

8. Ханферьян, Р.А. Потребление углеводовсодержащих напитков и их вклад в общую калорийность рациона / Р.А.Ханферьян и др.// Вопросы питания. – 2018. – Т.87. – №2. – С. 39-42.
9. Харламова, Л.Н. Российское безалкогольное вино – составляющая здорового питания / Л.Н. Харламова, С.А. Хуршудян // Вопросы питания. – 2014. – Т.83. – №3. – С.37.
10. Хуршудян, С.А. Качество сырья и потребительские качества пищевого продукта / С.А. Хуршудян, А.В. Орещенко // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 40-41.
11. Кобелев, К.В. Применение тритикале в производстве напитков на зерновой основе / К.В. Кобелев, С.А. Хуршудян и др. // Индустрия напитков. – 2016. – № 2. – С.24-25.
12. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – 2012. – 211 с.
13. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина. – М.: «Колос», 1976 – 375 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НЕТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Челомбитько М.А., канд. с.-х. наук

УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск

Аннотация. В пищевой промышленности расширяется применение технологий нетепловой обработки (NTP). Отсутствие тепла в этих технологиях позволяет получать пищевые продукты более высокого качества за счет сохранения их сенсорных и питательных свойств.

Abstract. The application of non-thermal processing technology (NTP) is increasing within the food industry. The absence of heat in this technology offer some advantages such as the sensory and nutritional attributes of the product remaining unaffected, thus yielding products with better quality compared to traditional processing methods.

Обеспечение производства микробиологически безопасных продуктов является необходимостью для каждой технологической операции, производимой с пищевыми продуктами или напитками. Но для некоторых продуктов традиционные способы, зависящие от тепла, такие как термизация, пастеризация и стерилизация, могут отрицательно влиять на их вкус, питательную ценность и внешний вид. Нетермические методы обработки/консервации пищевых продуктов интересуют ученых, производителей и потребителей, поскольку они оказы-

вают минимальное воздействие на пищевые и сенсорные свойства продуктов и продлевают срок годности путем ингибирования или уничтожения микроорганизмов. Они также считаются более энергоэффективными и сохраняют в значительной степени качественные характеристики, чем обычные термические процессы. Нетермические процессы также отвечают отраслевым потребностям, предлагая продукты с добавленной стоимостью, новые рыночные возможности и дополнительную безопасность.

Краткая характеристика нетепловых методов обработки пищевой продукции.

Высокое давление. Обработка высоким давлением (HPP - High pressure processing) представляет собой интересную нетепловую технологию стерилизации продуктов питания, способствующую увеличению срока хранения обработанных пищевых продуктов, а также поддержанию пищевой ценности и качества пищевых продуктов. Возрастающий спрос потребителей на эту новую продукцию стимулирует уже существующих в мире производителей оборудования высокого давления войти в сферу пищевой промышленности и адаптировать свои существующие технологии к новому процессу.

При обработке высоким давлением HPP, которое также известно, как сверхвысокое давление (UHP) или высокое гидростатическое давление (HHP), применяется нетермическая технология обработки пищевых продуктов, когда пища подвергается воздействию высокого гидростатического давления обычно при или выше 100 МПа. Эта технология была создана для инактивации микроорганизмов и денатурации нескольких ферментов без удаления аромата и деградации питательных веществ, которые связаны с обычной термической обработкой и другими методами. Сейчас HPP все больше применяется в пищевой промышленности для производства высококачественной пищи. Впервые в истории использование высокого давления для воздействия на микроорганизмы было проделано в 1883 году. Однако эффект высокого гидростатического давления на продукты питания был впервые раскрыт в конце 19 века В.Н. Ните и сотрудниками сельскохозяйственной экспериментальной станции Университета Вирджинии (1899 г.). В.Н. Ните использовал высокое гидростатическое давление до 600 МПа в качестве инструмента для сохранения молока и позже в 1914 году для сохранения овощей и фруктов. Позже в этом направлении было проведено только несколько работ, и вплоть до 1980-х годов не было постоянных исследований в данной области и отсутствовали публикации. В середине 80-х годов были возобновлены исследования в связи с успешным использованием HPP как метода консервации, альтернативного традиционной термической обработке пищевых продуктов. В 1992 году произошла крупная революция в применении HPP: впервые в Японии выпустили на рынок продукт, обработанный высоким давлением. В последние 30 лет обработка давлением уже эффективно внедряется в пищевую промышленность. Было проведено много исследований для понимания эффекта технологии HPP, когда пищевые продукты остаются безопасными, свежими, питательными и инновационными.

