

При производстве напитков – альтернатив натурального молока на основе зерна пшеницы, следует учитывать значительное содержание нерастворимых высокомолекулярных фракций в составе сырья. При взаимодействии с водой стабильность и вязкость системы

обеспечивается за счет гидроколлоидных процессов, при потенцировании которых наблюдается нехарактерное уплотнение напитка. Ультразвуковая обработка диспергированного зерна пшеницы способствует экстракции белковых и липидных компонентов в пищевую систему растительного напитка, что обеспечивает формирование питательной ценности конечного продукта.

### Литература/References

1. Без ГМО и без коровы. Как растительные напитки теснят молоко [No GMO and no cow. How plant-based drinks crowd milk]. Available at: <https://sber.pro/publication/bez-gmo-i-bez-korovy-kak-rastitelnye-napitki-tesniat-moloko> (accessed: 10.01.2021)

2. Егорова С.В., Ахматзияева М.М., Ростегаев Р.С. Растительная пища будущего // *Advanced science: сборник статей III Международной научно-практической конференции: в 2 ч.* – 2018. – С. 134–137. [Egorova S.V., Akhmatziaeva M.M., Rostegaev R.S. Vegetable food of the future. *Advanced science*, in 2 pt., 2018, pp. 134–137. (in Russ.)]

3. Bernat N., Chafer M., Chiralt A., Gonzalez-Martinez C. Hazelnut milk fermentation using probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*, 2014, vol. 49, pp. 2553–2562.

4. Blumenfeld J. *In the aisle: Delicious alternatives to dairy for you to stock*, New Hope Network. 2019. Available at: <http://newhope.com/food-and-beverage/aisle-delicious-alternativesdairy-you-stock>. (accessed: 10.12.2020).

5. Bochkarev M.S., Egorova E.Yu., Reznichenko I.Yu., Poznyakovskiy V.M. Reasons for the ways of using oilcakes in food industry. *Foods and Raw Materials*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 4–12.

6. Briviba K., Gräf V., Walz E., Guamis B., Butz P. Ultra-high-pressure homogenization of almond milk: Physico-chemical and physiological effects. *Food Chemistry*, 2016, vol. 192, pp. 82–89.

7. Codina-Torrella I., Guamis B., Ferragut V., Trujillo A.J. Potential application of ultra-high-pressure homogenization in the physico-chemical stabilization of tiger nuts' milk beverage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies: IFSET: The Official Scientific Journal of the European Federation of Food Science and Technology*, 2017, vol. 40, pp. 42–51.

8. *Dairy Alternatives Market by Source (Soy, Almond, Rice and Other Sources), Application (Food, Beverages, Dairy-free Probiotic Drinks and Others), Distribution Channel (Large Retail, Small Retail, Specialty Stores and Online): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2019–2026* // <https://www.alliedmarketresearch.com/dairy-alternatives-market> (accessed: 10.01.2021)

9. Dhakal S., Giusti M.M., Balasubramaniam V.M. Effect of high-pressure processing on dispersive and aggregative properties of almond milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2016, vol. 96(11), pp. 3821–3830.

10. Egorova E.Ju., Khmelev V.N., Morozhenko Ju.V., Reznichenko I.Ju. Production of vegetable “milk” from oilcakes using ultrasonic cavitation. *Foods and Raw Materials*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 24–35. DOI: 10.21603/2308-4057-2017-2-24-35.

11. Iorio M.C., Bevilacqua A., Corbo M.R., Campaniello D., Sinigaglia M., Altieri C. A case study on the use of ultrasound for the inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in almond milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2019, vol. 52, pp. 477–483.

12. Kohli D., Kumar S., Upadhyay S., Mishra R. Preservation and processing of soymilk: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2017, vol. 2(6), pp. 66–70.

13. Krasulya O., Bogush V., Trishina V., Potoroko I., Khmelev S., Sivashanmugam P., Anandan S. Impact of acoustic cavitation on food emulsions. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2016, vol. 30, pp. 98–102.

14. Lu X., Chen J., Zheng M., Guo J. et al. Effect of high intensity ultrasound irradiation on the stability and structural features of coconut grain milk composite systems utilizing maize kernels and starch with different amylose contents. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2019, vol. 5, pp. 135–148.

