

УДК 644.8:658.562.5

ИК-сушка плодоягодного сырья

Д-р техн. наук, проф. Киптелея Л.В. kiptela@mail.ru

Загорулько А.Н. match_andrey@mail.ru

*Харьковский университет питания и торговли
61051, Украина, Харьков, ул. Клочковская 333*

В связи с ухудшением экологической обстановки в Украине и других европейских странах главной целью пищевой промышленности является повышение биологической ценности продуктов питания. Одним из путей повышения качества продуктов питания и усовершенствования структуры питания населения является введение в рацион плодоягодного сырья (ПС). Теоретическими и экспериментальными исследованиями доказано, что использование ИК-излучения в технологии сушки плодоягодного сырья, позволяет максимально сохранить БАВ в продукте, а основной целью при проектировании сушилок с использованием инфракрасного излучения является достижение равномерного распределения теплового потока от источника ИК-излучателя на приемную поверхность.

Данные, полученные в результате исследования, позволили спроектировать промышленный образец ИК-сушилки минимальной энерго- и металлоемкости, а также с возможностью использования вторичного теплоносителя (нагретый воздух), простотой в эксплуатации и обслуживании. На основании результатов исследований спроектирована вертикальная ИК-сушилка, преимущества которой заключаются в: снижении продолжительности процесса сушки за счет вынужденной конвекции; повышении качества готового продукта за счет мягкого обогрева и низкого температурного режима; равномерном тепловом поле на приемной поверхности и между лотками за счет цилиндрической формы ИК-сушилки; уменьшении геометрических размеров и простоты конструкции за счет прямоугольной формы карбонового ИК-нагревателя в вертикальной ИК-сушилке; интенсификации процесса сушки за счет возможности контроля количества поступающего свежего воздуха в рабочую камеру и использования вторичного тепла в процессе ИК-сушки.

Ключевые слова: органика, интенсификация, ИК-излучение, моделирование, сушилка.

IR-drying fruit and berry raw materials

Doc. of Tech. Sc., prof. Kiptela L.V. kiptela@mail.ru

Zahorulko A.N. match_andrey@mail.ru

*Kharkov State University of Food Technology and Trade,
Ukraine, 61051, Kharkov, Klochkovsky str., 333*

Due to the deterioration of the environmental situation in Ukraine and other European countries, the main objective of the food industry is to improve the biological value of food. One way of improving the quality of food and nutrition structure of the people is to introduce in their diet and fruit and berry raw

products (FBRP). One of the main directions of processing the FBRP, which allows to preserve the maximum value of food and biological of the products is to use drying technology.

Theoretical and experimental studies have shown that the use of IR-radiation in FBRP drying technology allows to preserve the BAS (biologically active substances) in the product, and the main goal in the design of dryers with infrared radiation is to achieve a uniform distribution of heat flow from the source of the radiator on the receiving surface (product tray). Data obtained in this research enabled to design an industrial prototype of the IR-dryer of minimum energy and metal consumption, as well as the possibility of using the secondary heat medium (hot air), simplicity of operation and maintenance.

Based on the results of studies a vertical IR-dryer was designed, providing the following advantages: decreases the duration of the drying process by forced convection; improves the quality of the final product by mild heating and low temperature; provides uniform thermal field at the receiving surface and between the trays due to the cylindrical shape of the IR-dryers; reduces dimensions and ease of construction due to rectangular carbon infrared heater in the vertical IR-dryer; intensifies the drying process due to the possibility of controlling the amount of fresh air incoming into the working chamber and the use of waste heat in the process of IR-drying.

Keywords: organic, intensification, IR-radiation, modeling, dryer.

В связи с ухудшением экологической обстановки в Украине и других европейских странах главной целью пищевой промышленности является повышение биологической ценности продуктов питания. Одним из путей повышения качества продуктов питания и усовершенствования структуры питания населения является введение в рацион плодоягодного сырья (ПС) [1]. Основной проблемой при переработке ПС является устаревшее оборудование пищевой отрасли, в связи с этим актуальным направлением является создание универсального оборудования для переработки ПС.

