

УДК 66.047.3.085.1

Сушка листьев брусники инфракрасным излучением

Канд. техн. наук **Демидов С.Ф.**, demidovserg@mail.ru
канд. техн. наук **Кременевская М. И.**,
д-р техн. наук, проф **Вороненко Б.А.** voronenkoboris@mail.ru,
канд. техн. наук **Демидов А.С., Запрометов А.А.**
Университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий
921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

В заготовке лекарственного сырья большое значение отводится листу брусники. Семейство Брусничные включает в себя ценнейшие пищевые и лекарственные растения. Брусничный лист используется как сырье для химико-фармацевтической промышленности и как лекарственное средство при заболевании почек, депрессивных состояниях, болеутоляющее. Для сушки лекарственных растений применяются методы и установки с использованием естественных источников энергии (сушка на солнце, сушка в тени) и искусственного нагрева (конвективных сушилок, теплиц). Естественная сушка в тени и искусственного нагрева имеет температурный режим нестабильный, готовый продукт из-за неравномерности влагосодержания характеризуется низким качеством. Проведено исследование процесса сушки листьев брусники инфракрасным излучением выделенной длины волны с использованием современной измерительной техники до среднего влагосодержания $\bar{U}=4,7$ кг/кг при плотности теплового потока $3,6$ кВт/м² завершается при достижении температуры на поверхности слоя продукта не более $42 - 44$ °С, при плотности теплового потока $5,3$ кВт/м² не более $53 - 55$ °С, высоте слоя 10 мм, 15 мм. В качестве генераторов ИК - излучения применены линейные кварцевые излучатели диаметром $0,012$ м с функциональной керамической оболочкой, установленные на расстоянии 75 мм сверху и снизу относительно сетчатого поддона с подложкой из нержавеющей сетки с диаметром 2 мм, на которую помещались брусничные листья. Результаты исследования процесса сушки брусничных листьев инфракрасным излучением будут использованы при проектировании и изготовлении экспериментальной ИК-установки производственного типа.

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

Drying cowberry leaves by infrared radiation

Demidov S.F. demidovserg@mail.ru, **Kremenevskaya M.I.**,
Voronenko B.A. voronenkoboris@mail.ru, **Demidov A.S.**,
Zaprometov A.A.
University ITMO

Institute of Refrigeration and Biotechnologies
191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

In preparation of medicinal raw materials the great value is allocated for a cowberry leaf. The family Cowberry includes the most valuable food and herbs. The cowberry leaf is used as raw materials for chemical pharmaceutical industry and as medicine at a disease of kidneys, depressions, soothing. Methods and installations are applied to drying of herbs with use of natural power sources (drying on the sun, drying in a shadow) and artificial heating (convective dryers, greenhouses). Natural drying in a shadow and artificial heating has a temperature mode an unstable, ready-made product because of unevenness of

moisture content is characterized by poor quality. Research of process of drying of leaves of cowberry by the infrared radiation of the allocated length of a wave with use of modern measuring equipment to average moisture content $\bar{U}=4,7$ in kg/kg is conducted at the density of thermal stream of 3,6 kW/sq.m comes to the end at achievement of temperature on a surface of a layer of a product no more than 42 - 44 °C, at the density of thermal stream of 5,3 kW/sq.m no more than 53 - 55 °C, height of a layer of 10 mm, 15 mm. As IK generators - radiations are applied linear quartz radiators with a diameter of 0.012 m with the functional ceramic cover, 75 mm established at distance from above and from below rather mesh pallet with a substrate from a corrosion-proof grid with a diameter of 2 mm on which cowberry leaves were located. Results of research of process of drying of cowberry leaves will be used by infrared radiation at design and production of experimental IK-installation of production type.

Keywords: research, infrared radiation, cowberry leaves, drying, moisture content, temperature, density of a thermal stream.

В заготовке лекарственного сырья большое значение отводится листу брусники. Для сбора листа брусники рекомендованы сосняки брусничные и ельники черничные, в которых накапливается значительная вегетативная масса. Семейство Брусничные включает в себя ценнейшие пищевые и лекарственные растения. Брусничный лист используется как сырье для химико-фармацевтической промышленности и как лекарственное средство при заболевании почек, депрессивных состояниях, болеутоляющее и др.

