

УДК 633.854.78

Сушка листьев петрушки инфракрасным излучением

Канд. техн. наук **Демидов С.Ф.**, *д-р техн. наук, проф.* **Вороненко Б.А.**,

д-р техн. наук, проф. **Пеленко В.В.** pelenko1@rambler.ru,

канд. техн. наук **Демидов А.С.** demidovserg@mail.ru

Университет ИТМО

Институт холода и биотехнологий

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Для сушки растительного сырья в нашей стране наибольшее распространение получили сушилки паровые СПК-90, КСК-90. Внутри сушилок расположены сетчатые ленты, сырье перемещается с одной ленты на другую. К недостатку ленточных конвейерных сушилок относится неравномерность прогрева материала вследствие затруднения в подводе тепла к внутренней части слоя из-за отсутствия перемешивания материала. В агрегатах сушки витаминной муки различной модификаций АВМ-0,4, АВМ-0,75, АВМ-1,5 перед сушкой материал измельчают. Проведено экспериментальное исследование процесса сушки листьев петрушки инфракрасным излучением выделенной длины волны в зависимости от высоты слоя петрушки, температуры сушки, плотности теплового потока, расстояния от инфракрасного излучателя до слоя продукта на сетчатом поддоне из нержавеющей стали с размером ячейки 2-2 мм.

Ключевые слова: исследование, инфракрасное излучение, листья петрушки, сушка, влагосодержание, температура, плотность теплового потока.

Drying parsley leaves infrared

Ph.D. **Demidov S.F.**, *D.Sc. prof.* **Voronenko B.A.**,

D.Sc. prof. **Pelenko V.V.** pelenko1@rambler.ru,

Ph.D. **Demidov A.S.** demidovserg@mail.ru

University ITMO

Institute of the chill and biotechnology

191002, Saint Petersburg, str. Lomonosov, 9

For the drying of plant materials in our country the most widespread steam dryers SPK-90, CSC-90, which are located inside the mesh tape, raw moves from one belt to another. The disadvantages of conveyor belt dryers include uneven warming of the material due to the difficulty in applying heat to the inner layer due to lack of mixing of the material. In the drying unit vitamin flour various modifications AVM-0,4, AVM-0,75, AVM-1,5, before being dried material was pulverized to a particle size of 10 mm. An experimental study of the drying process of parsley leaves isolated infrared wavelength depending on the height of the bed of parsley, drying temperature, heat flux density, distance from the infrared emitter to the product layer on the pallet mesh stainless steel mesh size of 2-2 mm.

Keywords: study infrared parsley leaf, drying, moisture content, temperature and density of the heat flow.

Традиционные формы хранения растительного сырья имеют ограниченные возможности даже при организации условий хранения в оптимальных режимах, а большой объем сырья делает его хранение сложным, громоздким и главное, энергоемким. При хранении неизбежны потери как, самого продукта, так и его компонентов, при воздействии внутренней влаги и температуры.

В свежесобранном растительном сырье-петрушке содержание воды составляет 60-80%. Удаление влаги до 12 % прекращается деятельность ферментов, ведущие к разложению действующих веществ, прекращению развития в растительной массе плесневых грибов и микроорганизмов. Для сушки растительного сырья в нашей стране наибольшее распространение получили сушилки паровые СПК-90, КСК-90, внутри которых расположены сетчатые ленты, сырье перемещается с одной ленты на другую. К недостаткам ленточных конвейерных сушилок относится неравномерность прогрева материала вследствие затруднения в подводе тепла к внутренней части слоя из-за отсутствия перемешивания материала. В агрегатах сушки витаминной муки различной модификаций АВМ-0,4, АВМ-0,75, АВМ-1,5 перед сушкой материал измельчают.

Порошковый способ является из-за низкой влажности продукта наиболее перспективным, эффективным методом длительного хранения, однако производство порошковой формы растительного сырья является дорогостоящим, актуальным является создание новой технологии процессасушки и его аппаратурного оформления.

Данная статья посвящена исследованию процесса сушки рыхлого слоя петрушки инфракрасным излучением выделенной длины волны в зависимости от технологических и конструктивных параметров проведения процесса.