Анализ последних исследований и публикаций

Одним из основных направлений переработки плодоягодного сырья, которое позволяет максимально сохранить пищевую и биологическую ценность ПС, является использование технологий сушки.

Известные способы сушки ПС обладают рядом существенных недостатков: длительность и неравномерность сушки, потери биологически активных веществ, ухудшение органолептических и физико-химических показателей [2].

В последние годы для интенсификации процесса сушки растительного сырья стали использовать токи высокой и сверхвысокой частот, ИК-нагрев, ультрафиолетовые лучи, ультразвук, ионизирующее излучение и др. [3].

Теоретическими и экспериментальными исследованиями доказано, что использование ИК-излучения в технологии сушки плодоягодного сырья, позволяет максимально сохранить БАВ в продукте, а основной целью при проектировании сушилок с использованием инфракрасного излучения является достижение равномерного распределения теплового потока от источника ИК-излучателя на приемную поверхность (лоток с продуктом) [4].

Целью работы является исследование равномерности распределения теплового потока на приемной поверхности и между лотками, его моделирование при ИК-сушке плодоягодного сырья.

При использовании ИК-излучателей равномерность распределения теплового потока обеспечивается отражателями (рефлектором) определенной геометрической формы и размещения. Для исследования данной задачи было спроектировано несколько разнообразных видов экспериментальных ИК-сушилок, в которых осуществлялся процесс сушки плодоягодного сырья при разных технологических режимах и геометрической формы и размещения рефлектора [5].

На первом этапе исследований было предложено создание экспериментальной установки, в которой цилиндрический и синусоидальный рефлекторы располагались над приемной поверхностью (лоток с продуктом), а в качестве источника тепла использовался трубчатый кварцевый излучатель. Для проектирования распространения ИК-излучения от источника и отраженного от рефлектора была использована компьютерная программа TracePro.

Работа рефлектора теплотехнической установки основывается на хорошо известном физическом законе: угол падения теплового луча равен углу отражения. Отражающей поверхности идеальные, т.е. отражают 100 % энергии лучей, которые на них попадают, а среды, в которых они распространяются, энергию совсем не поглощают.

Программу TracePro используют для моделирования процессов, которые описываются законами оптики и, в частности, тех, которые основываются на утверждении - угол падения луча равен углу отражения.

Программа моделирует ход лучей в рабочей камере и позволяет выбирать спектр потока и назначить мощность ИК-излучателя, что дает возможность получить количественные характеристики тепловых потоков.

В качестве отражателя использовать синусоидальный профиль, изготовленный из гнутого алюминиевого листа размерами 500x310 мм с последующим полированием, что обеспечивает высокий коэффициент отражения. В качестве примера приведем компьютерное моделирование распределения и моделирование теплового потока на лотке с образцом при применении синусоидального рефлектора на рис. 1.,рис.2.

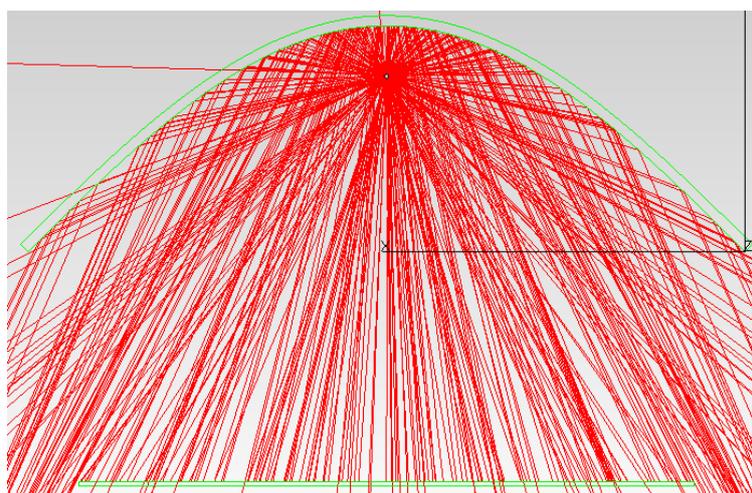


Рис. 1: Распределение теплового потока на лотке с образцом при применении синусоидального рефлектора