Авторами [1-5] была показана целесообразность быстрого замораживания, длительного холодильного хранения и размораживания дикорастущего сырья. Одним из основных дефектов при определении качества этого лекарственного сырья является наличие почерневших листьев, что указывает на нарушения процессов приемки, подготовительных операций и технологического режима сушки.

В настоящее время в процессах сушки лекарственных растений применяются ресурсоистощающие методы и средства с использованием естественных источников энергии (сушка на солнце, сушка в тени) и искусственного нагрева (конвективных сушилок, теплиц). Естественная сушка в тени и искусственного нагрева имеет температурный режим нестабильный, готовый продукт из-за неравномерности влажности характеризуется низким качеством. Анализ принципов, методов, способов и установок для сушки лекарственных растений показывает, что наиболее эффективными из них являются те, которые базируются на использовании электрической энергии, превращенной в энергию электромагнитного излучения.

Теория и практика по использованию электромагнитного поля в процессе сушки пищевых продуктов указывает на высокую эффективность инфракрасного излучения выделенной длины волны [6-9]. Инфракрасное излучение выделенной длины волны активно испаряет воду, содержащего в продукте, но не поглощается тканью продукта и влагоудаление возможно при температуре 42-55°C. Полностью сохраняются биологически активные вещества, аромат и естественный цвет.

Целью данной работы является исследование процесса сушки брусничного листа инфракрасным излучением выделенной длины волны в зависимости от технологических и динамических параметров.

В Институте холода и биотехнологий СПбГУ ИТМО проводятся работы по сушке пищевых продуктов инфракрасным излучением [10-14]. Данные исследования проводились на экспериментальном стенде ИК - нагревом с использованием современной измерительной техники. 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 [9]. ИК - излучатели (1) установлены на расстоянии 75 мм сверху и снизу относительно сетчатого поддона с подложкой из нержавеющей сетки (3) с диаметром 2 мм. На подложку из нержавеющей сетки помещаются брусничные листья.

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 термопары 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.

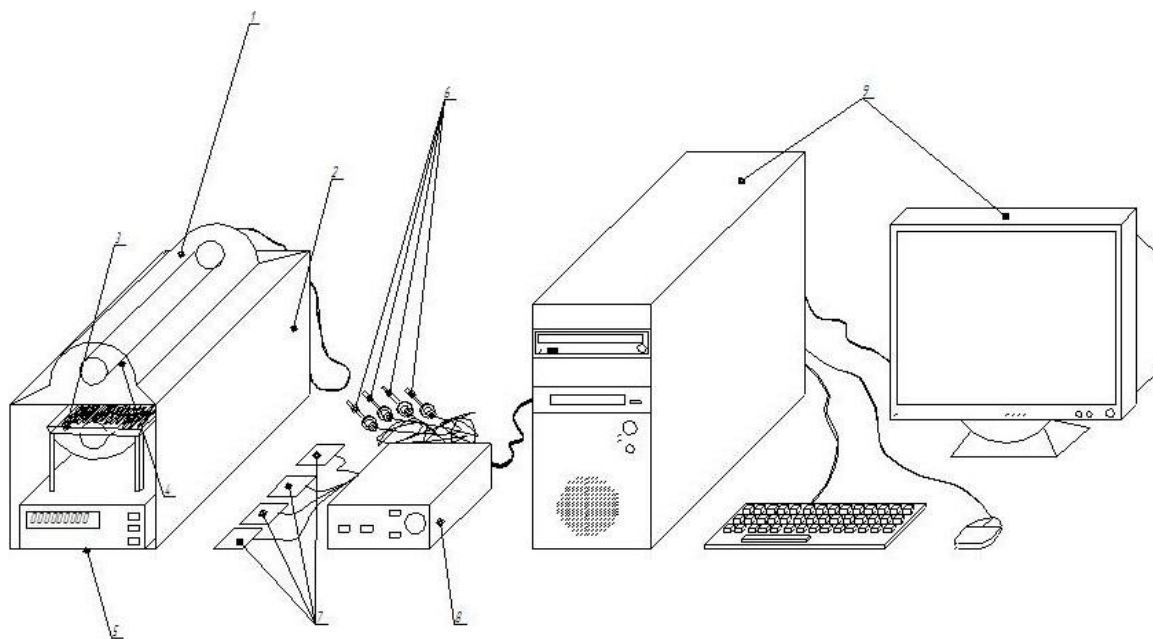


Рис. 1 . Экспериментальный стенд для исследования процесса сушки брусничных листьев инфракрасным излучением.

