

## УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКОТЕКУЧИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Г.М. Васильев<sup>1</sup>, В.А. Васецкий<sup>1</sup>, В.Е. Иванов<sup>1</sup>, С.В. Верещак<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова» НАН Беларуси,

<sup>2</sup>РИЦ РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

Минск, Республика Беларусь

В работе проведен анализ традиционных технологий обработки жидкотекучих пищевых продуктов. Известные способы увеличения сроков хранения молока и других жидких пищевых продуктов основаны на термической обработке (пастеризация и стерилизация) или на добавлении химических реагентов. При этом питательные (в результате денатурации белка, разрушения ферментов и витаминов) и органолептические свойства продуктов значительно ухудшаются.

Показаны преимущества электроимпульсного способа подвода энергии. На примере пастеризации молока продемонстрирована возможность реализации данной энергосберегающей высокоэффективной технологии. Процесс проходит при температурах 45 – 60 °С, все полезные вещества и витамины остаются практически без изменений, следов электролиза в обрабатываемом продукте не обнаружено.

Дано описание опытной установки электроимпульсной пастеризации молока и других жидкотекучих продуктов производительностью 1 м<sup>3</sup>/ч, а также результаты микробиологических исследований проб молока, естественно контаминированного различными видами микроорганизмов (КМАФАнМ, БГКП), исследования изменений качества молока в результате обработки (сбраживаемость сычужными ферментами и молочнокислыми микроорганизмами, белковые фракции, жировой фракции и стабильности эмульсии) и показатели безопасности (токсические элементы, микотоксины, антибиотики, пестициды и радиометрические исследования).

Показано, что для обеспечения качества молока в соответствии с основными положениями СанПин 11 63 РБ 98 достаточно затрат энергии на пастеризацию 5-10 кВт·ч/м<sup>3</sup> продукта, что 2-3 раза ниже, чем при традиционной тепловой обработке.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ ВЫЖИМОК ОБЛЕПИХИ В ПОЛЕ СВЕРХВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

А.В. Акулич, А.В. Темрук

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»

Могилев, Республика Беларусь

При получении сока из плодов облепихи образуются отходы производства – выжимки, которые обладают высокой биологической ценностью. Одним из способов переработки (консервирования) выжимок облепихи является сушка. При этом, для обеспечения требуемых физико-химических свойств готового продукта, необходимо провести исследование кинетики процесса сушки.

Проведены экспериментальные исследования по сушке выжимок облепихи в поле сверхвысокой частоты при мощностях излучения  $P_1=300$  Вт,  $P_2=450$  Вт и  $P_3=600$  Вт. Экспериментально установлено, что начальная влажность выжимок облепихи составляет  $w_0=60\%$ . В конце процесса сушки влажность выжимок достигает  $w_k=2\div3\%$ .

По результатам исследований построены кривые сушки (рис. 1) и кривые скорости сушки (рис. 2) выжимок облепихи при различных мощностях СВЧ-излучения.

