

твенно сэкономить греющий пар. Расчет пластинчатых аппаратов производится по критерию минимума приведенных затрат. Показано, что в течение сезона, несмотря на некоторое увеличение приведенных затрат, за счет снижения расхода пара достигается существенная экономия средств. Дальнейшим резервом для снижения расхода пара является замена паровых кожухотрубчатых подогревателей на пластинчатые с малой температурой сближения по греющей и нагреваемой стороне.

Литература

1. Каневец Г.Е. Теплообменники и теплообменные системы. – Киев: Наук. Думка, 1981. – 272 с.
2. Кафаров В.В., Перов В.Л., Мешалкин В.П. Принципы математического моделирования химико-технологических систем. – М.: Химия, 1974. – 210 с.
3. Лapidус А.С. Экономическая оптимизация химических производств. – М.: Химия, 1986. – 208 с.
4. Вегер Л.Л. Экономика научных исследований. – М.: Наука, 1981. – 192 с.
5. Эффективный нагрев продуктов – основа совершенствования теплоиспользования сахарных заводов / Колесников В.А., Аникеев А.Ю., Захаров С.А., Овсянников И.В. // Сахар, 2007. – №7. – С. 26–30.
6. Пластинчатые теплообменники в промышленности /Л. Л. Тovaжнянский, П.А. Капустенко, Г.Л. Хавин, О.П. Арсеньева. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. – 232 с.
7. Арсеньева О.П., Демирский А.В., Хавин Г.Л. Оптимизация пластинчатого теплообменника // Пробл. машиностроения, 2011, т.13. – №1. – С. 37–46.
8. Арсеньева О.П., Демирский А.В., Хавин Г.Л. Выбор оптимальных параметров двухступенчатых пластинчатых подогревателей // Интегрированные технологии и энергосбережение, 2011. – №1. – С.95–103.
9. Математическое моделирование и оптимизация разборных пластинчатых теплообменников / Арсеньева О.П., Тovaжнянский Л.Л., Капустенко П.А., Хавин Г.Л. // Интегрированные технологии и энергосбережение, 2009. – №2. – С. 17 – 25.
10. Работа выполнена при финансовой поддержке Европейского сообщества в рамках проекта EU project FP7-SME-2010-1-262205-INHEAT.

УДК 66.047

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ПО МЕТОДУ ДИВЭ

**Малецкая К.Д., д.т.н., вед.н.с., Матюшкин М.В., к.т.н., с.н.с., Сильнягина Н.Б., н.с.
Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, г.Киев**

Описаны основные предпосылки к созданию новой энергоресурсосберегающей технологии безотходной переработки ягод с мелкой косточкой по методу дискретно-импульсного ввода энергии. Представлены основные стадии обработки ягодного сырья.

The article represents basic background for creation new energy saving technology for waste-free processing of berries with small seeds by discrete-pulse input of energy method. The principal stages of the processing of berries raw materials are presented in article.

Ключевые слова: дискретно-импульсный ввод энергии, диспергирование, гомогенизация, ягодное сырьё, энергоресурсосбережение.

В настоящее время является актуальным создание новых эффективных технологий в Украине, по получению пищевых продуктов на основе ягодного сырья в форме, которая предусматривает длительное хранение без существенных потерь биологически активных веществ, отвечающих за защитные свойства организма. Различные технологии по переработке натурального растительного сырья рассматриваются в ряде работ [1-4]. Также актуальным является решение проблемы использования всех составляющих растительного фруктово-ягодного сырья: растворимых и нерастворимых, содержащихся в них небольших семечек. Решение проблемы создания энергоэффективной безотходной переработки полноценного нефракционированного сырья в формы, которые способны сохранять длительное время практически без ухудшения своих первоначальных биохимических характеристик, предоставит возможность потреблять новые виды продуктов на основе, натурального растительного сырья длительное время, поддерживая иммунитет и здоровье людей.

В Институте технической теплофизики НАН Украины разрабатываются новые интенсивные технологии на основе метода дискретно-импульсного ввода энергии в гетерогенные системы. Теоретические основы этого метода представлены в целом ряде публикаций [5-8]. Лабораторные исследования и опытно-промышленные результаты освоения новых технологий освещены в работах [9-13]. Метод ДИВЭ реализует принципиально иной подход к интенсификации тепломассообменных и гидромеханических процессов в дисперсных средах.