В Институте холода и биотехнологий НИУ ИТМО проводятся работы по сушке пищевых продуктов инфракрасным излучением [1-4]. Данные исследования проводились на экспериментальном стенде ИК - нагревом с использованием современной измерительной техники (рис. 1). В сушильной камере (2) установлены инфракрасные излучатели (1) с отражателями. В качестве генераторов ИК - излучения применены линейные кварцевые излучатели (1) диаметром 0.012 м с функциональной керамической оболочкой. ИК - излучатели (1) установлены на расстоянии 70 мм сверху и снизу относительно сетчатого поддона из нержавеющей сетки (3) с диаметром 2 мм. На подложку из нержавеющей сетки помещаются листья петрушки.

Для регулировки плотности потока, падающего на объекты сушки, меняются значения сопротивления нихромовой спирали ИК - излучателя.

Для измерения напряжения на клеммах ИК - излучателей (1) в диапазоне 210-220В используется вольтметр.

Для снятия температурных полей в объектах сушки используются хромель-алюмелевые ТХА 9419-23 термодпары градуировки ХА₉₄ с диаметром проволоки $6 \cdot 10^{-4}$ м

(6). Перед каждой серией опытов термопары градуируются в диапазоне 0-300°C. Погрешность измерения температуры не превышает $\pm 1.5^\circ\text{C}$ в диапазоне 0-300°C, ГОСТ Р 8.585 – 2001.

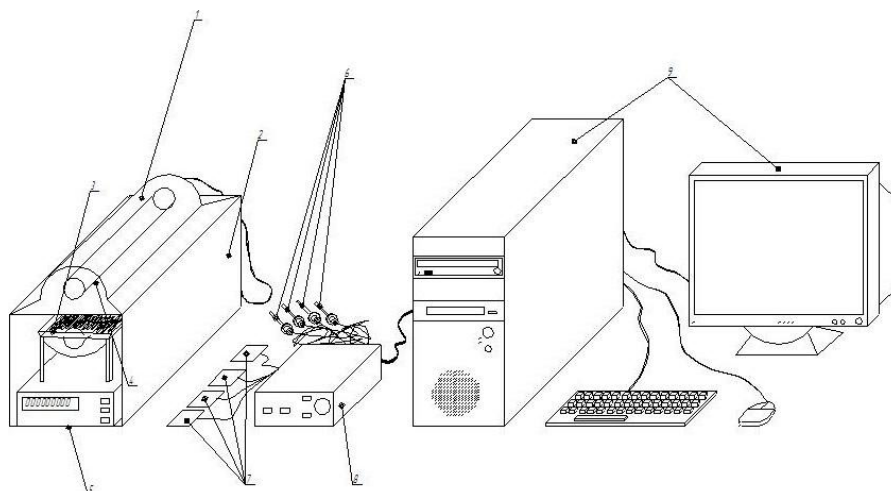


Рис. 1. Экспериментальный стенд для исследования процесса сушки инфракрасным излучением.

Измерение температуры поверхности облучаемого материала производится при помощи дистанционного неконтактного инфракрасного термометра RaytekMiniTemp МТ6..

Измерение плотности теплового потока осуществлялось при помощи термоэлектрических датчиков плотности теплового потока ДТП 0924-Р-О-П-50-50-Ж-О(7).

Измеритель температуры многоканальный ИТ-2 (8) предназначен для автоматического измерения и регистрации температуры ($^\circ\text{C}$), а также плотности теплового потока ($\text{Вт}/\text{м}^2$) по 16 каналам при помощи подключаемых к прибору датчиков плотности теплового потока (7), выполненных на основе батареи дифференциальных хромель-алюмелевых ТХА (ХА94)термопар с последующей передачей данных на персональный компьютер (ПК) (9). Результаты измерения (в мВ, $\text{Вт}/\text{м}^2$ или $^\circ\text{C}$) записываются в файл и выводятся на монитор ПК в виде таблицы. Измеритель температуры ИТ-2 в комплекте с преобразователями плотности теплового потока (7) и ТХА (ХА94)термопарами используется в качестве устройства автоматизированного сбора и обработки информации.

