

приемно-подготовительной камеры ступенчатого цилиндра, так называемого зерного барабана 10, захватывается там витками шнекового вала 8 и перемещается к выходу из пресса. Пространство между наружной поверхностью шнекового вала 8 и внутренней поверхностью зерного барабана 10 является рабочим пространством. При вращении шнекового вала прес-сованный материал транспортируется в рабочем пространстве и в связи с уменьшением свободного объема вдоль шнекового вала 8 по направлению к выходу, в результате уменьшения шага витков и увеличение диаметра тела шнека, прессуется с отжимом масла, которое проходит через зазоры между зерными планками 11.

Таким образом, в результате предварительного измельчения ядра семян интенсифицируется процесс прессования, повышается эффективность использования зерного барабана, что обеспечивает увеличение выхода масла, а также уменьшается износ трущихся поверхностей шнекового вала и деталей зеера, и тем самым увеличивается срок службы пресса.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– существующие полнокомплектные наборы оборудования, обеспечивающих процесс переработки масличных культур, имеют большую энерго- и металлоемкость и их использование в условиях перерабатывающих сельскохозяйственных предприятий является убыточным;

- наиболее энергоемким процессом при переработке масличных культур является процесс прессования, что делает необходимым внедрение в производственных условиях энергоэффективного прессового оборудования;

- снижение энергоемкости прессового оборудования требует глубокого анализа теоретических аспектов процесса прессования, определение положительных и отрицательных сторон работы пресса;

- использование в производственных условиях комбинированного пресса позволит интенсифицировать процесс маслоотделения за счет предварительного измельчения ядра семян до состояния мятки.

Список использованной литературы

1. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел. [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Колос. 1992. – 207 с.

2. Кошевой Е.П. Оборудование для производства растительных масел. – М. : Агропромиздат. 1991. – 208 с.

3. Калошин Ю.А. Технология и оборудование масложировых предприятий. – М. : Издательский центр «Академия». 2002. – 363 с.

4. Комбинированный шнековый пресс для получения растительного масла: пат. 49079 U Украины, МПК В30В9/12. Авторы: Стрельцов В.В., Горбенко Е.А., Катрич О.О. Заявл. 30.11.2009; Опубл. 12.04.2010.

УДК 534.83:664

**Челомбитько М.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Корко В.С.,
кандидат технических наук, доцент, Касперович М.Н.**

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА В ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ

Ультразвук малой мощности считается привлекательным нетепловым методом из-за преодоления проблем, возникающих во время термической обработки, таких как физические и химические изменения, потеря питательных веществ и изменение органолептических свойств. В зависимости от интенсивности ультразвук используется для активации или дезактивации ферментов, смешивания и гомогенизации, эмульгирования, диспергирования, кон-

сервации, стабилизации, растворения и кристаллизации, гидрогенизации, тендеризации мяса, созревания, старения и окисления.

Первые ультразвуковые приложения создала природа. Летучие мыши используют ультразвук для навигации в темноте, а многие китообразные используют эхолокацию для обнаружения добычи или препятствий с помощью ультразвука, производимого их голосовой системой. Ультразвук обычно ассоциируется с биомедицинской областью. Сегодня доступны методы и оборудование на основе ультразвука для обнаружения органов, движения, опухолевых масс и пре- и послеродовых нарушений, а также для удаления камней в почках, физиотерапии и эстетического лечения. Однако ультразвук нашел множество применений и во многих других областях. В частности, в последнее время ультразвук используется в пищевой промышленности для разработки различных эффективных и надежных приложений для пищевой промышленности. Акустическая кавитация – это основной механизм воздействия ультразвука на пищевые продукты. В типичной системе ультразвуковой обработки есть три основных компонента: генератор электроэнергии, преобразователь и излучатель.

Представленный материал является результатом обобщения имеющихся данных международных исследований в области нетепловых методов обработки пищевых продуктов, в частности, ультразвукового метода.

Звук – это колебание частиц (то есть атомов и молекул) в упругой среде. Колебания перемещают частицы вокруг положения покоя и вдоль направления распространения волны, вызванной колебательными движениями. Эти колебания производятся объектом, называемым источником звука, который передает свое движение соседним частицам в силу механических свойств среды. Когда начинается колебание, частицы передают свои движения соседним частицам, а эти частицы, в свою очередь, передают свои движения другим, вызывая локальные колебания давления; следовательно, простое вибрационное движение распространяется механически, создавая звуковую волну (или акустическую волну). Ультразвук (УЗИ) определяется как волны механической природы, для распространения которых требуется упругая среда. Звуки и ультразвук различаются по частоте: звуковые волны распространяются на частотах, слышимых человеческим ухом (от 16 Гц до 16-20 кГц), в то время как ультразвуковые волны распространяются на частотах от более 20 кГц (верхний предел слышимости для человеческого уха) до частоты 10 МГц, который затем переходит в так называемую гиперзвуковую область. Ультразвук, состоящий из механических волн, распространяется в среде посредством передачи энергии, а не частиц; последние фактически просто колеблются вокруг своего положения равновесия с передачей энергии от одной частицы к другой.