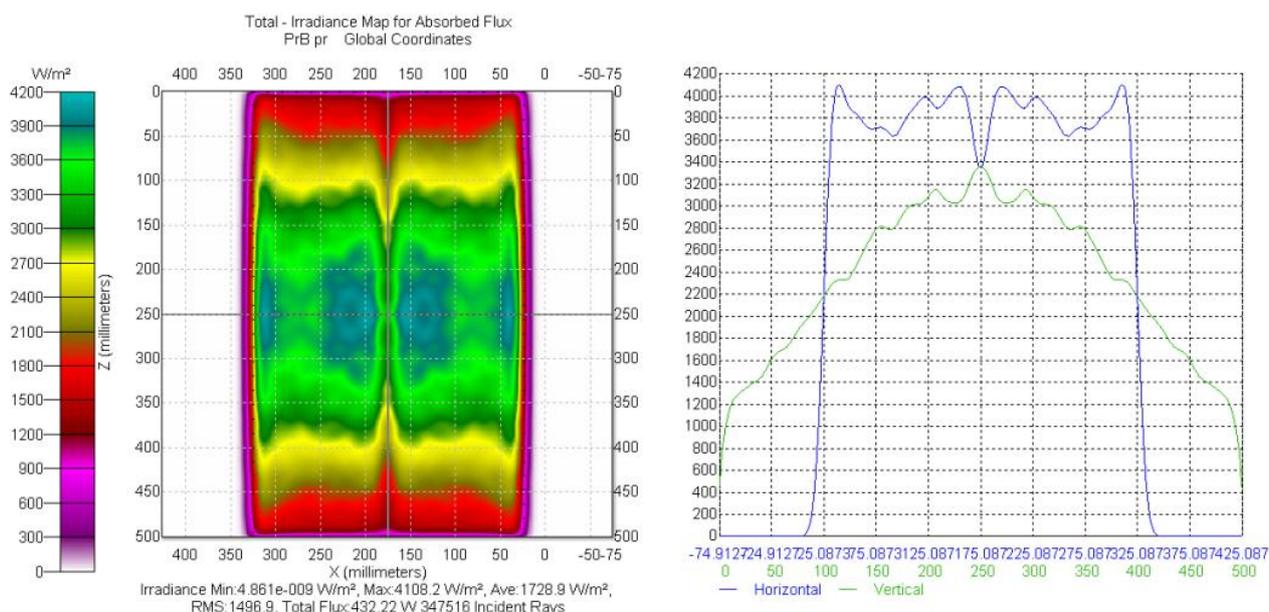


Рис. 2: Моделирование теплового потока на лотке с образцом при применении синусоидального рефлектора

Исходя из данных моделирования, делаем вывод, что данная форма рефлектора и его геометрическое расположение позволяет создать на приемной поверхности равномерное температурное поле, что подтверждает цветовой фон на рис.2.

Анализируя полученные результаты, делаем вывод, что данное расположение рефлектора не позволяет создать промышленный образец, а так же снижается коэффициент отражения рефлектора, за счет попадания на его поверхность конденсата [6].

Данные, полученные в результате исследования, позволили спроектировать промышленный образец ИК-сушилки минимальной энерго- и металлоемкости, а также с возможностью использования вторичного теплоносителя (нагретый воздух), простотой в эксплуатации и обслуживании.

Исходя из цели и полученных результатов, предложена экспериментальная вертикальная цилиндрическая ИК-сушилка, которая позволяет снизить энерго- и металлоемкость существующих конструкций на рис.3.