Измерение температуры поверхности облучаемого материала производится при помощи дистанционного неконтактного инфракрасного термометра Raytek MiniTemp 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 брусничных листьев поздней осенней заготовки в процессе сушки измеряется устройством автоматического взвешивания (5), разработанного на базе электронных аналитических весов GF-600.

Для измерения влажности морских водорослей используется анализатор влажности ЭЛВИЗ-2.

В результате проведенных экспериментальных исследований было выявлено, что процесс сушки брусничных листьев до среднего влагосодержания $\bar{U}=4,7$ кг/кг при плотности теплового потока $3,6$ кВт/м² завершается при достижении температуры на поверхности слоя продукта не более $42 - 44^{\circ}\text{C}$, при плотности теплового потока $5,3$ кВт/м² не более $53 - 55^{\circ}\text{C}$.

На рисунке 2 представлены графики зависимости среднего влагосодержания листьев брусники от времени t и основных влияющих факторов.

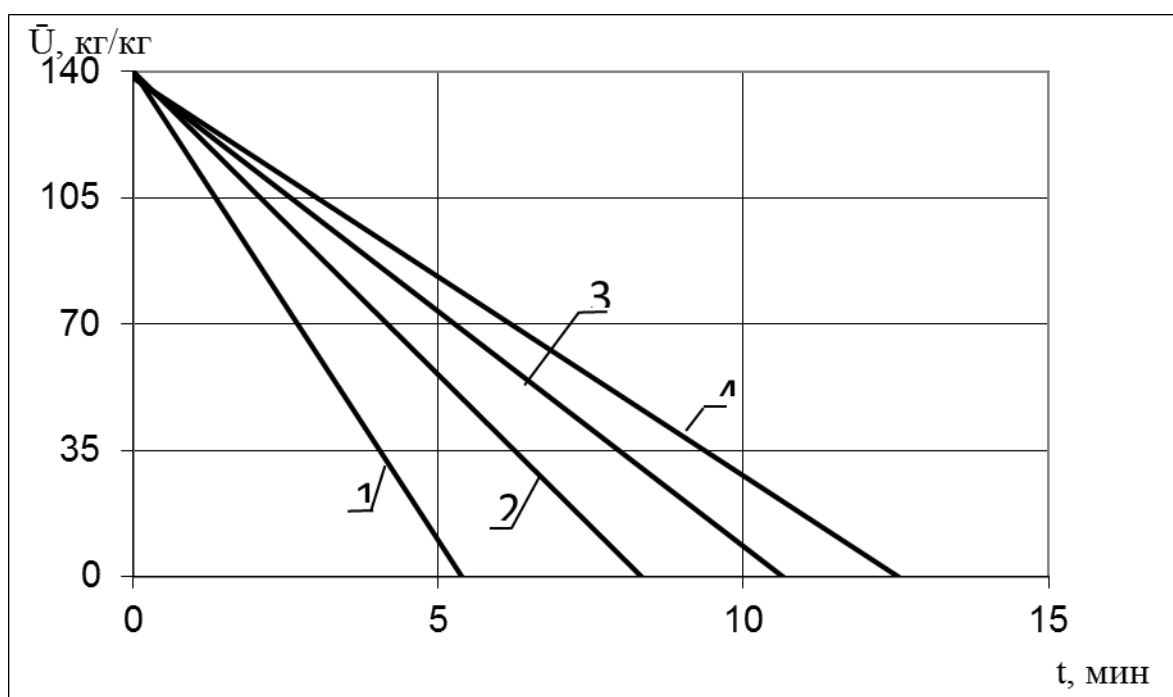


Рис. 2. Кривые процесса сушки брусничных листьев инфракрасным излучением высотой слоя $1,0$ см (кривая 1,3), высотой слоя $1,5$ см (кривая 2,4), при плотностях теплового потока $5,3$ кВт/м² (кривая 1,2) и $3,6$ кВт/м² (кривая 3, 4)

Процесс сушки брусничных листьев протекает в периоде постоянной скорости. Длительность процесса в значительной мере определяется плотностью теплового потока и высотой слоя продукта. Анализ кривых (1-4) показал, что время инфракрасной сушки брусничных листьев от начального до конечного влагосодержания с увеличением высоты слоя от 1.0 см до 1.5 см увеличивается на 120-125 с.

