

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ / FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.8>

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОХРАНЕНИИ ПРОДУКТОВ

Обзор

Руденко Р.А.^{1*}, Насирова А.Ю.²¹Донской государственной аграрный университет, Новочеркасск, Российская Федерация²Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (6195756[at]mail.ru)

Аннотация

В этой работе рассматриваются некоторые из новейших тенденций в пищевой промышленности. Эта работа предназначена для описания новейших разработок в области хранения пищевых продуктов. Представлены современные процессы производства пищевых продуктов и пищевых ингредиентов, основанные на мембранной технологии, сверхкритической флюидной технологии и некоторых применениях биотехнологии, в основном применяемых для получения функциональных пищевых продуктов. Представлена критическая оценка методов нетермического консервирования, используемых для сохранения пищевых продуктов, таких как высокое гидростатическое давление, импульсные электрические поля, ультразвук, импульсный свет, барьерные системы и т. д. Одной из важных тенденций в пищевой промышленности является разработка и оптимизация новых процессов консервирования пищевых продуктов. В частности, это те, которые используются для получения минимально обработанных пищевых продуктов (с помощью барьерных технологий и/или с использованием натуральных консервантов), а также те, которые основаны на новых физических методах (высокое гидростатическое давление, импульсные электрические поля, импульсный свет, ультразвук и т. д.), процессы, способные производить более питательные, свежие, менее обработанные и безопасные продукты.

Ключевые слова: продукты питания, переработка, консервация, мембраны, сверхкритические жидкости, нетермическая консервация, высокое гидростатическое давление, импульсные электрические поля, ультразвук, импульсный свет, барьерные системы, анализ изображений, биосенсоры.

NEW TENDENCIES IN FOOD PRESERVATION

Review article

Rudenko R.A.^{1*}, Nasirova A.Y.²¹Don State Agrarian University, Novochoerkassk, Russian Federation²Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

* Corresponding author (6195756[at]mail.ru)

Abstract

This work examines some of the latest tendencies in the food industry. This article is intended to describe the latest developments in food preservation. Current food and ingredient production processes based on membrane technology, supercritical liquids technology and some applications of biotechnology, mainly applied to the production of functional food products, are presented. A critical evaluation of non-thermal preservation methods used for food preservation such as high hydrostatic pressure, pulsed electric fields, ultrasound, pulsed light, barrier systems, etc. is presented. One of the important trends in the food industry is the development and optimization of new food preservation processes. These include those used to produce minimally processed food (using barrier technologies and/or natural preservatives) and those based on new physical methods (high hydrostatic pressure, pulsed electric fields, pulsed light, ultrasound, etc.), processes that can produce more nutritious, fresh, less processed and safer products.

Keywords: food products, processing, preservation, membranes, supercritical liquids, nonthermal preservation, high hydrostatic pressure, pulsed electric fields, ultrasound, pulsed light, barrier systems, image analysis, biosensors.

Введение

Одной из важных тенденций в пищевой промышленности является разработка и оптимизация новых процессов консервирования пищевых продуктов. В частности, это те, которые используются для получения минимально обработанных пищевых продуктов (с помощью барьерных технологий и/или с использованием натуральных консервантов), а также те, которые основаны на новых физических методах (высокое гидростатическое давление, импульсные электрические поля, импульсный свет, ультразвук и т. д.), процессы, способные производить более питательные, свежие, менее обработанные и безопасные продукты [1].

Методы нетермической консервации

Хотя методы термической консервации обеспечивают большую безопасность продуктов питания, этот метод обработки приводит к потере качества пищевых продуктов. Таким образом, основная цель методов нетермического консервирования состоит в том, чтобы свести к минимуму ухудшение качества пищевых продуктов за счет ограничения теплового повреждения пищевых продуктов [2].

Как широко известно, методы консервирования пищевых продуктов основаны на инактивации микроорганизмов и ферментов, ответственных за разложение пищевых продуктов. Создание традиционных термических процессов для пищевых продуктов было основано на двух основных факторах:

1) знание кинетики термической инактивации наиболее термостойкого интересующего возбудителя для каждого конкретного пищевого продукта;

2) определение характера теплообменных свойств пищевой системы.