Иррадиация (ионизирующее излучение). Радиация, используемая для

обработки пищи, достигается за счет применения гамма-лучей (с радиоизотопом Со-60 или цезия-137), электронными пучками (высокая энергия до 10 МэВ) или рентгеновскими лучами (высокая энергия до 5 МэВ). Облучение используют для уничтожения вредных бактерий, таких как *E. coli O157: H7*, *Campylobacter*, *Listeria* и *Salmonella*. Технология также может контролировать насекомых и паразитов, уменьшать порчу и препятствовать созреванию и прорастанию. Облучение осуществляется путем пропускания энергетических волн через продукты питания или напитки для генерирования реактивных ионов, свободных радикалов и возбужденных молекул. Эти генерированные частицы химически атакуют основные биомолекулы, включая ДНК и РНК, мембранные липиды, белки и углеводы бактерий, а также других патогенов и вредителей, вызывая их смерть или препятствуя их размножению. Соответственно, облучение лучше всего подходит для устранения проблем безопасности пищевых продуктов, которые содержат больше нуклеиновой кислоты, в следующем порядке: паразитов и насекомых-вредителей, бактерий и бактериальных спор.

Озонирование. Это мощное дезинфицирующее средство, подобное хлору или обычному отбеливателю, которое может уменьшить загрязнение пищевых продуктов и увеличить срок хранения. Является токсичным для людей при очень высоких дозах. Не следует использовать для обработки жирных продуктов. Озон не действует как системный яд для микроорганизмов, а скорее разрушает их окислением. Следовательно, для микроорганизма невозможно создать какую-либо резистентность к окислению.

Преимущества озонирования:

- Немедленно уничтожает микробы
- Устраняет химическую обработку
- Экологичность
- Не влияет на вкус продукта
- Нет вредных побочных продуктов
- Может использоваться в воздухе и воде
- Не оставляет никаких остатков в пище или воде.

Ультразвук. Бактерицидный эффект ультразвука обычно связан с внутрисклеточной кавитацией. Предполагается, что микромеханические удары создаются путем образования и разрушения микроскопических пузырьков, вызванных флуктуирующими давлениями при ультразвуковом процессе. Эти потрясения нарушают клеточные структурные и функциональные компоненты вплоть до лизиса клеток. Большинство применений ультразвука включают его использование в сочетании с другими методами консервации. Ультразвуковые системы обеспечивают преимущество, заключающееся в том, что только одна часть - соноотрод, титановый стержень, который передает ультразвуковые колебания в технологическую среду, требует регулярной замены, что легко и недорого. Ультразвуковые системы также обеспечивают гибкость. Меньшие количества могут обрабатываться ультразвуком в пакетном режиме, а потоки с большими объемами подаются через встроенную систему. Различные конструкции реакторов проточных элементов позволяют модернизировать производ-

ственную линию.

Осцилирующее магнитное поле. Магнитное поле определяется как область, в которой магнитный материал способен намагничивать окружающие частицы. Магнитное поле может быть статическим или осциллирующим. Для инактивации микроорганизмов требуется плотность потока от 5 до 50 тесла (Т), что соответствует очень высокоинтенсивным магнитным полям. Магнитные поля высокой интенсивности генерируются электрическим током, проходящим через катушку. Конденсатор заряжается высоковольтным источником питания постоянного тока. Закрыв переключатель, внутри конденсатора создается осциллирующий ток и затем колебательное магнитное поле индуцируется в пищу, помещенную внутри магнитной катушки. Для высоких магнитных полей используются сверхпроводниковые катушки. Требуется ток 40 КА.

Магнитные поля изменяют рост и размножение микроорганизмов как генетическими, так и биохимическими явлениями. Эффект может быть вызван магнитным полем или индуцированным электрическим полем. В зависимости от особенностей магнитного поля, свойств продуктов питания и микроорганизмов рост микроорганизмов может быть ингибирован или остаться без изменений.

