



МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНОГРАДА

Тоиров З.

Бухарский инженерно технологический институт, Бухара, Узбекистан

Аннотация. Знание теплофизических характеристик (ТФХ) как объектов исследования крайне необходимо для выбора оптимальных режимов сушки. Они также являются основой для расчета, регулирования и автоматизации производственных процессов сушки. Знание ТФХ важно для анализа перемещения тепла и влаги внутри материала и взаимодействия его с окружающей средой, а также при обработке экспериментальных исследований тепла, это массопереноса в критериальной форме. В работе рассматривается методика и результаты исследования коэффициента температуро – проводности, удельной теплоёмкости и насыпной массы винограда в зависимости от его температуры и влажности.

Ключевые слова: теплопроводность, теплоёмкость, температуропроводность, насыпная масса, темп нагрева и охлаждения, термопарра, микрокалориметр, эталон, влажность.

UZUMNING ISSIQLIK-FIZIK XUSUSIYATLARINI O'RGANISH USULLARI VA NATIJALARI

Toirov Z.

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, Buxoro, O'zbekiston

Annotatsiya. Optimal quritish rejimlarini tanlash uchun tadqiqot obyekti sifatida termofizik xususiyatlarni, tartibga solish va avtomatlashtirish uchun asosdir. Bu kattaliklarni bilish juda zarur. Ular, shuningdek, quritish ishlab chiqarish jarayonlarini hisoblash, tartibga solish va avtomatlashtirish uchun asosdir. Mahsulotlarni issiqlik radiatsion xarakteristikalarini bilish, material ichidagi issiqlik va namlikning harakatini va uning atrof – muhit bilan o'zaro ta'sirini tahlil qilish, shuningdek, issiqlik va massa o'tkazuvchanligini mezon shaklida eksperimental tadqiqotlarni qayta ishlash uchun muhimdir. Maqolada uzumning harorati va namligiga qarab harorat koeffitsiyenti-o'tkazuvchanlik, solishtirma issiqlik va massa massasini o'rganish metodologiyasi va natijalari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: issiqlik o'tkazuvchanligi, issiqlik sig'imi, issiqlik tarqalishi, massa massasi, isitish va sovutish tezligi, termojuft, mikrokalorimetr, standart, namlik.

METHOD AND RESULTS OF STUDYING THE THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF GRAPES

Toirov Z.

Bukhara Engineering and Technology Institute, Bukhara, Uzbekistan

Annotation. Knowledge of thermophysical characteristics (TPC) as objects of research is extremely necessary to select the optimal drying modes. They are also the basis for calculating, regulating and automating drying production processes. Knowledge of TPC is important for analyzing the movement of heat and moisture inside the material and its interaction with the environment, as well as for processing experimental studies of heat and mass transfer in a criterial





form. The paper discusses the methodology and results of the study of the coefficient of temperature – conductivity, specific heat and bulk weight of grapes, depending on its temperature and humidity.

Keywords: thermal conductivity, heat capacity, thermal diffusivity, bulk mass, heating and cooling rate, thermocouple, microcalorimeter, standard, humidity.

К основным коэффициентам переноса тепла относятся теплопроводность λ , теплоемкость C и температуропроводность α . Связь между ними устанавливается общеизвестной формулой

$$\alpha = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (1)$$

где ρ – удельная насыпная масса исследуемого материала, кг/м³.

Некоторые ТФХ плодов и винограда приведены в [1-3], но в этих характеристиках винограде рассматривался как объект сушки.

Зависимость ТФХ винограда от температуры и влажности выявляли на основании методов регулярного режима 1 рода [4,5].

К преимуществам методов регулярного режима относятся строгая теоритическая обоснованность, простота экспериментального оформления, достаточная точность (до $\pm 5\%$), независимость расчетных формул от координат измерения температуры внутри материала.

Для определения коэффициента температуропроводности и теплоемкости C выбран принцип нагрева, а не охлаждения, так как виноград – теплочувствительный материал предварительный разогрев его может вызвать физико-химические изменения, что приведет к определенной погрешности.

Для определения коэффициента температуропроводности собрана экспериментальная установка (рис.1), состоящая из калориметра 1, представляющего собой герметически закрывающийся полый цилиндр из дюралюминия, внутри последнего помещается исследуемый материал. Калориметр 1 находился в термостате 2(ц 10) с быстроперемешиваемой водой, в этом случае темп охлаждения велик и $m \rightarrow m_{\text{ж}}$. Для измерения разности температур между температурой материала в точке M и температурой окружающей среды использованы дифференциальная хромель – копельвая термопара 3 с сечением провода 0,3 мм и потенциометр 4 (EZ - 2) с пределом измерений 0 1,0 мВ. Внутренние размеры калориметра следующие: $\phi=40\text{мм}$, $Z=60\text{мм}$ (как рекомендовано в [4], толщина стенок 2 мм. Так как объем термостата (U 10) 12 л, то при измерении темпа нагрева исследуемого материала начальная разность температур между материалом и окружающей средой не превышала 15⁰С). Калориметр позволяет установить только температуропроводность материала, для определения теплоемкости мы использовали микрокалориметры.

Из анализа регулярного режима следует, что при малых размерах цилиндров одного эталонного материала с известной теплоемкостью оболочки C^1 и малых α , т.е. при охлаждении (нагрева) в спокойном воздухе можно найти полную теплоемкость навески P материала простым сравнением темпов охлаждения m_N и m эталонного цилиндра с исследуемым веществом

$$C=c_p \left(\frac{m_N}{m} C_N - C^1 \right) \Psi \quad (2)$$

Здесь Ψ вычисляется по формуле

$$\Psi = 1 - \frac{R^2}{8} \cdot \frac{m}{\alpha} \quad (3)$$

где R – внутренний радиус цилиндра с материалом, м;

α – температуропроводность исследуемого материала, м²/с.

Для определения теплоемкости винограда собрана установка (рис.2), состоящая из эталонного микрокалориметра 1, изготовленного из красной меди, закрывающегося пустотелого микрокалориметра 2 с исследуемым материалом использованы дифференциальное хромель - копельвые термопары 3 и микроамперметры М-95-4.

Размеры эталонного микрокалориметра и с исследуемым материалом $\phi=22$ мм, $Z=66$ мм, т.е. в соотношении 1:3 (как рекомендована в [5]).

В качестве материалов для исследования ТФХ взяты кишмиш черный и нимранг. Насыпная масса исследуемых материалов определялась обычным взвешиванием калориметров. Эти зависимости показаны на рис.6.

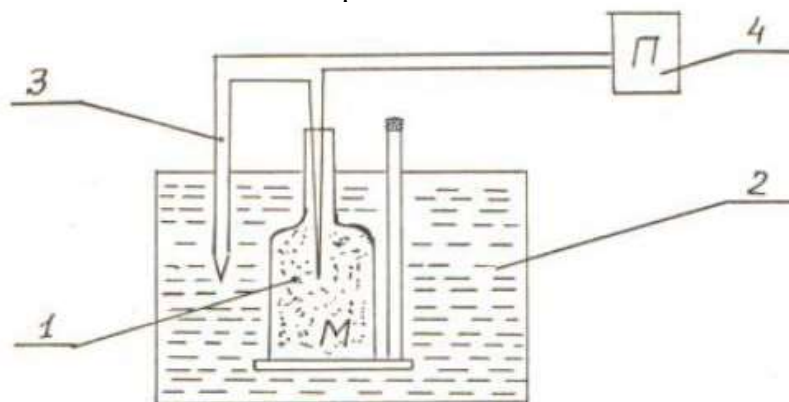


Рис.1. Схема экспериментальной установки для определения коэффициента температуропроводности методом регулярного режима 1 рода.

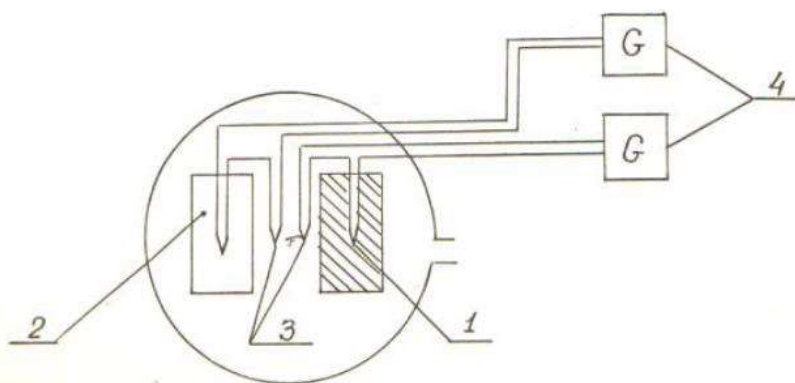


Рис.2. Схема экспериментальной установки для определения удельной теплоемкости материала регулярного режима 1 рода.

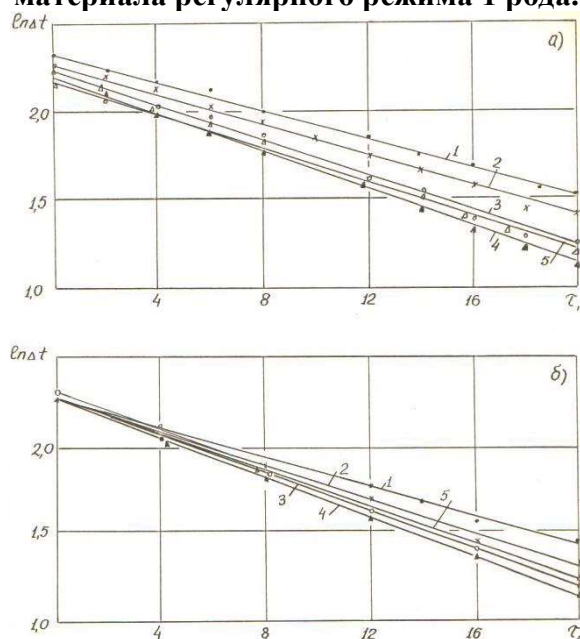


Рис.3. Зависимость темпа нагрева винограда при различных температурах окружающей среды:



а – кишмиш черный; при влажности $W=24\%$ 1 - • при $t_c=33$;
 2 - × при $t_c=43$; 3 - ° при $t_c=52$; 4 - ▲ при $t_c=65$; 5 - Δ при $t_c=75$;
 б – нимранг; при влажности $W=25\%$ 1 - • при $t_c=33$; 2 - × при $t_c=45$; 2 - × при $t_c=45$; 3 - ° при $t_c=55$; 4 - ▲ при $t_c=65$; 5 - Δ при $t_c=75$.

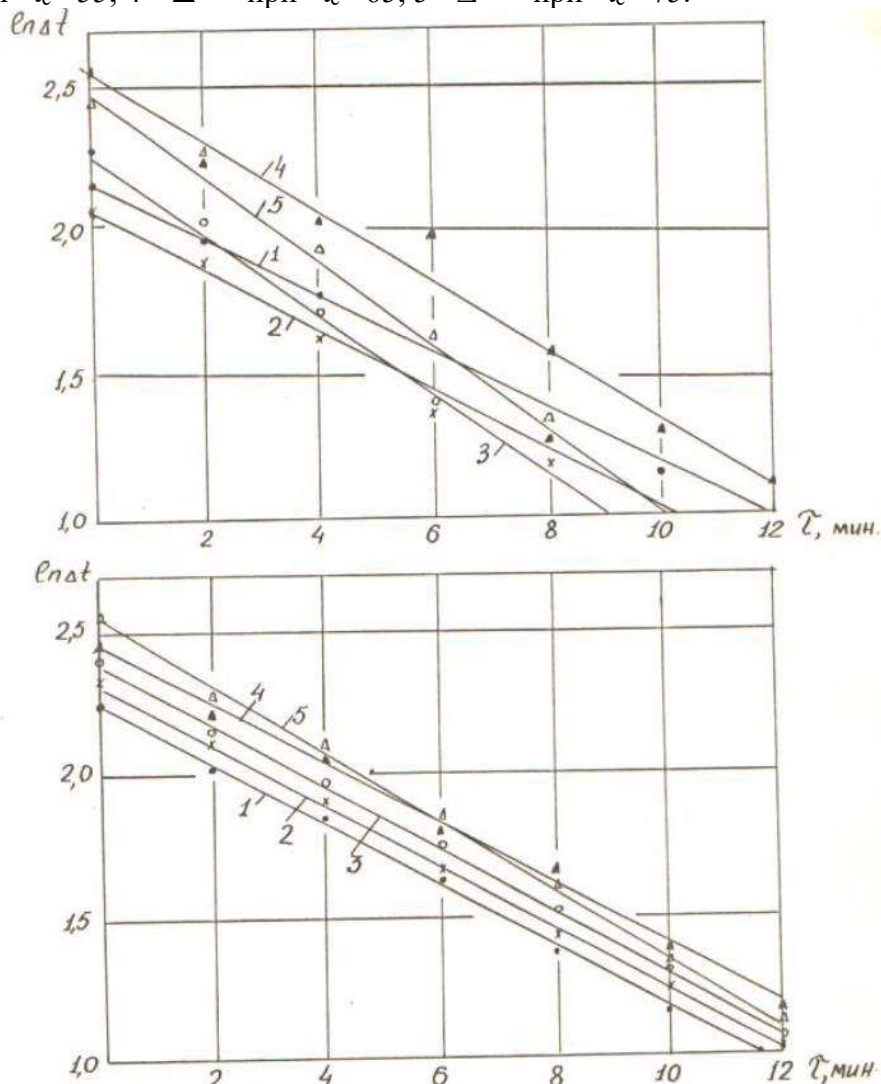


Рис. 4. Зависимость темпа нагрева винограда при различных температурах окружающей среды:

а – нимранг при влажности $W=70\%$

б – кишмиш черный при влажности $W=68\%$ 1 - • при $t_c=32$;

2 - × при $t_c=45$; 3 - ° при $t_c=55$; 4 - ▲ при $t_c=65$; 5 - Δ при $t_c=75$.

На рис.3 и 4 представлены зависимости темпа нагрева винограда в различных температурах окружающей среды; на рис.5а,б- зависимости коэффициента температуропроводности винограда при $t=30\div 80^{\circ}\text{C}$.

При влажности винограда 67-75% коэффициент температуропроводности с увеличения температуры возрастает от $0,1 \cdot 10^{-7}$ до $1,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, при температуре материала 70°C достигает максимума, при дальнейшем увеличении температуры падает (рис.5.).

При влажности винограда 22-25% коэффициент температуропроводности с увеличения температуры материала возрастает от $(3,9\div 4,3) \cdot 10^{-8}$ до $(5,3\div 5,4) \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$, при температуре материала порядка $60\text{-}65^{\circ}\text{C}$ достигает максимума. С дальнейшим увеличением температуры коэффициент температуропроводности как для черного, кишмиша, так и для нимранга падает.

На рис.7 показана зависимость теплоемкости винограда от влажности. Зависимость носит прямолинейный характер и может быть описана следующим уравнением:

$$C=C_{cb}+KW \tag{4}$$



Функциональная зависимость теплоемкости от влажности определялась с использованием (2.12) и для винограда имела вид

$$C=1,25+0,29W \quad [\text{кДж/кг}] \quad (5)$$

(W – влажность материала по отношению к общему весу, %).

Вышеизложенное свидетельствует о том, что при температуре порядка $60 - 65^{\circ}\text{C}$ в винограде с достаточным содержанием влаги имеет место эндотермический физико – химический процесс, т.е. процесс, связанный с поглощением тепла. Таким процессом является клейстеризация винограда. Это впервые обнаружено А.Кюнцем, Донером и В.И.Назаровым., В.И.Назаров исследовал кинетику нагрева влажного крахмала регистрирующим пирометром Н.С.Курнакова. Установлено, что процесс клейстеризации сопровождается отрицательным тепловым эффектом [6].

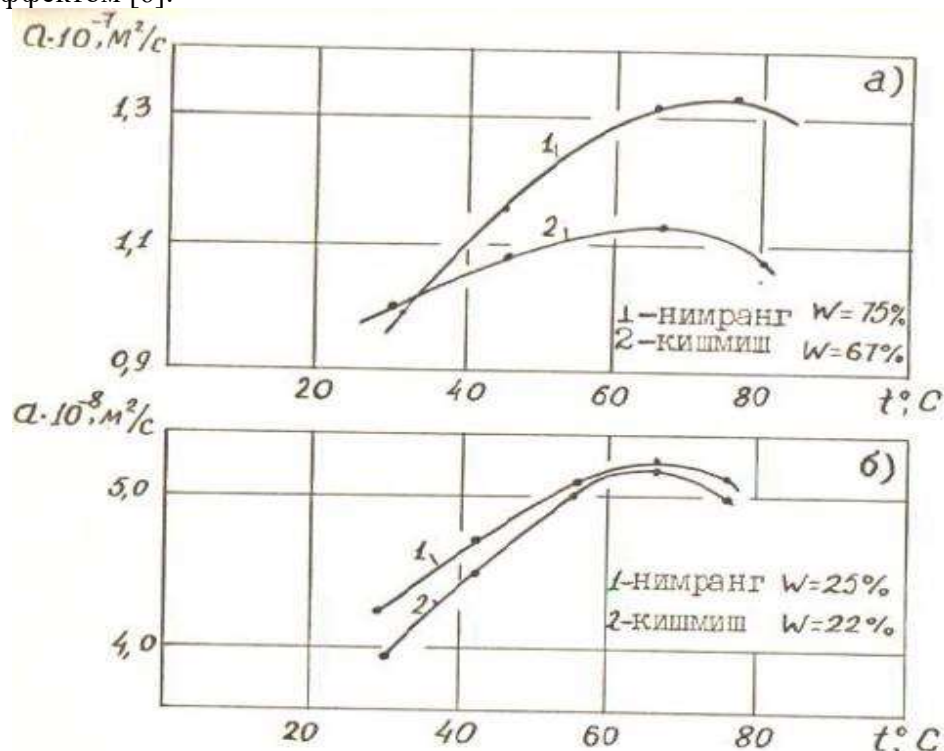


Рис.5. Зависимость коэффициента температуропроводности винограда от температуры.

