

Выводы. Рациональными конструктивными и режимными параметрами работы рассмотренного волчка являются: шаг витков нагнетающего шнека 0,03 м, диаметр отверстий выходной решетки 0,0035 мм, частота вращения нагнетательного шнека 4,5 об/с. При этом скорость фарша на выходе из волчка составляет 0,06 м/с, избыточное давление 101,9 кПа. Критериальное уравнение для определения затрат мощности на измельчение мясного сырья:

$$Eu = 18,46 \cdot \Gamma_1^{-3,12} \cdot \Gamma_2^{25,61}$$

Наличие режущих кромок на участках витков подающего и нагнетающего шнеков, размещенных под загрузочным бункером, обеспечивает предварительное измельчение мясного сырья. В результате уменьшаются нагрузки на режущий механизм и привод волчка, улучшается качество полученного продукта вследствие уменьшения потерь мясного сока при измельчении.

Список использованной литературы

1. Wild, J. L. Grinding Time and Pressure Developed in Beef and Pork: Effects of Temperature and Fat / J.L. Wild, J. G. Sebranek, D.G. Olson // Journal of food science. – 1991. – Volume56, Issue5. – Pages 1171–1175.
2. Некоз, О. І. Особливості гідродинаміки м'ясної сировини при її подачі шнеком вовчка / О.І. Некоз, Н.В. Філімонова, О.В. Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – № 6. – С. 37–42.

УДК 538.945.9:664

**Челомбитько М.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Корко В.С., кандидат технических наук, доцент, Заяц А.О.**

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск

ОБРАБОТКА ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ МЕТОДАМ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Нетермические методы обработки/консервации пищевых продуктов интересуют ученых, производителей и потребителей, поскольку они менее энергоемкие, оказывают минимальное воздействие на пищевые и сенсорные свойства продуктов и продлевают срок годности путем ингибирования или уничтожения микроорганизмов. Такие процессы также отвечают отраслевым потребностям, предлагая продукты с добавленной стоимостью, новые рыночные возможности и дополнительную безопасность. Производители, стремящиеся к микробиологической стерилизации продуктов через нетепловые средства, могут выбрать один из нескольких способов, включая высокое давление, ультрафиолетовое облучение, импульсный свет и ультразвуковую обработку в зависимости от требований стерилизации, типа продукта и других технологических условий.

Представленный материал является результатом анализа имеющихся международных исследований в области использования нетепловых методов обработки пищевых продуктов, в частности, метода высокого давления.

Впервые в истории технологию высокого давления (HPP – High pressure processing) использовали для воздействия на микроорганизмы 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.), которые использовали давление до 600 МПа в качестве способа сохранения молока и позже в 1914 году для сохранения овощей и фруктов. В дальнейшем в

этом направлении было проведено только несколько исследований, и только в середине 80-х годов были возобновлены работы в связи с успешным использованием НРР как метода консервации, альтернативного традиционной термической обработке пищевых продуктов. Впервые продукт, обработанный высоким давлением, выпустили в Японии в 1992 году. В настоящее время проводятся многочисленные исследования по совершенствованию оборудования, успешно продвигается коммерциализация продуктов НРР и увеличивается потребительский спрос на минимально обработанные, безопасные и высококачественные продукты. НРР успешно используется в Японии, США и Европе для пастеризации продуктов питания.

Основные механизмы, объясняющие поведение продуктов под воздействием высокого давления, включают принцип Ле Шателье, изостатическое прессование и принципы микроскопического упорядочения. Принцип ЛеШателье утверждает, что химическая система в состоянии равновесия испытала бы изменение реакции, сопровождающееся уменьшением объема, когда усиливается давление, и наоборот. Изостатическое прессование (принцип Паскаля) – процесс передачи давления единообразно во всех направлениях. Следующей декомпрессией материал возвращается к своей первоначальной форме. Принцип микроскопического упорядочения гласит, что при постоянной температуре при увеличении давления взаимно увеличивается степень упорядочения молекул вещества. В результате давление, а также температура оказывают антагонистическое воздействие на молекулярную структуру.