Один из способов инициирования широкого спектра механизмов ДИВЭ возможен при использовании роторно-импульсных аппаратов [5,7,8]. Основными элементами роторно-импульсных устройств могут быть неподвижный статор с большим числом отверстий малого размера и вращающийся относительно него ротор с аналогичными отверстиями. При совмещении отверстий статора и ротора поток жидкости с большой скоростью перемещается по каналу и внезапно тормозится при перекрытии отверстий и создание эффективных условий кавитации. Таким образом жидкость внутри аппарата совершает пульсирующее движение и каждый её элемент подвергается попеременному воздействию сжатия и растяжения. Скорость вращения ротора регулирует частоту и амплитуду импульсов давления, что позволяет управлять уровнем интенсификации. Несмотря на то, что промежуток времени между соседними импульсами может составлять сотые доли секунды, за этот короткий интервал успевают полностью реализоваться микромасштабные кавитационные процессы с сопутствующими эффектами ударных волн и кумулятивных струй. Конструктивное выполнение рабочих узлов роторно-импульсных аппаратов также может быть различным: ротор и статор могут быть изготовлены в виде плоских дисков, либо в виде цилиндрических поверхностей и т.п., отверстия могут быть круглыми, квадратными либо щелевыми. Однако принцип инициирования механизмов ДИВЭ в этих устройствах и методика расчёта таких аппаратов являются идентичными. Эти устройства предназначены для получения тонкодисперсных эмульсий и производства гомогенизированных смесей. Кроме того, в ИТТФ НАН Украины разрабатываются принципиально новые аппараты с активным гидродинамическим режимом – это аппараты с периодически быстроизменяющимся объемом (пульсационные аппараты ДИВЭ). Такие аппараты являются ещё одним способом инициирования широкого спектра механизмов ДИВЭ [6].

Используя преимущества аппаратов ДИВЭ по сравнению с существующими, была разработана технологическая схема переработки ягодного сырья (рис. 1.), которая включает следующие основные этапы: I — первоначальная гидродинамическая обработка и смешение с инактивными компонентами; II — диспергирование нерастворимых фракций ягодного сырья; III — диспергирование нерастворимых фракций ягодного сырья, при необходимости, до более высокой степени измельчения.

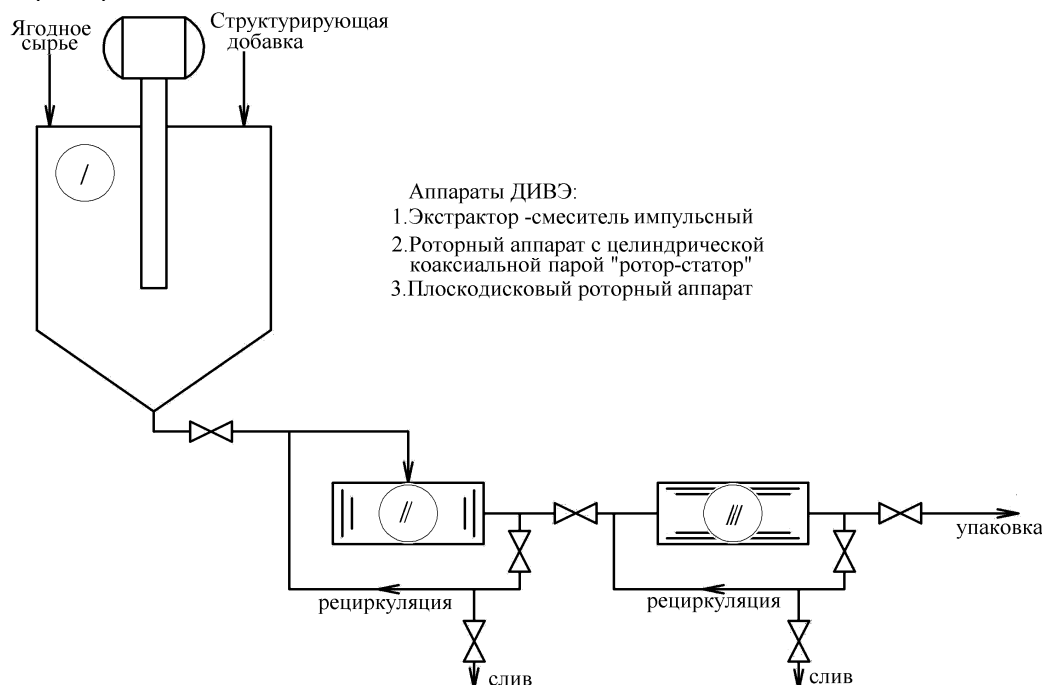


Рис. 1 – Схема технологии производства пищевого продукта широкого использования на основе ягодного сырья