Результаты исследования процесса сушки брусничных листьев инфракрасным излучением будут использованы при проектировании и изготовлении экспериментальной ИК-установки производственного типа.

Список литературы

1. Куцакова В. Е. Исследование качества лесных ягод, консервированных различными способами / В. Е. Куцакова, М. И. Кременевская // В кн. тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии и оборудование пищевых производств». Санкт-Петербург, – 1999. С. 58.
2. Кременевская М. И. Изменение содержания антоцианов в дикорастущих ягодах при холодильном хранении / М. И. Кременевская, С. В. Мурашев ; СПбГУНиПТ. — СПб., 2001. — 160 с. — Деп. в ВИНТИ 11.10.2001, № 2147-B2001.
3. Фролов С. В. Потери при замораживании и холодильном хранении дикорастущих ягод / С. В. Фролов, В. Б. Данин, М. И. Кременевская // Вестник Международной академии холода. 2008. № 1. С. 35–36.
4. Куцакова В. Е. Технологические аспекты производства быстрозамороженных лесных грибов / В. Е. Куцакова, И. А. Ида, С. С. Прошкин, М. И. Кременевская // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 5. – С. 17–18.
5. Фролов С. В. Моделирование процесса размораживания плодов и ягод в жидких средах / С. В. Фролов, В. Е. Куцакова, М. И. Кременевская [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – № 1. – 2009. – С. 88–91.
6. Патент 2463538 Российская Федерация, МПК F26B 3/30. Многоярусная камера инфракрасной сушки [Текст] / Ободов Д.А., Демидов С.Ф., Вороненко Б.А., Пеленко В.В.; заявитель и патентообладатель Ободов Д.А.- №2010151818/06; заявл.17.10.2010; опубл.10.10.2012, Бюл.№28.
7. Патент 2010131602 Российская Федерация, МПК F26B 3/00. Устройство для инфракрасной сушки семян [Текст] / Демидов С.Ф., Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Демидов А.С, Агеев М.В., Усманов И.И.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. - №2010131602/06; заявл. 28.07.2010; опубл. 10.02.2012, Бюл.№4.
8. Патент 2433364 Российская Федерация, МПК F26B 3/30. Способ инфракрасной сушки семян [Текст] / Демидов С.Ф., Вороненко Б.А., Пеленко В.В., Демидов А.С,

- Агеев М.В.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. - №2010131605/06; заявл. 28.07.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл.№31.
9. Демидов С.Ф., Демидов А.С., Беляева С.С. и др. Источники инфракрасного излучения с электроподводом для термообработки пищевых продуктов // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. № 1.
 10. Вороненко Б.А., Демидов А.С., Демидов С.Ф. Аналитическое решение дифференциальных уравнений тепло- и влагопереноса при инфракрасном нагреве масличных семян // Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. №1.
 11. Вороненко Б.А., Демидов С.Ф., Демидов А.С. Кинетика сушки семян подсолнечника инфракрасным излучением // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: Сб. материалов международной научно-практической конференции.- Краснодар: РАСН ГНУ КНИИХЛ, 2012,- С.223-229.
 12. 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.
 13. 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.
 14. Демидов А.С., Вороненко Б.А., Демидов С.Ф. Сушка семян подсолнечника инфракрасным излучением // Новые технологии. – 2011. – Вып.№3. – С.25-30.
 15. Смирнова Г.П., Смирнов А.А., Буркацкая О.А. Сравнительный анализ развития малого предпринимательства в СЗФО РФ.: Lambert academic publishing. - 2011.
 16. Smirnov A. Artificial intelligence: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing. - 2013.
 17. Smirnov A., Abraham A., Vorobiev S. The potential effectiveness of the detection of pulsed signals in the non-uniform sampling.: IEEE. - 2013.
 18. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM. - 2013.
 19. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP //Ledentsov Readings. – 2013. – С.697.