Некоторые упакованные жидкие продукты, такие как молоко, йогурт, апельсиновые соки и т. д. могут подвергаться колебательному магнитному полю с частотой между 5 и 550 кГц. Время экспозиции составляет от 25 мкс до 10 мс. Выполняется при атмосферном давлении и комнатной температуре, что приводит к повышению температуры не выше 5 ° С. Поэтому обеспечивается хорошее сохранение питательных и сенсорных свойств продуктов.

Импульсный свет. Импульсный свет - это система поверхностного облучения, а не система проникновения. Импульсная световая обработка включает в себя применение серии очень коротких мощных импульсов широкого спектра света в продуктах питания для уничтожения патогенных микроорганизмов, включая бактерии, дрожжи, плесени и вирусы. Световые импульсы генерируются электромагнитной энергией, накапливаемой в конденсаторе, а затем выделяются в виде света в пределах от наносекунд до миллисекунд, что приводит к усилению мощности с минимальным потреблением энергии. В приложениях для пищевой промышленности световые импульсы обычно излучаются со скоростью от одной до 20 вспышек в секунду и плотностью энергии около 0,01-50 Дж / см² на обработанной поверхности. Импульсная световая технология генерирует светлый спектр, подобный солнечному свету, но вызывает дезинфекцию, потому что интенсивность света составляет от 20 000 до 90 000 раз выше, чем у солнечного света на поверхности Земли. Использование импульсного света для обеззараживания поверхностей контакта с пищевыми продуктами или продуктами питания было одобрено FDA (Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США), при условии, что обработка использует ксеноновую лампу с испусканием длин волн от 200 до 1000 нм. Кроме того, ширина импульса не может превышать двух миллисекунд; Кумулятивный уровень обработки не может превышать 12

сантиметров. Однако основным недостатком импульсного света является его ограниченная глубина проникновения. Тем не менее, импульсный свет действительно дает определенные преимущества для стерилизации упаковки.

Импульсные электрические поля. Импульсное электрическое поле представляет собой очень сильное переменное электрическое поле, которое проходит через продукты питания. Технология PEF включает обработку пищевых продуктов, помещенных между электродами, электрическими импульсами высокого напряжения порядка 20-80кВ (как правило, в течение нескольких микросекунд). Применение электрических полей к биологическим клеткам в среде (например, воде) вызывает накопление электрических зарядов на клеточной мембране. Разрушение мембраны происходит, когда индуцированный мембранный потенциал превышает критическое значение 1В во многих клеточных системах, что, например, соответствует внешнему электрическому полю около 10кВ /см для *E. coli*. Были идентифицированы три типа факторов, которые влияют на инактивацию микроорганизмов с PEF:

1. процесс (напряженность электрического поля, длительность импульса, время обработки, температура и формы импульсов),
2. микробная сущность (тип, концентрация и стадия роста микроорганизма),
3. среды для обработки (рН, антимикробные и ионные соединения, проводимость и средняя ионная сила).

Было предложено несколько теорий для объяснения микробной инактивации с помощью PEF. Среди них наиболее изученными являются электрический пробой и электропорация или разрушение клеточных мембран. Разработка математических моделей, выражающих кинетику инактивации PEF, является областью исследований, которая требует дальнейшей большой работы.

Ультрафиолетовая обработка. Ультрафиолетовая обработка включает использование излучения ультрафиолетовой области электромагнитного спектра для целей дезинфекции. Как правило, длина волны для обработки ультрафиолетом составляет от 100 до 400 нм. Гермицидные свойства УФ-облучения обусловлены главным образом мутациями ДНК, вызванными поглощением УФ-света молекулами ДНК. УФ может использоваться в сочетании с другими альтернативными технологиями обработки, включая различные мощные окислители, такие как озон и перекись водорода. Применение ультрафиолетовых лучей включают дезинфекцию водоснабжения и поверхностей контакта с пищевыми продуктами с уменьшением микробной нагрузки на фруктовые соки, которые становятся все более привлекательными. Ультрафиолетовая обработка имеет потенциал для повышения безопасности и продления срока хранения некоторых соков при сохранении большего количества свежих качеств сидра по сравнению с термической обработкой.