Убыль массы листьев петрушки в процессе сушки измеряется устройством автоматического взвешивания (5), разработанного на базе электронных аналитических весов GF-600.

Для измерения влагосодержания продукта используется анализатор влажности ЭЛВИЗ-2.

В результате проведенных экспериментальных исследований было выявлено, что процесс сушки листьев петрушки до среднего влагосодержания $\bar{U}=12,0$ кг/кг при

плотности теплового потока $3,08 \text{ кВт/м}^2$ завершается при достижении температуры на поверхности слоя продукта $56 - 57^\circ \text{C}$, при плотности теплового потока $2,88 \text{ кВт/м}^2$ не более $50 - 52^\circ \text{C}$.

На рисунках 2, 3 представлены графики зависимости среднего влагосодержания листьев петрушки от времени t и основных влияющих факторов.

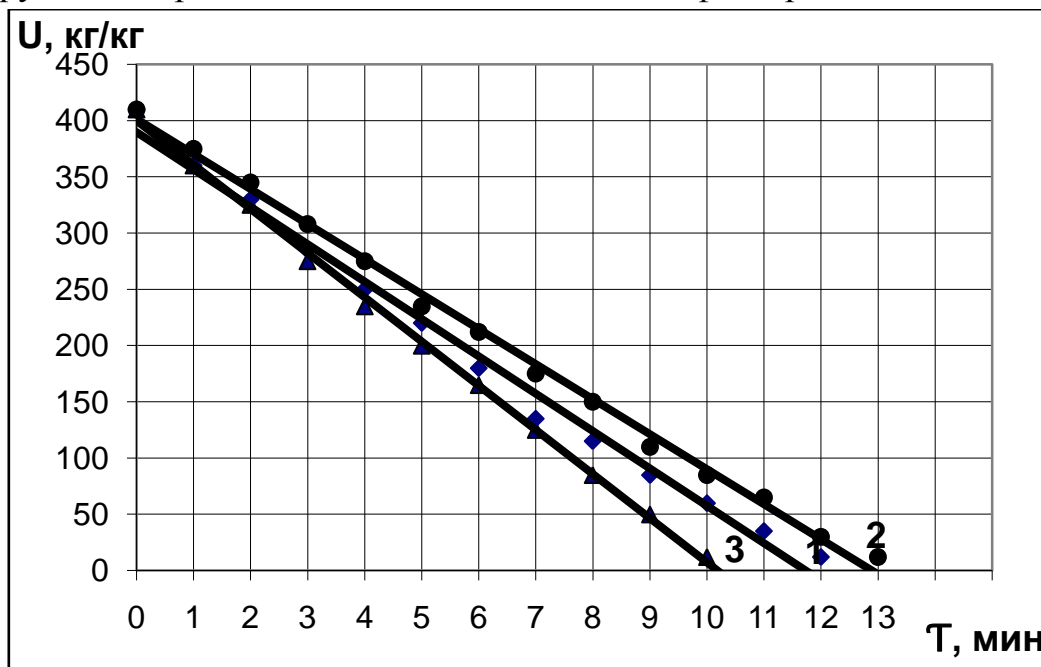


Рис. 2. Кривые процесса сушки листьев петрушки инфракрасным излучением высотой слоя 20 мм (кривая 1), высотой слоя 30мм (кривая 2), высотой слоя 10мм (кривая 3) при плотностях теплового потока $3,08 \text{ кВт/м}^2$.

