ПУТИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ВИНОГРАДА НА КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

М.Т.ЮСУПОВ, А.Х.МАМАТҚУЛОВ, Ю.Г.УСМАНАЛИЕВА

Ушбу мақолада узум қуритиш жараёнида намлик тарқалишини компьютерли моделлаштириш ёрдамида ўрганиш йўллари ёритилган. Шунингдек, MATLAB дастури ёрдамида натижалар олиниб, таҳлил қилинган.

Калит сўзлар: *ИК конвектив иссиқлик узатиш, намлик узатиш коэффициенти, қисқа муддатли ИК қайта ишлаш, оптималлаштириш, моделлаштириш, термик қаршилик, иссиқлик сиғими коэффициенти, интенсив жараён.*

В данной статье рассмотрены пути исследования распределения влаги в процессе сушки винограда путем компьютерного моделирования. Также получены результаты с помощью программы MATLAB и проведен их анализ.

Ключевые слова: *ИК - конвективный теплоподвод, коэффициент влагоотдачи, кратковременная ИК – обработка, оптимизация, моделирование, термическое сопротивление, коэффициент теплоемкости, интенсификация процесса.*

This article studies the ways of investigation the wetness in the drying process of grapes through the computer modeling. At the same time the result was taken and analyzed through the MATLAB program.

Key words: *infrared- convectional heat supply, coefficient moisture return, short-term infrared – processing, optimizing, modelling, thermal resistance, coefficient of thermal capacity, intensification of process.*

Обосновано совершенствование процесса сушки винограда путем математического моделирования и оптимизации технологического процесса. Проведены численные эксперименты по выявлению влияния конструктивных и технологических параметров на эффективность процесса сушки винограда с использованием ИК - конвективного теплоподвода за счет увеличения коэффициента влагоотдачи при предварительной кратковременной ИК – обработке.

Характер распределения влажности по слоям изделия оказывает значительное влияние на скорость сушки винограда. В данном случае массообменный процесс осуществляется путем влагопереноса внутри материала.

Для получения математической модели сделаем следующие допущения: при сушке винограда его геометрическую форму принимаем шарообразной и зависимость диаметра от средней влажности описываем линейным уравнением следующего вида:

$$d = d_k + (d_= - d_k) * \frac{x - x_k}{x_= - x_k} \qquad (1)$$

1) для наружной оболочки шарообразного образца (кожицы) имеем:

$$\frac{dmx}{d\tau} = Q_{2E} - Q_{2KE} \qquad (2)$$

$$\frac{dx_.}{d\tau} = \frac{1}{m}(Q_{2E} - Q_{2KE})$$

где:

$$Q_{2E} = \frac{2\pi D(x_1 - x_k)}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} \qquad (3)$$

$$Q_{2KE} = \beta * 4\pi R^2 * (x_K - x_\rho) \quad (4)$$

$$m = V * \rho = (\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}) * \rho \quad (5)$$

$$\rho = \rho_k + (\rho_н - \rho_к)\frac{x - x_к}{x_н - x_к} \quad (6)$$

Получим, следующее:

$$\frac{dX_K}{d\tau} = \frac{1}{(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}) * \rho}\left[\left((\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_н} - \frac{1}{d_в}} * (x_1 - x_K) - \beta * 4\pi R^2 * (x_k - x_p)\right)\right] \quad (7)$$

2) математическое описание первой оболочки винограда :

$$\frac{dX_K}{d\tau} = \frac{1}{(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}) * \rho}\left[\left((\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_н} - \frac{1}{d_в}} * (x_1 - x_K) - \beta * 4\pi R^2 * (x_k - x_p)\right)\right] \quad (8)$$

3) при формировании математического описания последующих i – x оболочек воспользуемся выражениями:

$$Q_{2E} = \frac{2\pi D(x_i - x_{i+1})}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} \quad (9)$$

$$Q_{2KE} = \frac{2\pi D(x_{i+1} - x_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}} \quad (10)$$