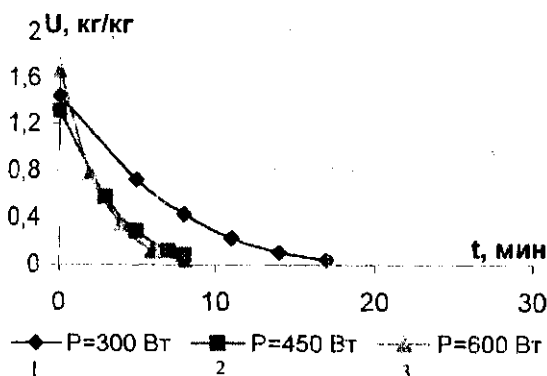


Рисунок 1

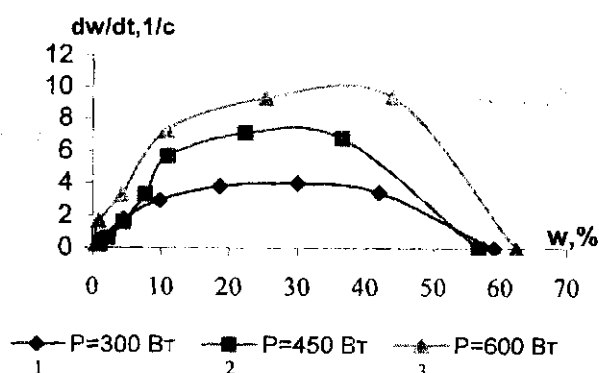


Рисунок 2

Дан анализ кривых скорости сушки. Установлено, что вначале – в стадии прогрева материала – скорость сушки увеличивается от нуля до максимального значения  $dw/dt=4 \text{ с}^{-1}$  при мощности СВЧ-излучения  $P_1=300 \text{ Вт}$ ,  $dw/dt=7 \text{ с}^{-1}$  при  $P_2=450 \text{ Вт}$  и  $dw/dt=10 \text{ с}^{-1}$  при  $P_3=600 \text{ Вт}$ . Данному периоду соответствует уменьшение влажности от  $w_0=60-65\%$  до  $w_1=35-40\%$ . Далее начинается период постоянной скорости сушки, где  $dw/dt \approx \text{const}$ , который заканчивается при критической влажности  $w_{кр}=10-12\%$ . В период падающей скорости сушки характер кривой зависит от структуры выжимок облепихи, размеров образца, видов связи влаги с материалом и механизма перемещения влаги. Сравнительный анализ кривых скоростей сушки показал, что скорость сушки выжимок облепихи в СВЧ-поле на порядок выше, чем скорость сушки при конвективном энергоподводе. Время сушки при СВЧ-нагреве сокращается в 7-10 раз. Качество же высушиваемого материала при СВЧ-обработке значительно выше, чем при конвективной сушке.

Таким образом, сравнительный анализ двух способов сушки, показал, что сушка выжимок облепихи в поле сверхвысокой частоты обладает рядом преимуществ перед конвективной сушкой в неподвижном слое.

УДК 66.047

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК В ВИБРОКИПЯЩЕМ СЛОЕ

*З.В. Василенко, В.И. Никулин, А.И. Соловьев*

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»  
Могилев, Республика Беларусь

Эксперименты проводились на лабораторной установке, разработанной в УО МГУП. Параметры вибрации газораспределительной решетки: амплитуда 8 мм, частота 7,5 Гц.

Для процесса сушки яблочных выжимок в виброкипящем слое характерным является наличие относительно небольшого по длительности первого периода, когда скорость сушки не меняется, а температура отработанного воздуха постоянна и близка к температуре мокрого термометра. Анализ характера кривых сушки показал, что несмотря на разнообразие режимов сушки, они имеют однотипный характер. При построении их в координатах  $\ln W^c - \tau$  кривые выпрямляются, т.е. характер убыли влаги с достаточной степенью точности может быть описан экспоненциальным законом:

$$W^c = W_H^c e^{-k\tau}, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент сушки, зависящий от режимных параметров процесса, 1/мин.

Преобразуя выражение (1) с использованием метода наименьших квадратов, можно получить выражение для определения значения  $k$  по экспериментальным данным:

$$k = \frac{\ln W_H^c \sum \tau_i - \sum \tau_i \ln W_i}{\sum \tau_i^2} \quad (2)$$

В качестве независимых управляемых переменных, определяющих коэффициент сушки, принимались: температура воздуха  $t$ , скорость воздуха  $V$ , первоначальная удельная нагрузка  $\frac{G}{F_p}$ , а также размер частиц  $d$ .

Получение частиц различных размеров достигалось заменой матричных решеток в шнековом грануляторе. Обработка экспериментальных данных позволила получить уравнение регрессии:

$$k = 2,5 \cdot 10^{-3} \left( \frac{G}{F_p} \right) (t + 14,24) (V + 2,25) d^{-0,301} \quad (3)$$

Уравнение (3) может быть использовано для расчета продолжительности сушки яблочных выжимок в исследованной области изменения независимых переменных и оптимизации процесса.

УДК 664.66.016

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СТАТИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ВЫСУШЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*В.Г. Харкевич, В.А. Шуляк*

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»  
Могилев, Республика Беларусь

Изучению физико-механических свойств пищевых продуктов, подвергаемых измельчению, до настоящего время уделялось недостаточное внимание. Знание этих свойств позволяет определить динамические напряжения во время удара, которые входят в условия прочности и, соответственно,