Холодная плазма. Холодная плазма - это новая нетепловая технология переработки пищевых продуктов, которая использует энергичные реактивные газы для инактивации микробов, загрязняющих мясо, птицу, фрукты и овощи. В настоящее время разрабатывается широкий спектр систем холодной

плазмы, работающих при атмосферном давлении или в камерах для обработки низким давлением. Для патогенов, таких как *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* и *Staphylococcus aureus*, могут быть получены сокращения более чем на 5 log. Эффективное время лечения может варьировать от 120 с до 3 с в зависимости от обрабатываемой пищи и условий обработки. Ключевыми ограничениями для холодной плазмы являются относительно раннее состояние развития технологий, разнообразие и сложность необходимого оборудования, а также в основном неизведанные воздействия холодной плазменной обработки на сенсорные и питательные свойства обработанных продуктов.

Суперкритический диоксид углерода. Было обнаружено, что использование сверхкритической двуокиси углерода ($SCCO_2$) является ценной технологией в переработке и консервировании фруктов и овощей. Она используется для инактивации микроорганизмов и ферментов во фруктовых и овощных продуктах, таких как соки, пюре и коктейли. $SCCO_2$ также является эффективной технологией для извлечения биологически активных соединений (каротиноидов, флавоноидов, фенолов и т.д.) и фруктов и овощей из-за относительно низкой температуры и производства экстрактов без органических растворителей.

Радиочастота и микроволновая печь. Микроволновое и радиочастотное нагревание относится к использованию электромагнитных волн определенных частот для генерирования тепла в материале. Микроволновое и радиочастотное нагревание для пастеризации и стерилизации предпочтительнее обычного нагрева, поскольку основная причина заключается в том, что они являются быстрыми и, следовательно, требуют меньше времени для достижения желаемой температуры процесса. Это особенно справедливо для твердых и полутвердых продуктов, которые зависят от процесса медленной термической диффузии при традиционном нагревании. Они могут подойти к преимуществам высокотемпературной кратковременной обработки, в результате чего достигается бактериальная деструкция, но термическая деградация желаемых компонентов снижается. Другими преимуществами микроволновых и радиочастотных систем обработки являются то, что они могут быть включены или отключены мгновенно, и продукт можно пастеризовать после упаковки. Системы микроволновой и радиочастотной обработки также могут быть более энергоэффективными.

Обработка с помощью электронного луча. Нетермическая технология, в которой электроны высокой энергии (близкие к скорости света) нацелены на твердые или жидкие продукты. В отличие от гамма-излучений, в этой технологии не используются радиоактивные изотопы

Электронный луч может работать против патогенов, таких как вирусы и бактерии путем разрушения связей в РНК или ДНК, и нарушая другие части, которые являются существенными для организмов.

Данная технология имеет некоторые недостатки:

- ограниченная глубина проникновения через пищу;
- высокая начальная стоимость.

Моющие средства для дезинфекции. Дезинфицирующие средства, такие как хлор, используемые в пищевой промышленности, помогают убивать патогены в пищевых продуктах и на оборудовании / поверхности посуды. FDA* регулирует дезинфицирующие средства, которые будут использоваться пищевой промышленностью. Микроорганизмы, находящиеся в пище, могут снизить эффективность дезинфицирующего средства. Для повышения эффективности дезинфицирующего средства изучается использование поверхностно-активных веществ (компонентов моющих средств). Сочетание поверхностно-активных веществ пищевого класса с дезинфицирующими средствами повышает эффективность гибели микроорганизмов.

FDA* (1906 г.) – агентство *Министерства здравоохранения и социальных служб США, один из федеральных исполнительных департаментов. Управление занимается контролем качества пищевых продуктов, лекарственных препаратов, косметических средств, табачных изделий и некоторых других категорий товаров, а также осуществляет контроль за соблюдением законодательства и стандартов в этой области.*

Природные противомикробные средства. С древних времен специи и травы использовались для предотвращения порчи, сохранения качества продуктов питания и продления срока их годности. Антимикробное действие этих компонентов является результатом увеличения проницаемости цитоплазматической мембраны, что приводит к потере клеточных компонентов. Сообщалось также, что вторичные метаболиты растений, такие как эфирные масла и натуральные растительные экстракты, обладают противомикробными, противогрибковыми и антиинсектицидными свойствами. Было обнаружено, что экстракты из перца, морских водорослей и зеленого чая ингибируют рост *Salmonella spp.* Помидоры, обработанные 100 ppm орегано (травы), приводят к сокращению на 2,78 log.