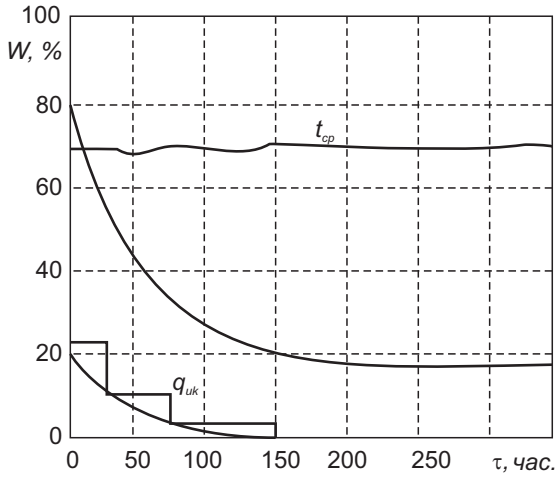
В итоге получим нижеследующее выражение:

$$\frac{dX_i}{d\tau} = \frac{1}{(\frac{4\pi R^3_{нар}}{3} - \frac{4\pi R^3_{внутр}}{3}) * \rho}\left[\left((\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} * (x_i - x_{i+1}) - \frac{2\pi D(x_{i+1} - x_{i+2})}{\frac{1}{d_{i+1}} - \frac{1}{d_{i+2}}}\right)\right] \quad (11)$$

4) математическое описание среднего слоя:

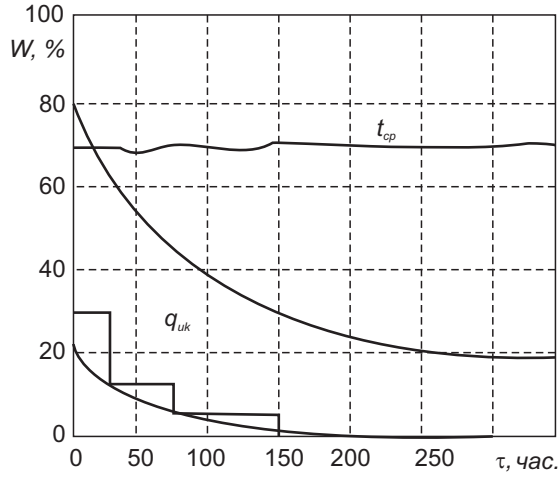
$$\frac{dX_5}{d\tau} = \frac{1}{(\frac{4\pi R^3}{3} * \rho)}\left[\left(-(\frac{2\pi D}{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_{i+1}}} * (x_i - x_{i+1})\right)\right] \quad (12)$$

При разработке классификации высушиваемых материалов внимание уделяем их структуре и видам связи с материалом. Термическое сопротивление материала и количество тепла, которое следует подвести к нему в процессе сушки для его нагрева, рассчитываем при помощи коэффициентов теплопроводности и теплоемкости, по плотности.



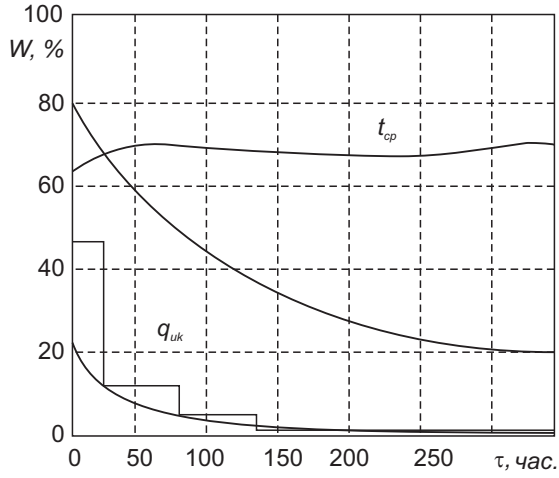
$d = 8мм$, $q_1 = 1{,}15\frac{кВт}{м^2}$, $q_2 = 0{,}53\frac{кВт}{м^2}$, $q_3 = 0{,}15\frac{кВт}{м^2}$,
$q_4 = 0{,}01\frac{кВт}{м^2}$, $\tau_1 = 24ч.$, $\tau_2 = 48ч.$, $\tau_3 = 72ч.$,
$\tau_4 = 292ч.$, $t_{вых} = 69{,}5°C.$

Рис. 1. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.