Некоторые из новых технологий, которые будут описаны здесь, все еще находятся на базовом уровне исследований, в ходе которых как эффективность использования, так и влияние на механизм инактивации микроорганизмов или ферментов все еще изучаются. Потребуется дальнейшие исследования, прежде чем эти новые методы консервации можно будет использовать в промышленных масштабах с полной гарантией здоровья потребителей [3].

Высокое гидростатическое давление

Обработка высоким гидростатическим давлением (ВГД), также известная как обработка высоким давлением (ОВД), подвергает жидкие и твердые пищевые продукты с упаковкой или без нее воздействию давления от 100 до 1000 МПа. Температура процесса, используемая во время этой обработки давлением, колеблется от 0°C до 100°C, в то время как время воздействия составляет от миллисекундного импульса до более чем 20 минут. Результирующие химические изменения в пище обычно зависят от температуры процесса и времени обработки [4].

ВГД может инактивировать дрожжи, плесень и большинство вегетативных бактерий, включая большинство инфекционных пищевых патогенов, оставляя нетронутыми небольшие молекулы, такие как многие вкусовые соединения и витамины.

Имеются многочисленные сообщения о применении обработки ВГД для инактивации бактериальных спор (при температурах от 90 до 110°C и давлениях от 500 до 700 МПа), таких, как *Clostridium botulinum* [5]. Однако этот подход до сих пор не разрешен к использованию этой технологии в консервировании пищевых продуктов, поскольку некоторые виды спор *S. botulinum* способны выживать даже при самых экстремальных давлениях и температурах, используемых в ВГД.

ВГД предлагает также интересные возможности для реструктуризации пищевых белков. Было отмечено, что высокое давление может влиять на конформацию белка и может приводить к денатурации, агрегации или гелеобразованию белка, в зависимости от исследуемой белковой системы. Следовательно, высокое давление можно использовать для создания новых продуктов с новой текстурой. Обработка ВГД использовалась для молочных белков для инактивации ферментов при низкой температуре и стабилизации ферментированных молочных продуктов, а также для улучшения коагуляции молока и для приготовления молочных гелей и эмульсий с новой текстурой [6]. Описано также применение в мясных и рыбных продуктах [7]. Очень интересным применением ВГД является переработка морепродуктов. В настоящее время существует промышленный процесс обработки устриц под названием «Фрешер под давлением» [8] с использованием давления от 200 до 275 Мпа, который может уменьшить вредные бактерии, такие как *Vibrio parahaemolyticus*, до сверхнизкого уровня, сохраняя при этом вкус и текстуру этого морепродукта. Этот процесс также освобождает индукторную мышцу устриц, облегчая их «очищение».

Затраты, связанные с внедрением ВГД, высоки, поэтому его использование оправдано для дорогостоящих продуктов. Однако некоторые предприятия пищевой промышленности используют эту новую технологию для пастеризации молока, консервирования гуакамоле и обработки фруктовых соков и джемов [9].

Импульсные электрические поля

Обработка импульсным электрическим полем высокой интенсивности (ПВИ) включает применение импульсов высокого напряжения (обычно 20-80 кВ) в течение коротких периодов времени (менее 1 секунды) к жидкой пище, помещенной между двумя электродами [10]. Во время этого процесса достигается в основном микробная, но также и некоторая инактивация ферментов, при этом нагревание пищи сводится к минимуму, что снижает вредные изменения сенсорных и физических свойств пищи. Описание различных факторов, влияющих на микробную инактивацию с помощью ПВИ, представлено в таблице 2.

Было предложено несколько теорий для объяснения микробной инактивации ПВИ наиболее распространенным является электропорация. Таким образом, электропорация вызывает под действием интенсивного электрического поля нарушение целостности мембраны, инактивацию белков и утечку клеточного содержимого микроорганизмов [10].

Применение РЕФ ограничено пищевыми продуктами, которые могут выдерживать высокие электрические поля и имеют низкую электропроводность.