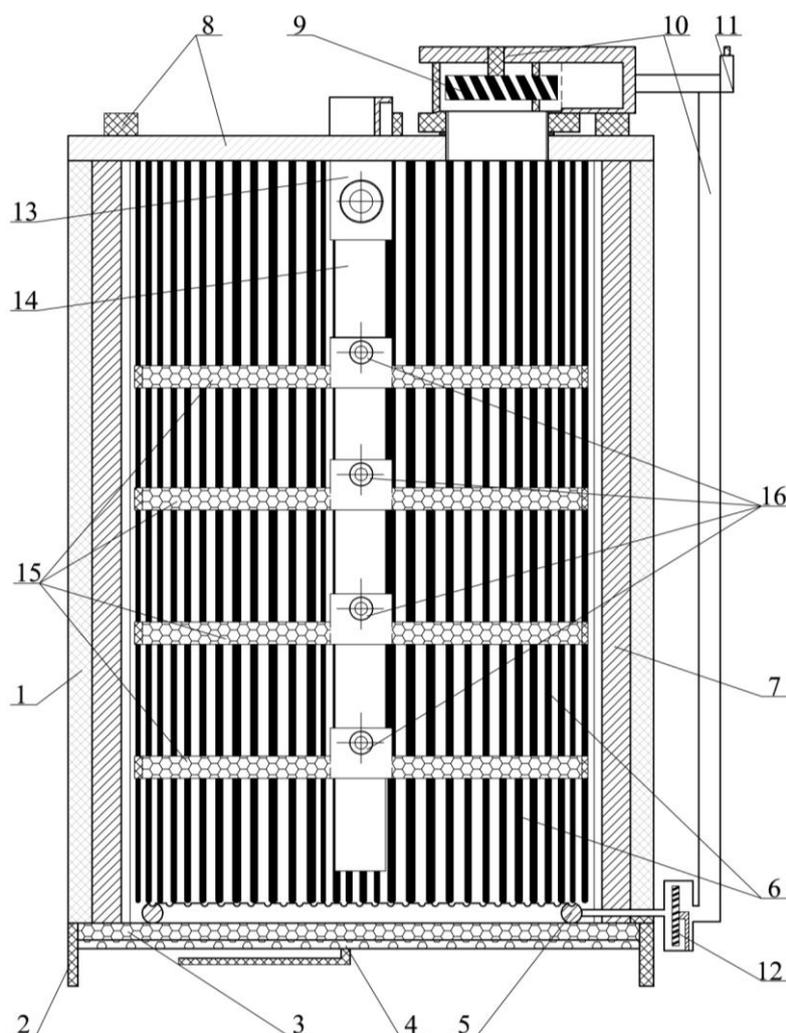


Рис.3: Разрез экспериментальной вертикальной цилиндрической ИК-сушилки:

- 1 - вертикальная цилиндрическая рабочая камера; 2 - стойки; 3 - распределительная решетка; 4 - регулирующая заслонка; 5 - кольцевой барботер; 6 - продольные рабочей камере карбоновые прямоугольные ИК-излучатели; 7 - отражающая фольга с теплоизолирующим листовым алюфомом; 8 - крышка с затяжными фиксаторами; 9 - вытяжной вентилятор; 10 - нагнетающий канал; 11 - регулирующая задвижка; 12 - нагнетающий вентилятор; 13 - фиксатор; 14 - штатив; 15 - сетчатые лотки; 16 - монтажные шпильки.

Работа аппарата заключается в следующем: органическое плодоягодное сырье загружается в сетчатые лотки 15, которые фиксируются с помощью монтажной шпильки 16 на штатив 14.

После чего штатив с лотками устанавливается в фиксирующем устройстве 13 крышки 8 с затяжными фиксаторами и вытяжным вентилятором 9 и загружается в цилиндрическую вертикальную рабочую камеру сушилки 1, установленной на стойках 2, где сырье сушится при температуре 40...60 °С.

Отработанный и нагретый воздух нагнетается вытяжным вентилятором 9 в канал 10, где при открытой задвижке 11 и работающем нагнетательном вентиляторе 12 нагретый вторичный воздух поступает в кольцевой барботер 5, которой установлен у ИК-нагревателей, создавая в пристеночном слое турбулентный режим и одновременный подогрев входящего свежего воздуха в рабочую камеру.

