

$d_c$  – диаметр сопла, м;  $\Phi$  – коэффициент «золотой» пропорции ( $\Phi = 1,618$ ).

Диаметр соплового отверстия определяем по формуле

$$F_c = \frac{d_c^2}{\sqrt{\Phi}} \quad \text{или} \quad d_c^2 = \sqrt{\Phi} F_c \quad \text{и} \quad d_c = \sqrt{1,272 F_c},$$

Диаметр смесителя определяется по формуле:

$$D_{cm} = d_c \sqrt{\frac{(1+U)(1+U \frac{\rho_{воз}}{\rho_v})(1+\frac{g}{2})}{\cos \alpha_i}},$$

где  $U$  – объемный коэффициент инжекции;  $g$  – коэффициент аэродинамического сопротивления смесителя ( $g = 0,2$ );  $\alpha_i$  – угол наклона соплового отверстия к оси смесителя;  $\rho_{воз}$  – плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ .

Длина смесителя определяется по формуле:

$$L_{cm} = \Phi^2 D_{cm}$$

В результате выполнения вышеприведенных условий, активные потоки воды движутся под разными углами закрутки, не мешая и усиливая действие друг друга. При этом каждый из них описывает свой спиралевидный путь, что позволяет им заполнить всю площадь сечения коллектора. За счёт этого захватывается большое количество пассивного потока воздуха, происходит его эффективное перемешивание с активными потоками воды, и, как следствие, ускоряется процесс аэрации и в конечном итоге повышается эффективность работы эжектора.

#### Литература

1. Белан А.Е., Хоружий П.Д. Проектирование и расчёт устройств водоснабжения. - Киев: «Будивельник», 1976.
2. Груданов В.Я. Основы инженерного творчества. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2005.
3. Николадзе Г.И. Обработка подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд // Водоснабжение и санитарная техника. - 1998, №6. - С.4-9.
4. Патент на изобретение ВУ № 10537 F 04 F 5/00. Эжектор/ Груданов В.Я. и др. - С1 2008.04.30.

УДК 664.8/9

### ИННОВАЦИОННЫЕ НЕТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Корко В.С., к.т.н., доцент, Челомбитько М.А., к.с.-х.н., доцент  
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время ультразвук считается новой и перспективной технологией для пищевой промышленности благодаря комплексу технологических воздействий на объекты обработки: образование внутриклеточных кавитационных процессов; эффективное очищение поверхностей в жидких средах; инактивация микроорганизмов и ферментов и др. При этом определяющее значение для промышленности и потребителей имеют такие показатели как высокая эффективность, сохранение качества продуктов, минимизация потерь вкуса, экономия энергии и относительно невысокая стоимость.

Технология основана на возбуждении высокочастотных механических колебаний в жидких средах с частотой, превышающей диапазон слышимости человека. В настоящее время большинство разработок ультразвука для использования в пищевых целях являются немикробными по своей природе.

Ультразвуковые технологии в зависимости от акустической мощности и используемой частоты обычно делят на две категории.

Колебания слабой акустической мощности от нескольких мВт до нескольких десятков мВт и высокой частоты в диапазоне от 0,1 до 20 МГц используют для неразрушающего контроля. Такие акустические волны способны перемещаться по среде без изменения свойств материала, позволяя проводить неразрушающие измерения структурных изменений пищевых продуктов.

Ультразвуковые волны, распространяющиеся в жидких средах при высоких интенсивностях и амплитудах, приводят к чередованию циклов высокого (сжатия) и низкого давления (разрежения). В жидких, суспензионных или пастообразных продуктах ультразвуковая обработка представляет собой метод стерилизации высокоинтенсивными колебаниями, усиливаемыми и применяемые через ультразвуковой зонд.

Ультразвуковые системы обеспечивают такие преимущества как легкая и недорогая замена сонотрода - титанового стержня, который передает ультразвуковые колебания в технологическую среду, обеспечение гибкости обработки (небольшие количества продукта могут быть обработаны ультразвуком в пакетном режиме, а потоки с большими объемами подаются через встроенную поточную систему). Различные конструкции реакторов проточных элементов позволяют модернизировать производственную линию в соответствии с требованиями потребителей.

Примерами использования частотной ультразвуковой обработки при низкой мощности являются санитарная очистка поверхности, микробная и ферментная инактивация.

Ультразвуковое возбуждение исследуется для неразрушающей оценки внутреннего качества и скрытых дефектов целых фруктов и овощей способом, аналогичным использованию ультразвука для просмотра развивающегося плода в утробе матери.

Бактерицидный эффект ультразвука обычно связан с внутриклеточной 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. Согласно FDA, эффективность ультразвука в лизирующих микробных клетках приближается к 100% в лабораторных условиях, используя мелкомасштабную, контролируемую температурой периодическую операцию, при которой ультразвук проникает в небольшой объем клеток. Однако в условиях промышленного производства пищевых продуктов отсутствие контроля критических факторов будет препятствовать достижению наивысшей эффективности. Вместо этого FDA говорит: «Комбинация ультразвука с другими процессами обработки и консервации (например, теплота и мягкое давление), по видимому, имеет наибольший потенциал для промышленного применения».

