

2. Мамонов, Р.А. Технология заготовки и подготовки пчелиных сотов к промышленной переработке на пергу и восковое сырье / Р.А. Мамонов, Т.В. Торженнова // Вестник Рязанского ГАУ им. П.А. Костычева. – 2013. – № 2. – С. 30–33.

3. Гинзбург, А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справочник / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская // Пищевая промышленность. – Москва, 1990. – 288 с.

4. Кондратьев, Г.М. Регулярный тепловой режим / Г.М. Кондратьев. – М. : 2003. – 408 с.

5. Кондратьев, Г.М. Тепловые измерения / Г.М. Кондратьев. – Л. : 1957. – 244 с.

6. Чудновский, А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов / А.Ф. Чудновский. – М. : Физматгиз. 1962. – 407 с.

**Summary.** This article examines the changes in the thermophysical properties of bee bread granules in a loose state depending on their moisture content. The aim of the study was to establish a functional relationship between the thermophysical characteristics (specific heat capacity, thermal conductivity, and thermal diffusivity) and the density of bee bread as a function of moisture content.

УДК 53.08.001.57

**Садықова А.Қ.<sup>1</sup>**, докторант;

**Ниязбаев А.Қ.<sup>2</sup>**, PhD;

**Дауренова И.М.<sup>2</sup>**, докторант;

**Тойбазар Д.М.<sup>1</sup>**, докторант;

**Калиев А.М.<sup>1</sup>**, магистрант

<sup>1</sup>*Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,  
г. Алматы, Республика Казахстан,*

<sup>2</sup>*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,  
г. Алматы, Республика Казахстан,*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ, ТЕПЛОЕМКОСТИ И ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ СОЕВОЙ ОКАРЫ**

**Аннотация.** В статье представлены: значение использования соевой окары как высокобелковые (до 27 %) добавки к пищевым (для кондитерской продуктом) и кормовым продуктам; пути получения соевой окары и ее влагосодержание, теплофизические характеристики. Из-за невозможности хранения соевой окары в продолжительное время с высоким содержанием влаги до 76 % (кроме замораживания) требуется подвергать к тепловой обработке, не нарушая питательные свойства. Для обоснования параметров и режимов термической обработки путем тепловых расчетов процесса сушки были изучены теплофизические свойства (теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность) и плотность соевой окары.

**Abstract.** The article presents: the importance of using soy okara as high-protein (up to 27 %) additives to food (for confectionery products) and feed products; ways to obtain soy okara and its moisture content, thermophysical characteristics. Due to the impossibility of storing soy okara for a long time with a high moisture content of up to 76 % (except freezing), it is required to be subjected to heat treatment without violating the nutritional properties. To substantiate the parameters and modes of heat treatment by thermal calculations of the drying process, the thermophysical properties (heat capacity, thermal conductivity and thermal conductivity) and the density of soy okara were studied.

**Ключевые слова.** Теплофизические свойства, шаровой бикалориметр, соевая окара, теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность.

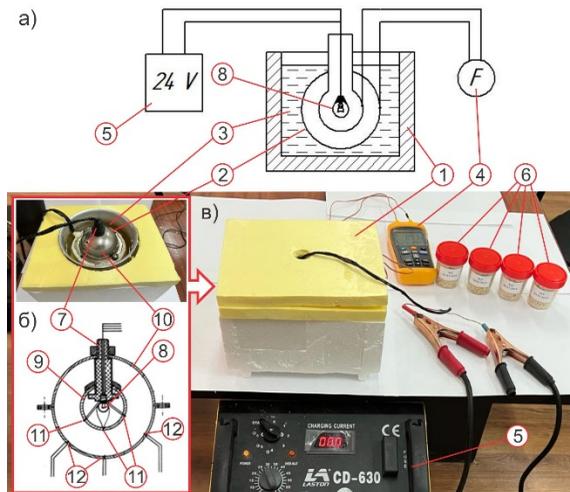
**Keywords.** Thermophysical properties, ball bicalorimeter, soy okara, thermal conductivity, heat capacity, thermal diffusivity.

За последнее десятилетие в мире значительно возрос интерес к использованию растительных белков в пищевых продуктах из-за легко переносимости человеческого организма. Соевые бобы являются важным компонентом рационов для людей, скота и птицы. По своему аминокислотному составу белковый комплекс сои практически не уступает мясу, что делает её одним из наиболее важных растительных источников протеина [1, 2]. Один из продуктов, получаемых при переработке соевых бобов, представляет собой соевый пищевой обогатитель, известный как окара. Этот продукт представляет собой концентрат высококачественного белка и пищевой диетической клетчатки, который производится путем фильтрации соевого экстракта [3]. Окара применяется при производстве различных пищевых продуктов в качестве: основы для производства соевой пасты и соевой икры; добавок в пищевые полуфабрикаты (мясные, рыбные, овощные и т.д.); добавок в кулинарные изделия [4]. В связи с тем, что свежая соевая окара сильно обводнена (влажность 80–85 %) и имеет ограниченный срок хранения (120 часов при температуре  $4 \pm 2$  °C), целесообразно использовать методы, которые позволили бы увеличить срок годности соевого обогатителя, поэтому применяют различные способы консервации, такие как сушка, вяление, замораживание [5].

Научная новизна работы заключается в выявлении закономерности влияния влажности на теплофизические свойства и плотности соевой окары.

Целью исследования является установление функциональных зависимостей теплофизических характеристик и плотности соевой окары от ее влажности. Для достижения этой цели следует выполнить следующие задачи: выбор схемы и комплектование оборудования и приборов для исследования теплофизических констант и плотности; составление методики проведения экспериментальных исследований; проведение исследований и обработка результатов экспериментальных данных.

На рисунке 1 (б), показана схема бикалориметра, используемого для измерения теплофизических характеристик соевой окары.



*а* – электрическая схема установки; *б* – общий вид и схема шарового бикалориметра;  
*в* – общий вид приборов для эксперимента;

- 1 – термостат; 2 – шаровой бикалориметр; 3 – трансформаторное масло;  
 4 – термометр «Fluke»; 5 – источник питания, 6 – соевая окара, разной влажности;  
 7 – эбонитовый стержень; 8 – электрическая лампа; 9 – внутренний шар;  
 10 – наружный шар; 11, 12 – внутренние и наружные термопары

Рисунок 1 – Общая конфигурация установки для анализа теплофизических свойств соевой окары

Прибор состоит из двух медных тонкостенных шаров с общим центром. Внутренний шар оснащен электрической лампочкой, создающей тепловой поток, в то время как внешний шар выполняет функцию изоляции. Пространство между шарами заполняется соевой окарой. Для измерения температуры внешней и внутренней поверхностей шаров используется термометр «Fluke». После загрузки бикалориметр помещается в термостат с трансформаторным маслом, где температура поддерживается постоянной. Температурные изменения записываются через каждую минуту после опускания бикалориметра в термостат.

Коэффициент теплопроводности, исследуемой соевой окары был рассчитан при помощи данной формулы:

$$\lambda = \frac{Q \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)}{4\pi(t_{c1} - t_{c2})}, \quad (1)$$

где  $Q$  – тепловой поток, проходящий от внутренней поверхности к внешней поверхности шарового слоя соевой окары, Вт;

$R_1, R_2$  – радиусы внутренней и внешней сферических поверхностей, м;

$t_{c1}, t_{c2}$  – температуры внутренней и внешней поверхностей шарового слоя, К.

Коэффициент теплоемкости определялся по формуле:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}, \quad (2)$$

где  $Q$  – тепловой поток, проходящий от внутренней поверхности к внешней поверхности шарового слоя соевой окары, Вт;

$m$  – масса исследуемой соевой окары, кг;

$\Delta T$  – разность температур, внутренней и внешней поверхностей шарового слоя, К.

По известным значениям теплопроводности и теплоемкости определялся коэффициент температуропроводности:

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (3)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

$c$  – коэффициент теплоемкости, кДж/(кг·К);

$\rho$  – плотность исследуемой соевой окары, кг/м<sup>3</sup>.

На рисунках 2–4 представлены графики уравнений второго порядка, отражающие зависимости теплофизических свойств и плотности соевой окары от ее влажности. Можно заметить, что с увеличением влажности удельная теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и плотность соевой окары также возрастают. Наличие достаточного количества влаги в порах материала способствует для лучшей передаче теплообмена. Это означает, что в противоположенном случае, т. е. по мере удаления влаги из продукта теплообмен затрудняется, следовательно, энергетическая потребность в этом процессе возрастает. С увеличением значения влажности от 28 % до 76 % также числовые значения удельной теплоемкости возрастает от 0,199 до 0,211 кДж/(кг·К), как показано на рисунке 2. С изменением плотности соевой окары от 403 до 1096 кг/м<sup>3</sup> наблюдается увеличение коэффициентов теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности. Это обусловлено тем, что при низкой плотности материала теплообмен происходит главным образом за счет конвекции воздуха в порах. По мере увеличения плотности поры уменьшаются, и тепло передается через твердые частицы материала или влагу, заполняющую поры.