Одним из ценных растительных продуктов являются плоды черники. Установлено, что за счет комплекса биологически активных веществ такая ягода как черника обладает разнообразными лечебными и профилактическими свойствами. Черника — сильный антиоксидант. Как следует из [6] по антиоксидантной активности черника занимает шестое место после таких ягод как чёрная смородина, чёрная вишня, боярышник, черноплодная рябина и калина. За счет активности витамина А черника эффективно нейтрализует действие свободных радикалов. Основным активным компонентом ягод черники являются антоцианы (вещества, придающие плодам фиолетовый цвет), которые проникают и накапливаются в тканях глаз и способствуют регенерации светочувствительности пигмента сетчатки (родопсину). Витамины группы В необходимы для поддержания нормального внутриклеточного метаболизма ткани глаза и уменьшения усталости глаз. Активные вещества черники улучшают пластичность клеточных мембран и помогают увеличить прилив крови к сетчатке глаза.

По содержанию антоцианов можно оценить эффективность технологического процесса, а так же условия и времени хранения. Имея электронную недостаточность, флавилиевые ядра антоцианов обладают сильной реакционной способностью, что уменьшает их стабильность в условиях различных технологических процессов и при хранении готовой продукции. В результате их деградации, снижается биологическая ценность продукта, ухудшается его цвет, а соответственно и качество.

Нами проведён комплекс экспериментальных исследований по переработке черники. На цилиндрическом роторном аппарате продукт обрабатывали в течение шести циклов, каждый цикл составлял 10 с. На дисковом роторном аппарате продукт обрабатывали в течение трёх циклов, каждый цикл составлял 30 с. Для каждого из аппаратов после каждого цикла отбиралась проба, для которой определялась динамическая вязкость, температура, рН, размер частиц нерастворимых фракций.

В результате исследований было выявлено влияние гидродинамического и термического воздействия на содержание антоцианов в конечном продукте с помощью фотоэлектрического колориметра [10] (табл. 1), (рис. 2).

Таблица 1 – Условия проведения исследований в соответствии с предлагаемой технологией

Тип роторного аппарата	Время обработки, сек.	Температура продукта на выходе, °С	Количество антоцианов, %
цилиндрический	30	11-17	2,4
	60	17-20	2,8
дисковый	90	20-30	4,1
	120	30-70	1,3

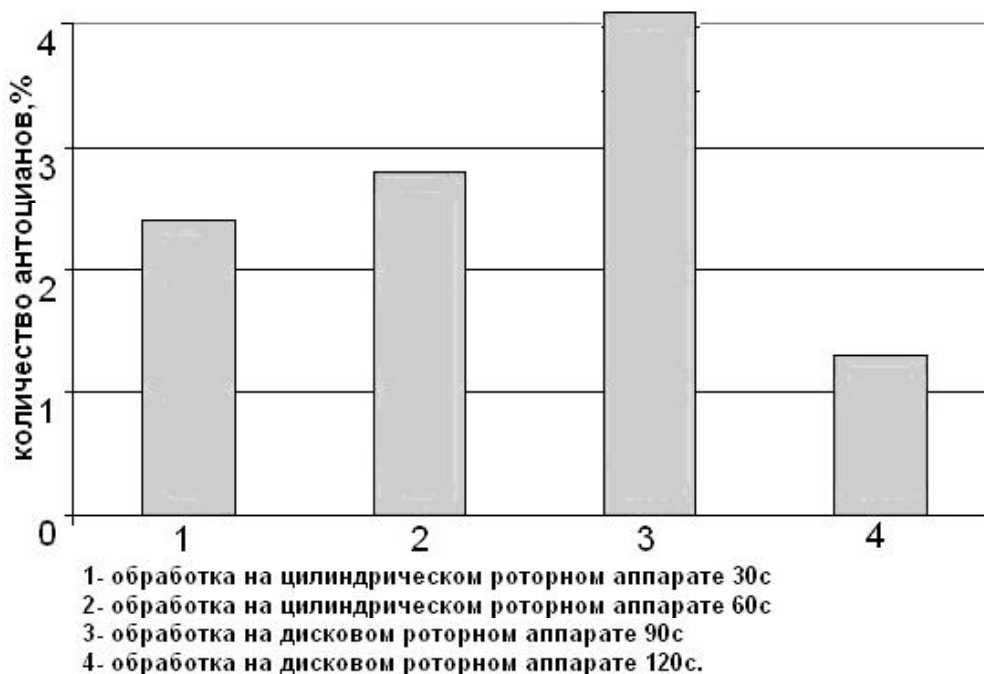


Рис.2 – Влияние гидродинамического и термического воздействия на содержание антоцианов в ягодах черники переработанных на аппаратах ДИВЭ

Выводы.