Хотя ультразвуковая технология имеет широкий спектр современных и будущих применений в пищевой промышленности, включая инактивацию микроорганизмов и ферментов, в настоящее время большинство разработок для пищевых применений являются немикробными.

До недавнего времени большинство применений ультразвука в пищевой технологии включали неинвазивный анализ с особым упором на оценку качества. В таких приложениях используются методы, сходные с методами, разработанными в диагностической медицине, или неразрушающими испытаниями, с использованием высокочастотного ( $> 1$  МГц) ультразвука с низкой мощностью ( $< 1$  Вт / см<sup>2</sup>).

Примеры использования таких технологий можно найти в местоположении инородных тел в пище, анализе размера капель в эмульсиях съедобных жиров и масел и определении степени кристаллизации в дисперсных капельках эмульсии. В последние годы пищевые технологи обнаружили, что на более низкой частоте (обычно около 40 кГц) можно использовать более мощную интенсивность ультразвука ( $> 5$  Вт / см<sup>2</sup>).

Примеры инновационных технологий:

- ультразвуковая экстракция фенольных соединений из вакуолярных структур путем разрушения растительной ткани;
- ультразвуковая экстракция бетацианина (красные пигменты, например из свеклы) и бетаксантина (желтые пигменты);

- увеличение выхода масла из масличных семян;
- повышение проницаемости плодов клеток таких культур как виноград, сливы, манго и др.;
- улучшение стабильности дисперсий, например, таких как апельсиновый сок, то есть снижается осаждение;

- микробная и ферментная инактивация (сохранение). В этом случае ультразвук часто более эффективен в сочетании с другими антимикробными методами, такими как термозвуковая обработка (сочетание нагрева и ультразвука), мануальная обработка (использование давления и ультразвука), манотермозвуковая обработка (сочетание давления, теплоты и ультразвука). Последняя технология используется в эмульгировании, диспергировании и гомогенизации, а также для ускорения химических реакций, сонохимии, улучшения процессов кристаллизации.

Гетерогенная и защитная природа пищи с включением различных частиц и других мешающих веществ резко сокращает сингулярное использование ультразвуковой технологии в качестве метода сохранения. Хотя эти ограничения делают нынешнюю вероятность коммерческого использования низкой, комбинация ультразвука с другими процессами консервации (например, теплота и мягкое давление), по-видимому, имеет наибольший потенциал для промышленного использования.

#### Литература

1. Gallego-Juárez J., Rodriguez G., Acosta V., Riera E. Power ultrasonic transducers with extensive radiators for industrial processing / J. Gallego-Juárez, G. Rodriguez, V. Acosta, E. Rier // *Ultrasonics Sonochemistry*. - 2010. Vol. - 17, № 6. - P. 953 - 964.
2. Mason T.J., Paniwnyk L., Lorimer J.P. The uses of ultrasound in food technology / T.J. Mason, L. Paniwnyk, J.P. Lorimer // *Ultrasonics Sonochemistry*. - 1996. Vol. 3., № 3. – P. 253–260.
3. Wen X., Sui P., Huang X. Exerting ultrasound to control the membrane fouling in filtration of anaerobic activated sludge-mechanism and membrane damage / X.Wen, P. Sui, X. Huang // *Water Sci. Technol.* – 2008. - № 5. – P. 773 - 779.
4. Zheng L., Sun D.W. Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes / L. Zheng, D.W. Sun // *A review. Trends in Food Science and Technology*. – 2006. Vol. 1. № 1. – P. 16- 23.

УДК 631.243.42

### РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕПАРАТА «БИОПАГ»

**Савина О.В.**, д.с.-х.н., профессор, **Горшков В.В.**

РГАТУ, г Рязань, Российская Федерация

В последние годы в отрасли картофелеводства России произошли существенные позитивные изменения, связанные с появлением современных агропредприятий и фермерских хозяйств с развитой материальной базой производства картофеля, созданием собственной базы хранения в местах производства [1]. Однако, в целом по стране уровень производства, качество клубней и эффективность их хранения значительно отстают от мирового.

Наиболее проблемным звеном в отечественном картофелеводстве продолжает оставаться хранение. По мнению большинства экспертов, для комплексного решения проблем хранения картофеля необходимо не только укреплять материальную базу, но и внедрять высокоэффективные технологии, позволяющие сохранить качество и безопасность клубней на протяжении всего периода их использования [2].

Перспективным направлением в снижении потерь и сохранении качества клубней при хранении является осенняя обработка клубней перед закладкой на хранение экологически безопасными защитными средствами биологической природы [3]. Одним из представителей нового поколения биоразлагаемых защитных препаратов является полигексаметиленгуанидин