Заключение. Большинство новых нетепловых технологий все еще находятся на ранних стадиях развития, хотя некоторые из них уже применяются в промышленных масштабах. Для более эффективной инактивации микроорганизмов желательно использовать два и более метода нетермической обработки. Процесс использования нескольких технологий является эффективным подходом к микробной дезактивации по сравнению с одной единственной технологией. Для оптимального выбора комбинаций нетермической обработки необходимо определить целевые элементы внутри клетки и эффекты обработки этих элементов. Интенсивности обработки, необходимые для инактивации клеток, также требуют количественной оценки и стандартизации. Небольшое количество научных исследований показывает, что сочетание нетепловых обработок имеет большой потенциал для повышения безопасности и качества пищевых продуктов, хотя многие технологические и регуляторные барьеры все еще необходимо преодолеть, прежде чем продовольственные товары смогут получить те преимущества, которые обеспечивают нетепловые методы обработки. Выбор технологий будет в значительной степени зависеть от типа пищи, к которой он применяется, помимо режима инактивации.

Литература

1. Briones-Labarca, V. Effects of high hydrostatic pressure on microstructure, texture, colour and biochemical changes of red abalone (*Haliotis rufecens*) during cold storage time / V. Briones-Labarca, M. Perez-Won, M. Zamarca et.al. // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. – 2012. – №13. – P. 42–50.
2. García, D. Pulsed electric fields cause bacterial envelopes permeabilization depending on the treatment intensity, the treatment medium Ph and the microorganism investigated International / D. García, N. Gómez, P. Mañas et. al. // *Journal of Food Microbiology*. – 2007. – Vol. 113. – №2. – P. 219–227.
3. Hicks, D. T. Consumer awareness and willingness to pay for high-pressure processing of ready-to-eat food / D. T. Hicks, L. F. Pivarnik, R. McDermott et.al. // *Journal of Food Science Education*. – 2009. – Vol. 8. – №2. – P. 32–38.
4. Heinz, V. Food preservation by high pressure / V. Heinz, R. Buckow // *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. – 2010. – 5(1). – 73–81.
5. Moreira, R.G. Food irradiation using electron-beam accelerators / R.G. Moreira // In: Hui YH (ed) *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. – 2010. – Boca Raton, FL: CRC Press, 124. – P. 1–8.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ БИОЗАКВАСКИ С ВЫСОКИМИ АНТАГОНИСТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ КАРТОФЕЛЬНОЙ БОЛЕЗНИ И ПЛЕСНЕВЕНИЯ ХЛЕБА

Шабанова Э.М., Волкова О.В., Невская Е.В., канд. техн. наук

ФГАНУ НИИХП, Москва

Аннотация. Разработана композиция микроорганизмов и оптимизирован состав питательной смеси для культивирования микрофлоры пшеничной закваски, обеспечивающей повышение микробиологической безопасности хлебобулочных изделий. Разработаны параметры приготовления закваски в разводочном и производственном циклах. Определены технологические параметры биозакваски: кислотность – 8-12 град., рН - 3,8÷4,0, количество дрожжевых клеток - 80-120 млн./г, молочнокислых бактерий - 100-500 млн./г., подъемная сила - 15-30 мин. Разработана технология применения биологической закваски для опарного и безопарного способа. Установлено, что применение закваски задерживает развитие микробиологической порчи хлебобулочных изделий по сравнению с контрольным образцом.

Abstract. The composition of microorganisms has been developed and the composition of the nutrient mixture has been optimized for the cultivation of wheat ferment microflora, ensuring an increase in the microbiological safety of bakery products. Sourdough preparation parameters have been developed in razvodochny and production cycles. The technological parameters of the biostart were determined: