

Обзор научно технической литературы по теплофизическим и структурно-механическим характеристикам пряноароматических трав, позволил определить аналитические зависимости для расчета этих параметров в процессе сушки.

Обработка опытных данных в широком интервале влажности позволила выбрать уравнение для определения плотности трав:

$$\rho = 1485 \frac{6,49 - 48W + p \cdot 10^{-6}}{28,46 - 213W + p \cdot 10^{-6}}, \quad (1)$$

где W – влажность травы, кг/кг; p – давление прессования, Па.

Так истинная плотность петрушки, высушенной сублимацией в среде гелия, азота и воздуха, соответственно равна 1340, 1520 и 1460 кг/м³.

Теплофизические характеристики петрушки, мяты, мелисы и укропа, полученные разными экспериментальными методами различаются незначительно. Удельную теплоемкость можно определить по формуле:

$$c = 1373 + 2814\omega, \quad (2)$$

Экспериментальные значения удельной теплоемкости петрушки (при влажности $\omega=0,65; 0,95$ и температуре 273...373°K) соответственно равны 3182 и 4061 Дж/(кг·K) и вычисленные по формуле (2), различаются не более чем на 0,6%. Теплопроводность и коэффициент температуропроводности пряноароматических трав в интервале влажности $\omega=0,796-0,892$ можно определить по формулам:

$$\lambda = 0,106 + 0,43\omega, \quad (3)$$

$$a \cdot 10^8 = 6,1 + 72\omega. \quad (4)$$

Представленные выше формулы позволяют рекомендовать уравнение для определения объемной теплоемкости трав в том же интервале:

$$c_v = 2737 + 1320\omega. \quad (5)$$

УДК 66.047

КИНЕТИКА СУШКИ ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКИХ ТРАВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Шуляк В.А., Девидович Д.В.

Могилевский государственный университет продовольствия
Могилев, Беларусь

Одна из областей, требующих дополнительных исследований - сушка лекарственных и пряноароматических трав. К ней предъявляются такие требования, как сохранность полезных свойств и летучих ароматических веществ, что достигается обычно естественной сушкой, которая длительна

и зависит от погодных условий. Качество сухих растительных материалов во многом зависит от отрицательного воздействия солнечной радиации. Высокотемпературная сушка сокращает длительность процесса, однако сухие продукты, получаемые при высоких температурах теряют вкусовые качества, в них снижается содержание витаминов и биологически активных компонентов. Для того, чтобы сократить время сушки и не потерять необходимые свойства нужно решить следующие задачи:

- исследовать физические свойства образцов высушиваемого растительного сырья;
- на основе полученных данных выбрать оптимальные режимы и время сушки;
- разработать конструкцию сушилки реализующей оптимальный режим сушки.

В данной работе представлены результаты лабораторных исследований четырех видов пряноароматических трав: мята перечная, Melissa лекарственная, петрушка огородная и укроп пахучий.

Для исследования физических свойств вышеуказанных трав применялась установка, состоящая из: сушильного шкафа с регулятором температуры, пружинных весов с подвешенным на них бюксом, и термометра.

Эксперимент проводился по следующей методике:

В сушильный шкаф подвешивался бюкс с влажным образцом. Через каждые 20 минут фиксировались показания пружинных весов. По данным опытов для каждого замера показаний пружинных весов определялся полный вес навески g вместе с бюксом g_0 , и по нему - вес влажного материала. Рассчитывалась влажность материала $\omega = W/G$. Строились графики зависимости $\omega = f(\tau)$. Определялось изменение скорости сушки $\Delta\omega/\Delta\tau$ в каждый отрезок времени. Для этого от каждого предыдущего значения вычиталось последующее значение влажности материала ($\Delta\omega = (\omega + \omega_{t-1})/2$) и определяют их среднее значение ($\omega^* = \Delta\omega/2$). Используя полученные данные, строились графики зависимости $\Delta\omega/\Delta\tau = f(\omega^*)$.

По результатам экспериментов были рассчитаны характеристики: влажность материала ω и построены графики зависимости $\omega = f(\tau)$, и скорость сушки $\Delta\omega/\Delta\tau$ и построены графики зависимости $\Delta\omega/\Delta\tau = f(\omega^*)$.

Для кривых сушки были с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа получены эмпирические зависимости:

1. для петрушки в интервале температур

$$t=50-60^\circ\text{C} : \quad \omega(\tau) = -3.3\tau^3 \cdot 10^{-8} + 1.4\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.17\tau + 100$$

$$t=60-70^\circ\text{C} : \quad \omega(\tau) = -1.9\tau^3 \cdot 10^{-7} + 3.9\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.24\tau + 85$$

$$t=70-80^\circ\text{C} : \quad \omega(\tau) = -1.6\tau^3 \cdot 10^{-7} + 3.9\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.31\tau + 97$$

2. для мяты:

$$t=50-60^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -4.2\tau^3 \cdot 10^{-8} + 1.8\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.22\tau + 98$$

$$t=60-70^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -2.1\tau^3 \cdot 10^{-7} + 3.9\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.24\tau + 75$$

$$t=70-80^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -6.4\tau^3 \cdot 10^{-7} + \tau^2 \cdot 10^{-3} - 0.47\tau + 99$$

3. для мяты:

$$t=50-60^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -2.2\tau^3 \cdot 10^{-7} + 4\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.23\tau + 76$$

$$t=60-70^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -2.3\tau^3 \cdot 10^{-7} + 4\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.24\tau + 97$$

$$t=70-80^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -4.2\tau^3 \cdot 10^{-7} + 7.1\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.35\tau + 97$$

4. для укропа:

$$t=50-60^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -1.9\tau^3 \cdot 10^{-8} + 1.2\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.16\tau + 100$$

$$t=60-70^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -3.5\tau^3 \cdot 10^{-7} + 5.8\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.27\tau + 74$$

$$t=70-80^{\circ}\text{C} : \omega(\tau) = -1.6\tau^3 \cdot 10^{-7} + 3.9\tau^2 \cdot 10^{-4} - 0.31\tau + 97$$

Исходя из полученных графиков скорости сушки, были определены такие параметры, как критическая и равновесная влажность $\omega_{кр}$ и ω_p . Эти параметры сведены в таблицу:

Критическая и равновесная влажности трав.

	Петрушка		Мята		Мелиса		Укроп	
	$\omega_{кр},\%$	$\omega_p,\%$	$\omega_{кр},\%$	$\omega_p,\%$	$\omega_{кр},\%$	$\omega_p,\%$	$\omega_{кр},\%$	$\omega_p,\%$
50-60	55	50	48	35	45	25	63	30
60-70	62	35	45	30	39	35	39	25
70-80	32	28	49	18	30	25	44	12

На основании полученных данных можно подобрать оптимальные режимы и время сушки для высушиваемого сырья, чтобы получить оптимальный по свойствам конечный продукт.

УДК 621.926

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В АППАРАТАХ С ВИНТОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Березюк Д.И., Шуляк В.А.

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»
Могилев, Беларусь

Сушильные аппараты с винтовыми рабочими органами были разработаны в Могилевском государственном университете продовольствия с целью получения тонкодисперсных пищевых порошков из растительного сырья. Аппараты предполагают комплексную