Колебания распространяются в среде в различных направлениях, поэтому их различают как продольные волны, так и поперечные волны. В продольных волнах колебательное движение частиц в передающей среде параллельно направлению распространения, в то время как в поперечных волнах движение перпендикулярно. Продольные волны (или волны сжатия) распространяются в любой среде, а поперечные волны распространяются только в твердых средах. УЗ-волна – продольная волна, характеризующаяся чередованием циклов сжатия и разрежения среды, в которой она распространяется, что влечет за собой изменения давления среды; энергия передается от движения частиц. Этот процесс сжатия и разрежения частиц в среде с последующим их коллапсом известен как явление кавитации, наиболее важный эффект высокоэнергетических УЗ-волн. В частности, кавитация – это физическое явление, которое приводит к образованию и активности пузырьков (или полостей) внутри жидкости, когда она подвергается действию высокоскоростных волн давления и разрежения, генерируемых ультразвуковыми волнами в интенсивном ультразвуковом поле. Во время фазы разрежения внутри жидкости образуются многочисленные пузырьки. Во время второй фазы ультразвукового сжатия огромное давление, оказываемое на пузырек, разжимается до тех пор, пока он не схлопывается, то есть схлопывается сам по себе. Пузырьки имеют диаметр в несколько микрометров, а время жизни пузырьков составляет порядка микросекунд. Разли-

чают два типа кавитации: в первом типе, известном как стабильная кавитация, пузырь остается стабильным около равновесного размера в течение многих циклов сжатия-декомпрессии; во втором типе, известном как преходящая или нестабильная кавитация, пузырек растет за один цикл, удваивается в размере, а затем схлопывается.

Химические эффекты УЗ различаются, и в реакционной среде были идентифицированы три различные фазы: газовая среда внутри пузырьковой полости, граница раздела жидкость-пузырь и жидкость. В газовой фазе протекают реакции пиролиза, например пиролиз воды. В зоне пузырьковой жидкости и жидкой массе могут образовываться различные радикалы, и наиболее часто встречающимся радикалом в водной среде является гидроксидный радикал OH^\cdot , который обладает высокой реакционной способностью и легко атакует органические субстраты, присутствующие в реакционной среде, или рекомбинирует с другим радикалом OH^\cdot с образованием H_2O_2 . В зоне раздела, где температуры очень высоки, могут происходить реакции растворенного вещества с радикалами OH^\cdot или реакции термического разложения. Диффузия этих радикалов происходит в основном за счет разрушения кавитационного пузырька и последующего образования пузырьков меньшего размера. Нелетучие растворенные вещества вступают в реакцию в зоне раздела или в жидкости, а летучие твердые вещества попадают в пузырек и разрушаются во время схлопывания пузыря. Эффекты радикалов важны, потому что они вызывают молекулярный сонолиз и разрушение растворителя и структуры растворенного вещества. Напротив, механические воздействия изменяют электрохимические процессы, свойства определенных твердых веществ и системы жидкость-жидкость и газ-жидкость, способствуя образованию эмульсий твердого тела и дисперсии растворенных веществ в растворителе.

Мощность УЗ влияет на химическую реактивность и подразделяется на два подсемейства: А) УЗ с высокой энергией, характеризующийся низкими частотами (20 кГц – 100 кГц), которые используются в некоторых пищевых технологиях, и процессы УЗ средней мощности, характеризующиеся средними частотами. (100 кГц – 1 МГц); и В) низкоэнергетический диагностический УЗ, который используется в физических измерениях, в основном для медицинских и диагностических целей, и характеризуется высокими частотами (5–10 МГц).

Области применения УЗИ используют как механические, так и химические эффекты. Важность двух эффектов варьируется в зависимости от используемой частоты. На низких частотах (20–100 кГц) преобладает механический эффект, вызванный нестабильной кавитацией, а по мере приближения частоты к 20 кГц пузырьки схлопываются с возрастающей силой. На средних частотах (200–500 кГц) преобладает химический эффект, поскольку образуется большее количество пузырьков, которые схлопываются менее резко. На высоких частотах (> 1 МГц) как химические, так и физические эффекты, связанные с кавитацией, минимальны, в то время как преобладает влияние акустического потока. Высокие частоты обычно используются для очистки деликатных предметов, которые могут быть повреждены при наличии кавитации.

Хорошо известно, что ультразвук оказывает значительное влияние на скорость различных процессов в пищевой промышленности. Используя ультразвук, теперь можно выполнять полностью воспроизводимые пищевые процессы за секунды или минуты с высокой производительностью, снижая стоимость обработки, упрощая манипуляции и обработку, обеспечивая более высокую чистоту конечного продукта, устраняя последующую очистку сточных вод и потребляя только часть времени и энергии, которые обычно требуются при традиционных процессах. Преимущества использования ультразвука для обработки пищевых продуктов включают: более эффективное смешивание, более быстрый перенос энергии и массы, уменьшенный температурный градиент и градиент концентрации, пониженную температуру, избирательную экстракцию, уменьшенный размер оборудования, ускорение процесса экстракции. Считается, что на пищевые процессы, выполняемые под действием ультразвука, частично влияют явления кавитации и усиление массообмена.

Заключение. Ультразвук – это новая технология в пищевой технологии. Перестраиваемая частота ультразвука диверсифицировала свои применения в областях анализа продуктов питания, обработки и контроля качества. Применение ультразвука низкой мощности

(высокочастотного) обеспечивает неинвазивный, дешевый и простой метод, который можно использовать для оценки ряда пищевых продуктов (рыба, яйца, молочные продукты и т. д.), мониторинга физико-химических и структурных свойств (эмульсии, молочные продукты и соки) и обнаружения загрязнения металлами и другими посторонними материалами (консервы, молочные продукты и т. д.). Простота, несложная установка и переустановка, низкая стоимость ультразвуковых устройств может сделать их важными элементами в исследовательских лабораториях, опытных заводах и крупных заводах пищевой промышленности. С другой стороны, ультразвук высокой мощности (низкочастотный) модифицирует пищевые свойства путем индукции механических, физических и химических/биохимических изменений через кавитацию, что сокращает время проведения технологической операции в щадящих условиях по сравнению с традиционными технологическими приемами.

Список использованной литературы

1. Alliger H. Ultrasonic Disruption, *Am. Lab.* 1975, vol. 10, pp. 75–85.
 2. Chemat F. et al. Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2011, vol. 18, pp. 813–835.
 3. De-Sarabia ERF, Gallego-Juarez JA, Rodriguez-Corral G, Elvira-Segura L, Gonzalez-Gomez I. Application of high-power ultrasound to enhance fluid/solid particle separation processes, *Ultrasonics*. 2000, vol. 38, pp. 642–646.
 4. Ercan S.S. and Soysal C. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Sci.* 2013, vol. 5, pp. 5–13.
 5. Gallego-Juárez J, Rodriguez G, Acosta V, Riera E. Power ultrasonic transducers with extensive radiators for industrial processing. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2010, vol. 17, pp. 953–964.
 6. Kyllönen HM, Pirkonen P, Nyström M. Membrane filtration enhanced by ultrasound: a review, *Desalination*. 2005, vol. 181, pp. 319–335.
 7. Kyllönen H, Pirkonen P, Nyström M, Nuortila-Jokinen J, Grönroos A. Experimental aspects of ultrasonically enhanced cross-flow membrane filtration of industrial wastewater, *Ultrason. Sonochem.* 2006, vol., 13, pp. 295–302.
-

УДК 637.02

Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор, Василевская В.В., Мурог А.В.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ЭМУЛЬСИТАТОРОВ ДЛЯ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ

Важнейшей народнохозяйственной задачей в области науки и инновационных технологий является обеспечение продовольственной безопасности Республики Беларусь за счет увеличения объемов отечественного производства продуктов питания из мясного сырья. Основная часть технологического оборудования и комплексных агрегатов на современном мясоперерабатывающем предприятии предназначена для измельчения различного вида сырья: от туш животных до приготовления фаршей.

По степени измельчения действующее оборудование на мясоперерабатывающих предприятиях можно разделить на машины для крупного, среднего, мелкого, тонкого и сверхтонкого измельчения (волчки, шпигорезки, куттеры, коллоидные машины, эмульсита-торы). От способа воздействия режущих инструментов на исходный материал зависит вид измельчения, а для тонкого и сверхтонкого измельчения характерно воздействие резанием, раздавливанием и истиранием.