15. Maghsoudlou Y., Alami M., Mashkour M., Shahraki M.H. Optimization of ultrasound-assisted stabilization and formulation of almond milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2015, pp. 828–839.
16. Mäkinen O.E., Uniacke-Lowe T., O'Mahony J.A., Arendt E.K. Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk. *Food Chemistry*, 2015, vol. 168, pp. 630–638.
17. Makinen O.E., Wanhalinna V., Zannini E., Arendt E.K. Foods for special dietary needs: non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2016, vol. 56 (3), pp. 339–49. DOI: 10.1080/10408398.2012.761950.
18. Padma M., Jagannadarao P.V.K., Edukondalu L., Ravibabu G., Aparna K. Physico-chemical analysis of milk prepared from broken rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2018, vol. 7(2), pp. 426–428.
19. Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Ivanova D., Kiselova-Kaneva I.D. The influence of ultrasound cavitation on the extraction level of biologically active substances from vegetative raw materials. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2017, no. 10 (164), p. 6.
20. *Research and Markets. Dairy and dairy alternative beverage trends in the U.S.* (4th 654 edn.), 2017. Dublin, Ireland, Research and Markets.
21. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 2016, vol. 53, iss. 9, pp. 3408–3423. DOI: 10.1007/s13197-016-2328-3.
22. Vanga S., Raghavan V. How well do plant-based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of Food Science and Technology*, 2017, vol. 55(1), pp. 10–20.
23. Wang Q., Jianga J., Xionga Y.L. High pressure homogenization combined with pH shift treatment: A process to produce physically and oxidatively stable hemp milk. *Food Research International*, 2018, vol. 106, pp. 487–494.

**Меренкова Светлана Павловна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), merenkovas@susu.ru

**Тесалова Дарья Григорьевна**, магистрант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), vasilkinad@mail.ru

Поступила в редакцию 12 ноября 2020 г.

DOI: 10.14529/food210106

## ANALYSIS OF THE EXTRACTION METHODS EFFECTIVENESS FOR OBTAINING PLANT-BASED BEVERAGES WITH OPTIMAL PROPERTIES

**S.P. Merenkova, D.G. Tesalova**

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

The growth of the market of beverages – alternatives to natural milk is 13.6–15.5 % annually. The preference for plant-based beverages is due to the growing demand for specialized and functional food products, as well as the ethical views of consumers. New technologies have being developed to inactivate microorganisms and enzymes, reduce particle size and reduce the viscosity of the emulsion to increase the physical stability of the drink. The most promising method of processing plant raw materials to obtain a stable colloidal beverage system is ultrasonic cavitation. The aim of the study is to analyze the effectiveness of grain extraction methods for obtaining plant-based beverages with optimal properties. In the proposed technological scheme for obtaining a plant-based beverage, raw hemp seeds and wheat grains are soaked for 24 hours, followed by wet

crushing and multi-stage extraction of dry substances, using high-temperature or ultrasonic treatment. The research results prove that pulsed ultrasonic treatment of dispersed hemp seeds can reduce the viscosity values to 1.75–1.91 mPa·s, while simultaneously increasing the concentration of protein (up to 2.55 %), lipids (up to 4.66 %) in the food system of a plant-based beverage. During ultrasonic processing of crushed wheat grains, an increase in the viscosity of the plant-based beverage to 5.5 mPa·s was observed, which indicates the activation of the hydrophilic properties of insoluble protein fractions, while an improvement in the extraction of dry substances, protein and lipids into the beverage system was also established. It is proved that the most effective use of ultrasonic processing of raw materials, which provides optimal parameters of viscosity and emulsion stability of the dispersed system, causes a high content of nutritional components in the composition of plant-based beverages. In the production of beverages based on wheat grain, it is necessary to take into account the significant content of insoluble high-molecular fractions, which interacting with water, provide stability and viscosity of the system due to hydrocolloid processes.

**Keywords:** plant-based beverages, alternatives to natural milk, hemp seeds, wheat grain, ultrasonic treatment.

**Svetlana P. Merenkova**, Candidate of Sciences (Veterinary), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, merenkovasp@susu.ru

**Darya G. Tesalova**, Master's Degree student at the Department Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), vasilkinad@mail.ru

*Received November 12, 2020*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Меренкова, С.П. Анализ эффективности методов экстракции для получения растительных напитков с оптимальными свойствами / С.П. Меренкова, Д.Г. Тесалова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2021. – Т. 9, № 1. – С. 48–56. DOI: 10.14529/food210106

### FOR CITATION

Merenkova S.P., Tesalova D.G. Analysis of the Extraction Methods Effectiveness for Obtaining Plant-Based Beverages with Optimal Properties. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 1, pp. 48–56. (in Russ.) DOI: 10.14529/food210106

---