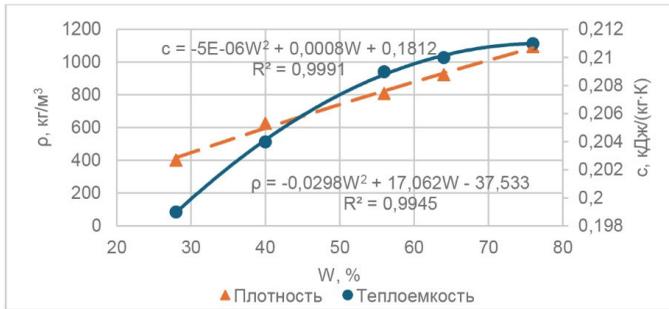


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента теплоемкости и плотности соевой окаты от ее влажности

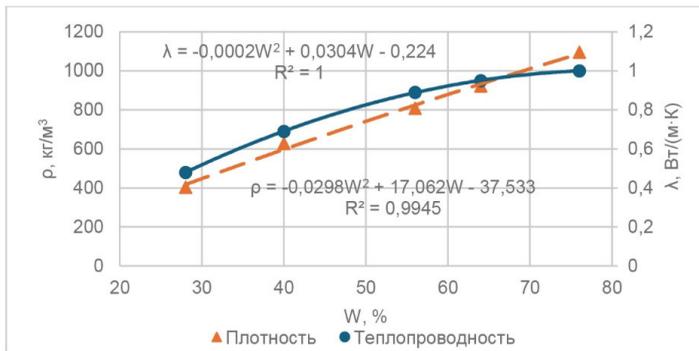


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента теплопроводности и плотности соевой окаты от ее влажности

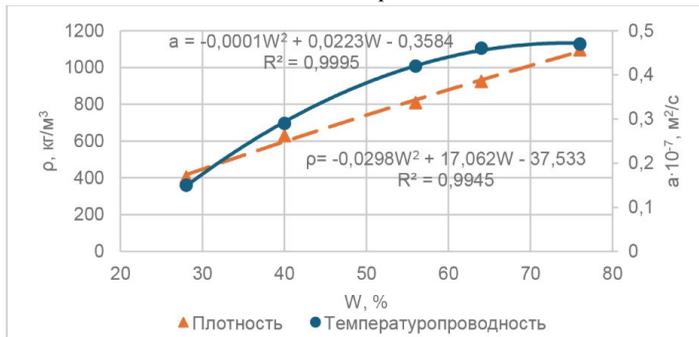


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента температуропроводности и плотности соевой окаты от ее влажности

Полученные результаты могут быть использованы для производственных процессов и разработки новых оборудований для термической обработки

соевой окары и аналогичных пищевых материалов. Полученные данные в представленном материале «Определение теплофизических свойств методом шарового бикалориметра» являются новыми, так как исследование теплофизических характеристик проводилось для соевой окары до температуры 80°C, где разложение полезных компонентов исключаются. Данные пределы температуры выбраны для установления значения теплофизических констант умеренного режима тепловой обработки в сушильной установке соевой окары с целью сохранения питательных веществ. Это позволяет использование высокобелкового сушеного продукта в кондитерской и пищевой промышленности. Методика измерения параметров с использованием термометра «Fluke» с термопарами позволило получить более достоверные результаты и упрощает комплектацию измеряемого оборудования. Это подчеркивает важность развития новых методик при проведении исследований аналогичных материалов.

#### **Список использованной литературы**

1. Сидорик, И.В. Агрэкологическая оценка сои в условиях Костанайской области / И.В. Сидорик, С.В. Дидоренко, А.В. Зинченко // Материалы Международной науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки. – Ч. 1. – С. 163–169.
2. Singh, V.K. Phenolic content in okara / V.K. Singh, A. Kulia, G. Yadav, V. Baneerje // Food Technol. Biotechnol. – 2012. – V. 9. – pp. 32– 38.
3. Храмов, А.Г. Компонентный состав и пребиотические свойства соевой пищевой окары / А.Г. Храмов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 4. – С. 50–53.
4. Тюрина, Л.Е. Использование и переработка сои : учеб. пособие / Л.Е. Тюрина // Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 90 с.
5. Кузнецова, А.А. Использование биомодифицированной соевой окары в технологии пищевой продукции / А.А. Кузнецова [и др.] // Пищевая промышленность. 2014. – 108 с.

**Summary.** The article presents: the importance of using soy okara as high-protein (up to 27 %) additives to food (for confectionery products) and feed products; ways to obtain soy okara and its moisture content, thermophysical characteristics

УДК 628.5: 637.6

**Жаркова Н.Н.**, старший преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

### **МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ БАКТЕРИЦИДНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИКРООРГАНИЗМЫ**

**Аннотация.** В статье отражена суть механизма действия бактерицидного ультрафиолетового излучения на микроорганизмы.