На основании результатов исследований спроектирована вертикальная ИК-сушилка, преимущества которой заключаются в: снижении продолжительности процесса сушки за счет вынужденной конвекции; повышении качества готового продукта за счет мягкого обогрева и низкого температурного режима; равномерном тепловом поле на приемной поверхности и между лотками за счет цилиндрической формы ИК-сушилки; уменьшении геометрических размеров и простоты конструкции за счет прямоугольной формы карбонового ИК-нагревателя в вертикальной ИК-сушилке; интенсификации процесса сушки за счет возможности контроля количества поступающего свежего воздуха в рабочую камеру и использования вторичного тепла в процессе ИК-сушки.

Список литературы

1. Шаззо, Р. И. Продукты детского питания из растительного и мясного сырья инфракрасной сушки. Хранение и переработка сельхоз сырья [Текст]/ Р. И. Шаззо, Г. П. Овчарова. – 2005. – № 1. – С. 50-52.

2. Боряк Л.А. Особенности сушки каротиносодержащего сырья / Л.А. Боряк, Т.Н. Михайлик, Ж.А. Петрова: тр. конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии». – М.: МГАУ, 2002. – 130-133 с.

3. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.

4. Кіптела Л.В. ІЧ-сушіння рослинної сировини. Les problemes contemporains dela technosphere et dela formation des cadres d'ingenieurs. VII Conference internationale

scientifique et methodique du 8-17 octobre 2013 a Sousse (Tunisie). С. 138-140. / Кіптєла Л.В., Загорулько А.М., Мольский О.С.

5. Киптелая Л.В. Влияние размещения рефлектора в ИК-сушилке на процессе сушки плодово-ягодного сырья. Международная научно-технологическая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 13-15 ноября 2013 г.). С. 321-323., Киптелая Л.В., Загорулько А.Н.

6. Плевако, В. П. Визначення форми рефлектора для рівномірного обігрівання пласкої поверхні [Текст]: матеріали міжнародної науково-практичної конференції „Сучасні проблеми геометричного моделювання”, Україна, Львів, 20-23 жовтня. / В. П. Плевако, С. Ю. Саєнко. – Львів, 2003. – С. 191-194.

References

1. Shazzo, R. I. Products of baby food from vegetable and meat raw materials of infrared drying. *Khranenie i pererabotka sel'khoz syr'ya [Tekst]*. R. I. Shazzo, G. P. Ovcharova. 2005. № 1. p. 50-52.

2. Boryak L.A. Features of drying of karotinosoderzhashchy raw materials. L.A. Boryak, T.N. Mikhailik, Zh.A. Petrova: tr. konf. «Sovremennye energosberegayushchie teplovyte tekhnologii». – М.: MGAU, 2002. 130-133 p.

3. Ginzburg A.S. Bases of the theory and technology of drying of foodstuff. – М.: Pishchevaya promyshlennost', 1973. 528 p.

4. Kiptela L.V. ICh-sushinnya roslinnoї sirovini. Les problemes contemporains dela technosphere et dela formation des cadres d'ingenieurs. VII Conference internationale scientifique et methodique du 8-17 octobre 2013 a Sousse (Tunisie). p. 138-140. Kiptela L.V., Zagorul'ko A.M., Mol'skii O.S.

5. Kiptelaya L.V. Influence of placement of a reflector in the IK-dryer on process of drying of fruit and berry raw materials. International scientific and technological conference "Low-temperature and Food Technologies in HH an Eyelid" (Sankt-Petersburg, 13-15 noyabrya 2013 g.). p. 321-323., Kiptelaya L.V., Zagorul'ko A.N.

6. Plevako, V. P. Viznachennya formi reflektora dlya rivnomirnogo obigrivannya plaskoi poverkhni [Tekst]: materiali mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferentsii „Suchasni problemi geometrichnogo modelyuvannya”, Ukraїna, L'viv, 20-23 zhovtnya. V. P. Plevako, S. Yu. Saenko. – L'viv, 2003. p. 191-194.