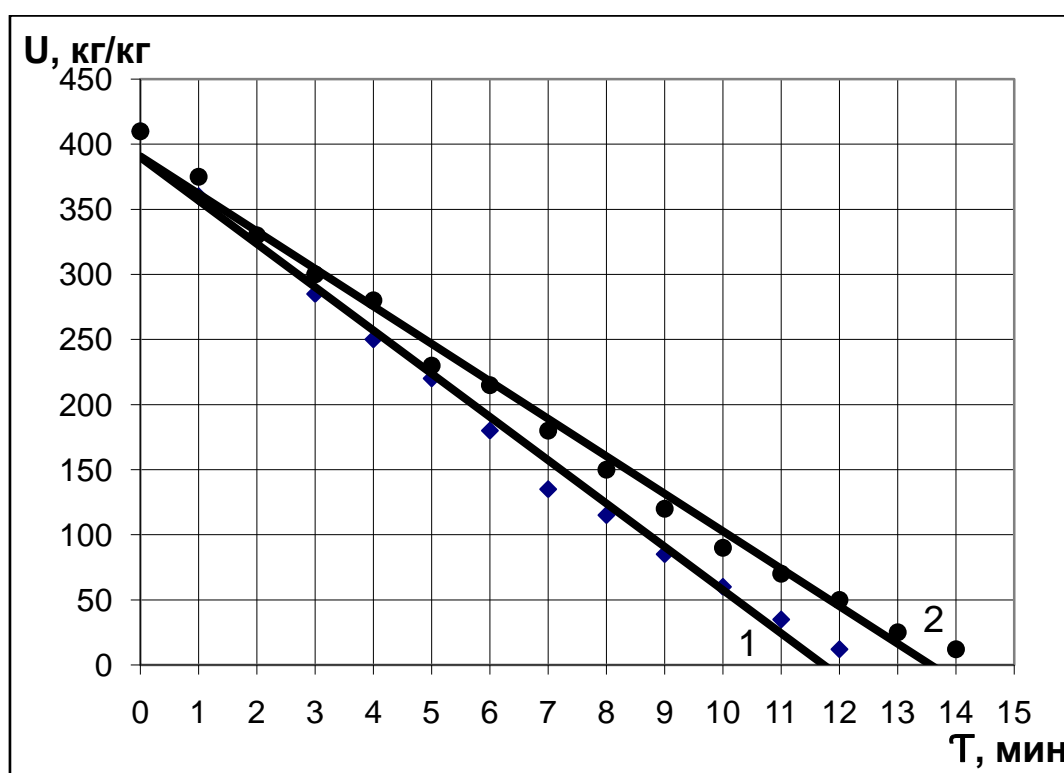


Рис. 3. Кривые процесса сушки листьев петрушки инфракрасным излучением высотой слоя 20 мм при плотностях теплового потока 3,08 кВт/м² (кривая 1) и 2,88 кВт/м² (кривая 2).

На рисунке 4 представлены графики зависимости температуры слоя листьев петрушки и температуры сетчатого поддона из нержавеющей стали.