Давление от 300 до 800 МПа может снизить порчу продуктов и инактивировать патогенные микроорганизмы. Давление вызывает биохимические реакции в клетке и ее морфологии, ряд изменений в микробной клеточной мембране, которые, в конечном итоге могут привести к микробным инактивациям. Основным местом повреждения давлением являются клеточные мембраны микроорганизмов, которые играют важную роль в функции дыхания. Таким образом, значительное изменение проницаемости мембраны может привести к гибели клетки. Изменения в морфологии клеток включают в себя коллапс межклеточных газовых вакуолей, удлинение аномальной клетки и прекращение движения в случае подвижных микроорганизмов.

Степень достижения микробной инактивации зависит от типа и количества микроорганизмов, величины и продолжительности обработки, температуры и состава суспензионной среды или пищи. В общем, дрожжи и плесени легче инактивируются давлением, чем бактерии, а среди бактерий вегетативные формы более восприимчивы, чем споры. Как правило, увеличение давления увеличивает микробную инактивацию. Однако увеличение времени обработки не обязательно увеличивает показатели микробной смертности. При объединении с другими факторами сохранения, такими как активность воды, рН, температура или противомикробные препараты, действие под давлением может оказывать антагонистическое, аддитивное или синергическое действие. В продуктах с низкой водной активностью, что достигается высоким содержанием сахара, т.е. с высокой концентрацией, снижается чувствительность микроорганизмов к давлению (антагонистический эффект). Низкое значение рН и использование комбинированных умеренных температур способствуют усилению микробной инактивации при повышенном давлении (синергетический эффект).

Ферменты представляют собой сложные белковые соединения. Давление выше 150 МПа вызывает частичное разворачивание и диссоциацию белковых структур из-за модификаций гидрофобных и электростатических связей. Однако НРР не влияет на ковалентные связи. Таким образом, ферменты могут после сброса давления, частично или полностью могут восстанавливать свою природную биологическую активность. Поскольку денатурация белка связана с конформационным изменением, действия давления могут изменить функциональность фермента (например, увеличение или потерю биологической

активности или изменение субстратной специфичности). Только одного давления в целом недостаточно для инактивации пищевых ферментов. Остаточная ферментативная активность ухудшенных ферментов, если их достаточно много, может серьезно сократить срок хранения обработанных продуктов. В таких случаях для инактивации фермента давление используется в сочетании с мягкой термообработкой.

Существует три основных типа промышленных операционных систем НРР: периодические, непрерывные и полунепрерывные. Оборудование для обработки продуктов питания высоким давлением обычно состоит из цилиндрической камеры высокого давления, насоса низкого давления для подачи жидкости под давлением, клапанов и системы управления. Среда (обычно вода) поступает в камеру высокого давления, в то время как пищевой продукт упаковывают в вакууме в контейнерах для предотвращения смешивания. При эксплуатации такой системы контейнеры загружаются в камеру высокого давления при среднем давлении жидкости. Среда перекачивается изостатически из своего резервуара и после достижения желаемого давления насос останавливается, закрывая впускные клапаны. Изменение по объему составляет приблизительно 4 % при давлении 100 МПа и давлении 680 МПа. После выдержки продукта в течение требуемого времени (обычно 3...5 мин. при 600 МПа), давление в камере падает в результате перекачивания жидкости, передающей давление, в начальный резервуар. После НРР обрабатываемый продукт выгружается из камеры высокого давления и направляется для хранения обычным способом. Время цикла относится к общему времени процесса, которое включает время загрузки, закрытия сосуда, сжатия, хранения, декомпрессии и разгрузки. Продолжительность цикла обработки зависит от требуемого давления, которое определяет время обработки конкретного продукта. Типичное время производственного цикла для процесса пастеризации составляет от 3 до 8 минут.