Технология импульсного света (или света высокой интенсивности)

Свет высокой интенсивности также описывается как импульсный белый свет широкого спектра – это технология обеззараживания или технология стерилизации, которая может быть использована для быстрой инактивации микроорганизмов на поверхности пищевых продуктов, оборудования и упаковочных материалах для пищевых продуктов. Обеззараживание поверхности пищевых продуктов с помощью импульсного света высокой интенсивности имеет много потенциальных преимуществ для пищевой промышленности. Это нетермическое консервирование, способное минимизировать пагубное влияние термической обработки и химической обработки на качество и сенсорные характеристики [11].

Методы консервирования пищевых продуктов с помощью высокоинтенсивного белого света и ультрафиолетового света используют свет с длиной волны от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного в коротких интенсивных импульсах. Импульсы света, используемые для обработки пищевых продуктов, обычно излучают от одной до двадцати вспышек в секунду электромагнитной энергии.

Исследования свидетельствуют о снижении количества *Listeria monocytogenes* в сыром лососе на 1,09 КОЕ филе после 180 импульсов света, а Зауэр и Морару достигли снижения на 7,15 КОЕ для *Escherichia coli* в яблочном соке [12].

Обеззараживание молока в резервуарах с импульсным ультрафиолетовым светом также дает увеличение сроков его хранения [13].

Заключение

Технологии, описанные в этом обзоре, способны производить более питательные, свежие продукты с минимальной обработкой. Однако они все еще находятся на стадии исследования. Таким образом, их эффективность в отношении микроорганизмов и инактивации ферментов еще предстоит установить с оценкой любого возможного риска для здоровья. Поэтому представляется целесообразным продолжить исследования в этих областях, прежде чем внедрять эти технологии в промышленных масштабах [14].

Основной проблемой при термической обработке продуктов питания является потеря летучих соединений, питательных веществ и аромата. Для преодоления этих проблем в пищевой промышленности появились нетермические методы, позволяющие увеличить производительность и прибыль. Нетермическая обработка используется для всех продуктов питания для улучшения их качества и для увеличения срока хранения. Новые технологии обработки более применимы к жидким упакованным продуктам питания, чем твердым продуктам [15].

Нетермические методы питания в основном применяются в крупномасштабном производстве и используются для большого количества сырья, поскольку стоимость оборудования, используемого при нетермической обработке, высока по сравнению с оборудованием используемым при термической обработке. После минимизации инвестиционных затрат на нетермические методы обработки, его можно использовать и в небольших производствах [16].

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Абрампальский Ф.Н. Изменение потенциала продуктивности коров Тверской области. / Ф.Н. Абрампальский // Молоч. и мясн. скотоводство. — 2006. — 2. — с. 34-36.
2. Админ Е.И. Новое в технологии беспривязного содержания молочного скота / Е.И. Админ // Интенсификация общественного животноводства: сборник; — Вып. 36. — Харьков, 1971. — с. 40-65.
3. Админ Е.И. Дояние коров на фермах промышленных комплексов. 2-е изд., перераб. и доп. / Е.И. Админ — Киев: Урожай, 1980. — 144 с.
4. Адушинов Д. Создание чёрно-пёстрого скота молочного типа. / Д. Адушинов, А. Мухамадеева // Молоч. и мясн. скотоводство. — 2003. — 2. — с. 27 - 28.
5. Азадов С. Качество вымени коров симментальской и красной степной пород. / С. Азадов // Молоч. и мясн. скотоводство. — 1981. — 11. — с. 41.
6. Айсаков Х.Ю. Количественные показатели вымени. / Х.Ю. Айсаков // Молоч. и мясн. скотоводство. — 1997. — 3. — с. 13.
7. Алимжанова Л. Продуктивность и свойство молока чистопородных и помесных коров. / Л. Алимжанова, Б. Агабабян // Молоч. и мясн. скотоводство. — 1991. — 3. — с. 26 - 28.
8. Аллабердин И. А. Молочная продуктивность и некоторые физиологические свойства вымени коров симментальской породы в условиях Приуральской степной зоны Башкирии: автореф. дис. канд. с.-х. наук / И. А. Аллабердин. Новосибирск, 1980. — 18 с.
9. Арзуманян Е.А. Уральский чёрно пёстрый скот / Е.А. Арзуманян, Е.Ф. Маркин, Ю.К. Рябов — М.: Колос, 1973. — 176 с.
10. Арзуманян Е.А. Состояние и задачи совершенствования уральского чёрно пёстрого скота. / Е.А. Арзуманян, С.С. Тимофеева // Молоч. и мясн. скотоводство. — 1984. — 5. — с. 38 - 40.
11. Арзуманян Е.А. Как создавали новую уральскую породу. / Е.А. Арзуманян // Уральские нивы. — 1888. — 5. — с. 21 - 23.
12. Adegoke G.O. Extraction and Identification of Antioxidants from the Spice *Aframomum danielli*. / G.O. Adegoke, A.G. Gopala Krishna // Am. OilChem. — 1998. — 75. — p.1047-1052
13. Aguirrezabal M.M. The Effect of Paprika, Garlic and Salt on Rancidity in Dry Sausages. / M.M. Aguirrezabal, J. Mateo, M.C. Dominguez et al. // Meat Sci. — 2000. — 54. — p. 77-81.
14. Al-Amier H. Screening of High Biomass and Phenolic Producing Clonal Lines of Spearmint in Tissue Culture Using *Pseudomonas* and Azetidine-2-carboxylate. / H. Al-Amier, B.M.M. Mansour, N. Toaima et al. // Food Biotechnol. — 2000. — 13. — p. 227-253.
15. Angsupanich K. Effects of High Pressure on the Myofibrillar Proteins of Cod and Turkey Muscle. / K. Angsupanich, M. Edde, D.A. Ledward // J. Agric. Food Client. — 1999. — 47. — p. 92-99.

16. Center for Food Safety and Applied Nutrition [Electronic source] // Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies. Executive Summary, U.S. Food and Drug Administration. — 2000. — URL: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/ift-exec.html>. (accessed: 05.06.23)
17. Oftedal O.T. The Evolution of Milk Secretion and its Ancient Origins. / O.T. Oftedal // *Animal*. — 2012. — 6 (3). — p. 355-368.
18. Curry A. Archaeology: The Milk Revolution. / A. Curry // *Nature*. — 2013. — 500 (7460). — p. 20-22.
19. Dunne J. Milk of Ruminants in Ceramic Baby Bottles from Prehistoric Child Graves. / J. Dunne, K. Rebay-Salisbury, R.B. Salisbury et al. // *Nature*. — 2019. — 574(7777). — p. 246.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Abrampal'skij F.N. Izmenenie potenciala produktivnosti korov Tverskoj oblasti [Changes in the Productivity Potential of Cows in the Tver Region]. / F.N. Abrampal'skij // *Moloch. i myasn. skotovodstvo* [Dairy and Meat Cattle Breeding]. — 2006. — 2. — p. 34-36. [in Russian]
2. Admin Ye.I. Novoe v tekhnologii besprivyaznogo sodержaniya molochnogo skota [New in Free-Standing Dairy Cattle Eechnology] / Ye.I. Admin // *Intensifikaciya obshchestvennogo zhivotnovodstva* [Intensification of Public Animal Husbandry]: a collection; — Issue 36. — Kharkiv, 1971. — p. 40-65. [in Russian]
3. Admin E.I. Doenie korov na fermax promyshlenny'x kompleksov. 2-e izd., pererab. i dop. [Milking Cows on Farms of Industrial Complexes. 2nd ed., revised. and additional] / E.I. Admin — Kiev: Urozhaj, 1980. — 144 p. [in Russian]
4. Adushinov D. Sozdanie chyorno-pyostrogo skota molochnogo tipa [Creation of Black-and-White Dairy Cattle]. / D. Adushinov, A. Muxamadeeva // *Moloch. i myasn. skotovodstvo* [Dairy and Meat Cattle Breeding]. — 2003. — 2. — p. 27 - 28. [in Russian]
5. Azadov S. Kachestvo vy'meni korov simmental'skoj i krasnoj stepnoj porod [Udder Quality of Simmental and Red Steppe Cows]. / S. Azadov // *Moloch. i myasn. skotovodstvo* [Dairy and Meat Cattle Breeding]. — 1981. — 11. — p. 41. [in Russian]
6. Ajsakov X.Yu. Kolichestvenny'e pokazateli vy'meni [Quantitative Indicators of the Udder]. / X.Yu. Ajsakov // *Moloch. i myasn. skotovodstvo* [Dairy and Meat Cattle Breeding]. — 1997. — 3. — p. 13. [in Russian]
7. Alimzhanova L. Produktivnost' i svojstvo moloka chistoporodny'x i pomesny'x korov [Productivity and Properties of Milk of Purebred and Crossbred Cows]. / L. Alimzhanova, B. Agababyan // *Moloch. i myasn. skotovodstvo* [Dairy and Meat Cattle Breeding]. — 1991. — 3. — p. 26 - 28. [in Russian]
8. Allaberdin I.A. Molochnaya produktivnost' i nekotoryye fiziologicheskiye svoystva vymeni korov simmental'skoj porody v usloviyakh Priural'skoj stepnoy zony Bashkirii [[Milk Productivity and Some Physiological Poperties of the Udder of Simmental Cows in the Conditions of the Ural Steppe Zone of Bashkiria]: abst. diss. for PhD in Agricultural Sciences / I. A. Allaberdin. Novosibirsk, 1980. — 18 p. [in Russian]
9. Arzumanyan E.A. Ural'skij chyorno pyostryj skot [Ural Black-and-White Cattle] / E.A. Arzumanyan, E.F. Markin, Yu.K. Ryabov — M.: Kolos, 1973. — 176 p. [in Russian]
10. Arzumanyan E.A. Sostoyanie i zadachi sovershenstvovaniya ural'skogo chyorno pyostrogo skota [State and Tasks of Improving the Ural Black-and-White Cattle]. / E.A. Arzumanyan, S.S. Timofeeva // *Moloch. i myasn. skotovodstvo* [Dairy and Meat Cattle Breeding]. — 1984. — 5. — p. 38 - 40. [in Russian]
11. Arzumanyan E.A. Kak sozdavali novuyu ural'skuyu porodu [How a New Ural Breed was Created]. / E.A. Arzumanyan // *Ural'skie nivy* [Ural Fields]. — 1888. — 5. — p. 21 - 23. [in Russian]
12. Adegoke G.O. Extraction and Identification of Antioxidants from the Spice Aframomum danielli.7 / G.O. Adegoke, A.G. Gopala Krishna // *Am. OilChem.* — 1998. — Sot. 75. — p.1047-1052
13. Aguirrezabal M.M. The Effect of Paprika, Garlic and Salt on Rancidity in Dry Sausages. / M.M. Aguirrezabal, J. Mateo, M.C. Dominguez et al. // *Meat ScL.* — 2000. — 54. — p. 77-81.
14. Al-Amier H. Screening of High Biomass and Phenolic Producing Clonal Lines of Spearmint in Tissue Culture Using Pseudomonas and Azetidine-2-carboxylate. / H. Al-Amier, B.M.M. Mansour, N. Toaima et al. // *Food BiotechnoL.* — 2000. — 13. — p. 227-253.
15. Angsupanich K. Effects of High Pressure on the Myofibrillar Proteins of Cod and Turkey Muscle. / K. Angsupanich, M. Edde, D.A. Ledward // *J. Agric. Food Client.* — 1999. — 47. — p. 92-99.
16. Center for Food Safety and Applied Nutrition [Electronic source] // Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies. Executive Summary, U.S. Food and Drug Administration. — 2000. — URL: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/ift-exec.html>. (accessed: 05.06.23)
17. Oftedal O.T. The Evolution of Milk Secretion and its Ancient Origins. / O.T. Oftedal // *Animal*. — 2012. — 6 (3). — p. 355-368.
18. Curry A. Archaeology: The Milk Revolution. / A. Curry // *Nature*. — 2013. — 500 (7460). — p. 20-22.
19. Dunne J. Milk of Ruminants in Ceramic Baby Bottles from Prehistoric Child Graves. / J. Dunne, K. Rebay-Salisbury, R.B. Salisbury et al. // *Nature*. — 2019. — 574(7777). — p. 246.