Как видно из результатов проведенных исследований гидродинамическая обработка позволяет высвободить большое количество антоцианов, за счет активной диспергации растительных клеток (антоцианы – пигменты клеточного сока вакуолей и клеточных оболочек), что невозможно сделать при существующих на сегодняшний день технологиях. Однако термическое влияние может негативно влиять на содержание антоцианов в конечном продукте (температура продукта повышается без дополнительного подвода тепла). С другой стороны, повышение температуры продукта, а также использование специальных структурирующих добавок позволяет создать условия для консервирования продукта. Определение оптимальных параметров при обработке ягодного сырья на базе системы аппаратов ДИВЭ за счет короткого времени воздействия позволит максимально сохранить биологически активные компоненты, а предлагаемая технология предусматривает минимизацию энергозатрат.

Литература

1. Погарская В.В., Черевко А.И., Павлюк Р.Ю., Макаренко О.Г., Коробец Н.В., Максимова Н.Ф. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов (Новое в технологии консервирования): Монография/ Харьков. гос. ун-т пит. и торговли. – Харьков, 2007. – 262 с.
2. Черевко А.И., Павлюк Р.Ю., Погарская В.В. Новые технология витаминизированного пастообразного фитоконцентрата из каратиносодержащего и лекарственного сырья профилактического действия//Сб. науч. трудов «Новые технологии пищевых производств и актуальные проблемы развития торговли и общественного питания». – Харьков: ХГАТОП, 1995. – С.180-183.
3. Вторушина А.Н., Короткова Е.И., Аврамчик О.А. Биологически активные вещества – источник антиоксидантов в пище // Международная научно-практическая конференция «Биотехнология. Вода и пищевые продукты». – Материалы международной научно-практической конференции (Москва, 11-марта, 2008 г.) М.:ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Менделеева, 2008 – С.178.
4. Цыбикова Г.Ц., Будко В.П., Аюшева О.Г., Козлова Т.С., Маркова И.К., Зайганова Ч.А., Марзаева М.Х. Новые функциональные продукты питания // Международная научно-практическая конференция «Биотехнология. Вода и пищевые продукты». – Материалы международной научно-практической конференции (Москва, 11-13 марта, 2008 г.) М.:ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Менделеева, 2008 – С.192.
5. Долинский А.А., Басок Б.И. Роторно-импульсный аппарат. Сообщения 1,2,3 // Пром. теплотехника. – 1998. – №6. – С.7-10; 1999. – №1. – С. 35; 1999. – №2,3. – С. 3-5.
6. Иваницкий Г.К., Корчинский А.А., Матюшкин М.В. Математическое моделирование процессов в пульсационном диспергаторе ударного типа//Проблемы промышленной теплотехники, Киев, 2003, №1, с.29-34.
7. Долинский А.А. Использование механизмов ДИВЭ при роторно-пульсационной обработке гетерогенных сред /А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий, А.Н. Ободович // Пром.теплотехника. – 2008. – Т. 30, №4. – С.38-46.
8. Басок Б.И. Энергосберегающая безотходная технология гомогенизации плодовоовощного и цитрусового сырья / Б.И. Басок, И.А Пироженко, А.Н. Ободович, А.Р. Коба // Пром.теплотехника. – 2003. – Т. 25, №4. – С.90-93.
9. Малецкая К.Д., Турчина Т.Я., Заритовская А.Г., Переяславцева Е.А. Новые теплотехнологические аспекты получения методом распылительной сушки порошков из растительного сырья // Вторая Межд.науч.-практ.конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ-2005».Труды конф. Т.2.- Москва: Издательство ВИМ,2005.- С.51-54.
10. Чайка А.И., Малецкая К.Д., Матюшкин М.В., Сильягина Н.Б. Основные принципы новых безотходных технологий переработки ягодного сырья // Научные труды. Материалы международной научной конференции – Одесса, 2010. – Вып.37. – С.206 – 211.
11. Патент Украины № 3180 / Способ получения натуральных фруктовых и/или овощных порошков / Долинский А.А., Малецкая К.Д., Басок Б.И., Ободович А.Н., Коба А.Р., Заритовская А.Г., Турчина Т.Я.
12. Яшин А.Я., Черноусов Н.И. Определение содержания антиоксидантов в пищевых продуктах и БА-Дах / Пищевая промышленность. 2007, №5, С. 28 - 30