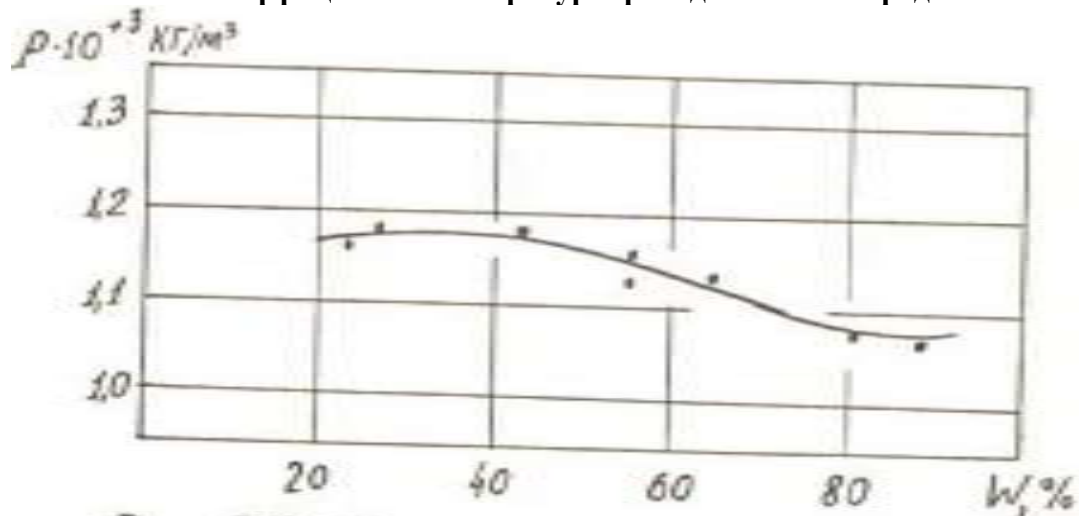


Рис.6. Зависимость насыпной массы винограда от влажности.

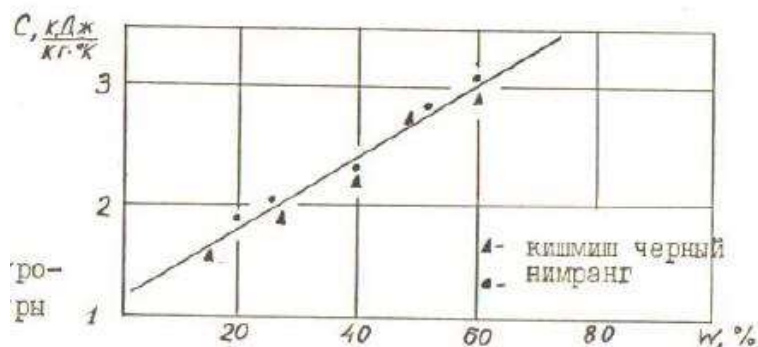


Рис.7. Зависимость теплоемкости винограда от влажности.

Из рис.(3-7) следует, что характер изменения температуропроводности и теплоемкости в зависимости от влажности винограда для кишмиша черного и нимранга одинаков. Это объясняется тем, что физико – химические свойства винограда одинаковы.

Таким образом, зависимость температуропроводности и теплоемкости от температуры имеет точку перегиба при $t = 60 - 65^{\circ}\text{C}$, что объясняется началом процесса клейстеризации. Отсюда максимально допустимая температура влажного винограда при сушке $60 - 65^{\circ}\text{C}$.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Хусаинов У.Г. Изменение влаги в сушеных абрикосах, винограде и яблоках от влажности воздуха в хранилищах. “Консервная и овоще – сушильная промышленность”, 1977, № 10, с.137.
2. Чубик Н.А., Маслов А.М. Справочник по теплофизическим константам пищевых продуктов и полуфабрикатов. –М.: Изд-во “Пищевая промышленность” 1965, с.116
3. Моисеев А.М. Теплопроводность яблочного и виноградного сока. “Консервная и овощесушильная промышленность”, 1963, №11, с.16-17.
4. Кондратьев Г.М. Регулярный тепловой режим. –М.: Гостехиздат, 1954, с.400-410.
5. Кондратьев Г.М. Тепловые измерения. М. –Л., Машгиз, 1957, с.57
6. Тоиров З. «Повышение Эффективности гелиоконвективной сушки плодов» винограда (На примере плодов и винограда произрастающих в Узбекистане): Дисс. соискание уч.степене кан.тех.наук. Тошкент 1986 с.38-46