Из рассмотренного вытекают основные преимущества НРР: повышение качества продуктов питания (сохраняются свежесть продукта, органолептические и питательные свойства); повышение безопасности пищевых продуктов (уничтожает болезнетворные микроорганизмы; повышение степени удовлетворения потребителей (продлевает срок годности продукта); исключение или снижение потребности в пищевых консервантах (создает природный продукт, без добавок); обеспечение инновации и конкурентных преимуществ (для продуктов, которые не могут быть термически обработаны); более эффективное решение технологических процессов (возможность удалять моллюсков или извлекать мясо ракообразных без кипячения, более высокая производительность, свежий аромат, минимальный ручной труд и т.д.); получение экологически чистой технологии (нужна только обратная вода и электроэнергия); сокращение времени обработки; низкое потребление энергии.

Углубленные исследования в области технологии обработки пищевых продуктов высоким давлением привели к росту ее применения во всем мире. Технология НРР предлагает пищевой промышленности уникальную возможность разрабатывать новые продукты с превосходными питательными и сенсорными качествами, новой текстурой, большим удобством и увеличенным сроком годности. Хотя маловероятно, что обработка давлением полностью заменит продукты питания, полученные путем консервирования или замораживания, из-за высоких затрат на обработку. НРР может найти применение в отношении высококачественных продуктов, для которых термические процессы не подходят, или может создать добавленную стоимость продуктам питания с точки зрения сохранения питательных или сенсорных характеристик.

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.

Список использованной литературы

1. Cheftel J., "High Pressure and Biotechnology," in High Pressure and Biotechnology, C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans, and P. Masson, Eds., ed Paris: INSERIM/LibbeyEurotext Ltd, Montrouge. 1992, pp. 195–209.
 2. de Heij W. B., L. Schepdael Van, Moezelaar R., Hoogland H., Matser A. M., van den Berg R. W., "High-pressure sterilization: Maximizing the benefits of adiabatic heating," Food Technology. 2003, vol. 57, pp. 37–41.
 3. Jaeger H., Reineke K., Schoessler K., Knorr D., "Effects of Emerging Processing Technologies on Food Material Properties," in Food Materials Science and Engineering, ed New York: Wiley-Blackwell. 2012, pp. 222–262.
 4. Huang H.-W., Hsu C.-P., Yang B. B., Wang C.-Y., "Potential utility of high-pressure processing to address the risk of food allergen concerns," Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2014, vol. 13, pp. 78–90.
 5. Knorr D., "Hydrostatic Pressure Treatment of Food: Microbiology," in New Methods of Food Preservation, G. W. Gould, Ed., ed New York: Springer. 1995, pp. 159–175.
-

УДК 637.52

**Борсолюк Л.Н., Войцеховская Л.И., кандидат технических наук,
Вербицкий С.Б., кандидат технических наук, Шелковая Т.В.**

Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МЯСНОЙ ПАШТЕТ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Приведенные в различных научных источниках и действующих нормативных документах определения понятия «паштет» определенным образом отличны, однако суть их состоит в том, что это изделие пастообразной консистенции из фарша, изготовленного из вареного и (или) сырого мясного сырья с добавлением жира, запеченный в металлической форме или подвергнутый термической обработке и расфасовке. Многие считают этот продукт недавним заимствованием из французской кулинарии, однако отечественным потребителям он известен, по крайней мере, уже 200 лет. Подтверждением этому является известная всем украинцам «Энеида» Ивана Котляревского (впервые издана в 1798 г.), в которой упоминаются «пашкеты у кахляхъ», то есть, говоря языком современного технолога, – «изделия паштетные, запеченные в формах». Таким образом, отечественные кулинарные традиции давно соответствуют канонам высокой европейской кухни [1, 2].

Нутрициологи утверждают, для современного рациона питания характерен дефицит полноценных белков, антиоксидантов, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ, что обуславливает необходимость разработки и внедрения в производство продуктов на основе качественного белкового сырья животного происхождения и растительных компонентов, характеризующиеся высоким содержанием биологически активных веществ [3]. На указанной основе специалисты создают безопасные и полноценные, по составу и потребительским свойствам, продукты для оздоровительного питания путем введения в них биологически активных добавок – микронутриентов с пробиотическим и пребиотическим действием. Внедрение их в производство является одним из направлений гуманистической программы питания человека, провозглашенной ООН [4].