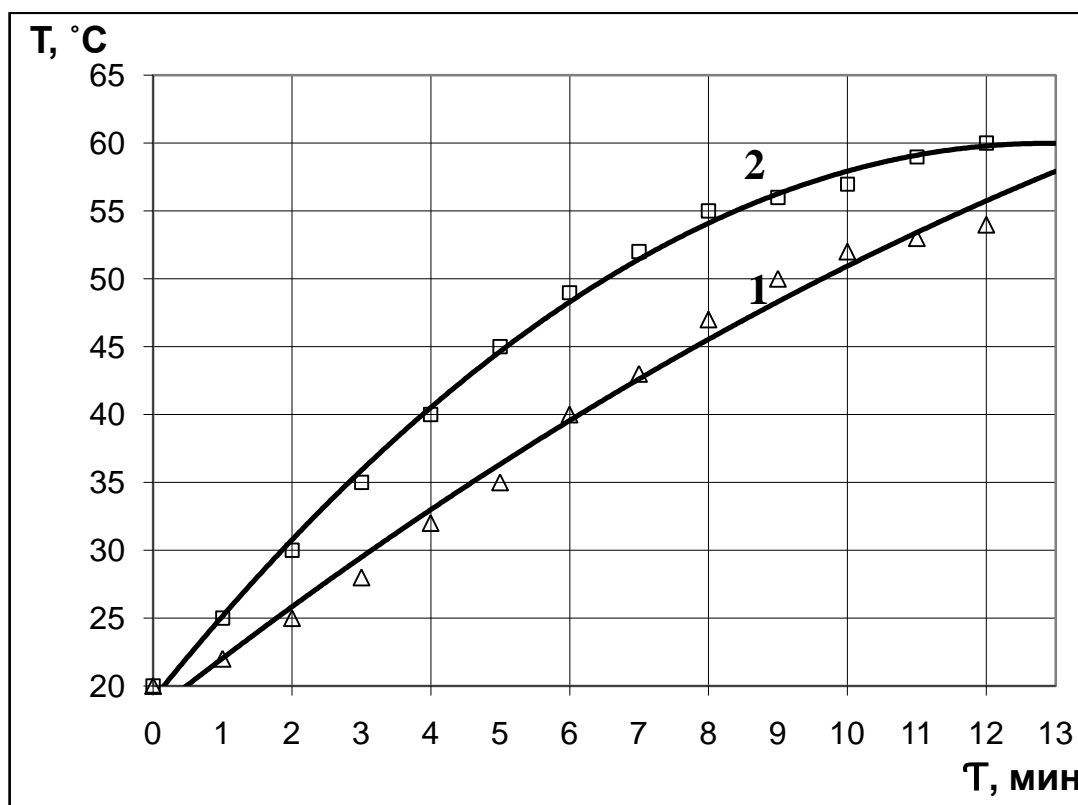


Рис. 4. Графики зависимости температуры слоя листьев петрушки (кривая 1) и температуры сетчатого поддона из нержавеющей стали (кривая 2) при плотности теплового потока 3,08 кВт/м²

Процесс сушки листьев петрушки протекает в периоде постоянной скорости. Длительность процесса в значительной мере определяется плотностью теплового потока.

Результаты исследования процесса сушки листьев петрушки инфракрасным излучением будут использованы при проектировании экспериментальной ИК-установки для производства порошковой формы сухого продукта.

Список литературы

1. Вороненко Б.А., Демидов А.С., Демидов С.Ф. Аналитическое решение дифференциальных уравнений тепло- и влагопереноса при инфракрасном нагреве

- масличных семян // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: «Процессы и аппараты пищевых производств». №1. 2012.
2. Демидов С.Ф., Вороненко Б.А., Ободов Д.А. Кинетика сушки бурых водорослей инфракрасным излучением. // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: Сб. материалов международной научно-практической конференции.- Краснодар: РАСН ГНУ КНИИХЛ, 2012,- С. 240-243.
3. Беляева С.С., Демидов С. Ф., Вороненко Б. А. Оптимизация процесса инфракрасной сушки с электроподводом зародышей пшеничных. // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: Сб. материалов международной научно-практической конференции.- Краснодар: РАСН ГНУ КНИИХЛ, 2012,- С. 219-222.
4. Демидов А.С., Вороненко Б.А., Демидов С.Ф. Сушка семян подсолнечника инфракрасным излучением // Новые технологии. – 2011. – Вып. № 3. – С.25-30.

References

1. Voronenko B.A., Demidov A.S., Demidov S.F. The analytical solution of the differential equations warm and moisture transfer at infrared heating of oilseeds. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2012. №1.
2. Demidov S.F., Voronenko B.A., Obodov D.A. Kinetika sushki burykh vodoroslei infrakrasnym izlucheniem. *Innovatsionnye pishchevye tekhnologii v oblasti khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaistvennogo syr'ya: Sb. materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*.- Krasnodar: RASN GNU KNIKhL, 2012,- p. 240-243.
3. Belyaeva S.S., Demidov S. F., Voronenko B. A. Optimizatsiya protsessa infrakrasnoi sushki s elektropodvodom zarodyshei pshenichnykh. *Innovatsionnye pishchevye tekhnologii v oblasti khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaistvennogo syr'ya: Sb. materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*.- Krasnodar: RASN GNU KNIKhL, 2012. p. 219-222.
4. Demidov A.S., Voronenko B.A., Demidov S.F. Sushka semyan podsolnechnika infrakrasnym izlucheniem. *Novye tekhnologii*. 2011. Vyp. № 3. p.25-30.