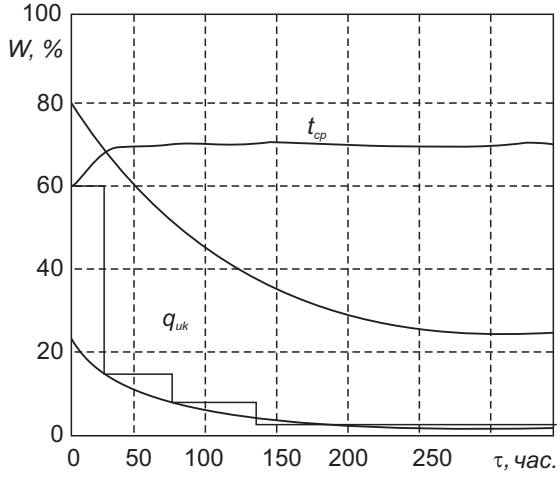
$d = 12мм$, $q_1 = 1{,}5\frac{кВт}{м^2}$, $q_2 = 0{,}7\frac{кВт}{м^2}$, $q_3 = 0{,}35\frac{кВт}{м^2}$,
$q_4 = 0{,}05\frac{кВт}{м^2}$, $\tau_1 = 24ч.$, $\tau_2 = 48ч.$, $\tau_3 = 72ч.$,
$\tau_4 = 292ч.$, $t_{вых} = 69{,}26°C.$

Рис. 2. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.



$d = 16мм$, $q_1 = 2{,}3\frac{кВт}{м^2}$, $q_2 = 0{,}8\frac{кВт}{м^2}$, $q_3 = 0{,}45\frac{кВт}{м^2}$,
$q_4 = 0{,}12\frac{кВт}{м^2}$, $\tau_1 = 24ч.$, $\tau_2 = 48ч.$, $\tau_3 = 72ч.$,
$\tau_4 = 292ч.$, $t_{вых} = 68{,}39°C.$

Рис. 3. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.



$d = 20мм$, $q_1 = 3\frac{кВт}{м^2}$, $q_2 = 0{,}9\frac{кВт}{м^2}$, $q_3 = 0{,}55\frac{кВт}{м^2}$,
$q_4 = 0{,}2\frac{кВт}{м^2}$, $\tau_1 = 24ч.$, $\tau_2 = 48ч.$, $\tau_3 = 72ч.$,
$\tau_4 = 292ч.$, $t_{вых} = 68{,}81°C.$

Рис. 4. Распределение влаги по слоям винограда в зоне конвективной ИК-сушки.

Анализ результатов, проведенных на компьютерных моделях, показывает возможность интенсификации процесса сушки виноградных материалов. Продолжительность процесса сушки может быть уменьшена до 12-14 суток. Это является в настоящее время предельным, меньше этого времени при обычных условиях осуществить процесс нормальной сушки невозможно.

Литература:

1. Гинзбург А.С., Савина И.М. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

2. Левитин И.Б. Применение инфракрасной техники в народном хозяйстве. – Л.: Энергоиздат, 1981.

3. Лыков А.В., Ауэрман Л.Я. Теория сушки коллоидных – капиллярно – пористых материалов пищевой промышленности. – М.: Пищепромиздат, 1976.

4. Рогов И.А..Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный и инфракрасный нагрев пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1976.

5. Ильясов С.Г., Красников В.В. Применение метода одновременного измерения терморадиационных характеристик к исследованию оптических свойств капиллярно-пористых коллоидных тел. // Труды МТИП. – М, 1988. – С.49-56.

6. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971.

7. Джураев Х.Ф., Юсупбеков Н.Р., Артиков А.А. и др. Промышленные испытания способа сушки дыни по схеме: вяление – конвективная сушка. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 3. – С.36 – 37.

Андижон машинасозлик институти,
Андижон давлат университети,
2013 йил 3 октябрда қабул қилинган
(Тақризчи: ф.-м.ф.д. А.Расулов)