

Разработанная технология и технические средства с использованием солнечной энергии являются более приемлемыми из-за низкой затратой энергии и простотой конструкции, что позволит окупить себестоимость в течение одного сезона.

Список использованной литературы

1. <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/istoriya/pochemu-pchely-neobkhodimy-lyudyam-i-planete>
2. <https://eldala.kz/specproekty/1609-medovye-reki-kazahstana>
3. Технические условия Межгосударственный стандарт, Москва Стандартинформ 2013
4. <https://www.undp.org/ru/belarus/stories/nauka-innovacii-i-tvorcheskiy-podkhod-pomogayut-pchelovodstvu-stat-motivatorom-razvitiya-selskogo-predprinimatelstva>
5. <https://tea.ru/article/chem-perga-luchshe-i-poleznee-myeda-i-kak-eye-edyat/>
6. Актинометрические данные как основа для оценки ресурсов солнечной энергий <https://www.kaznu.kz/content/files/pages/folder26971/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%208.pdf>

Summary. Existing technologies and technical means of production for the production of bee products, including feathers, are not acceptable for beekeepers of the republic due to the high cost of equipment for energy consumption. The developed technology and technical means using solar energy are more acceptable due to low energy costs and simplicity of design, which will allow you to recoup the cost in one season.

УДК 631.363.258/638.178

Тойбазар Д.М.¹, докторант;
Дауренова И.М.², докторант;
Сапарғали А.Ж.³, докторант;
Ниязбаев А.К.², PhD,

¹*Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева,
г. Алматы, Республика Казахстан,*

²*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
г. Алматы, Республика Казахстан,*

³*Алматинский технологический университет,
г. Алматы, Республика Казахстан,*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРАНУЛ ПЕРГИ

Аннотация. В данной работе представлено изменение теплофизических свойств перговых гранул в сыпучем состоянии в зависимости от их влажности. Целью исследований было установить функциональную зависимость между теплофизическими характеристиками (теплоемкостью, теплопровод-

ностью и температурапроводностью) и плотностью пчелиной перги от влажности. Для изучения использовался шаровой бикалориметр. Температура на границах образцов измерялась термометром “Fluke”, а влажность определялась влагомером “Sartorius MA 37” для разных уровней влагосодержания, пригодных для хранения по стандарту. Исследование показало, что при влажности перги от 11,9 % до 19,5 % ее теплопроводность варьируется от 0,67 до 0,96 Вт/(м·К), теплоемкость – от 0,16 до 0,28 кДж/(кг·К), а температурапроводность – от $0,0356 \cdot 10^{-7}$ до $0,0372 \cdot 10^{-7}$ м²/с.

Abstract. 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. A spherical bicalorimeter was used for the measurements. The temperature at the sample boundaries was measured using a "Fluke" thermometer, and the moisture content was determined using a "Sartorius MA 37" moisture analyzer for various levels of moisture suitable for storage according to the standard. The study showed that for bee bread with a moisture content ranging from 11,9 % to 19,5 %, its thermal conductivity varies from 0,67 to 0,96 W/(m·K), specific heat capacity ranges from 0,16 to 0,28 kJ/(kg·K), and thermal diffusivity ranges from $0,0356 \cdot 10^{-7}$ to $0,0372 \cdot 10^{-7}$ m²/s.

Keywords. Thermophysical properties, ball bicalorimeter, bee bread, thermal conductivity, heat capacity, thermal diffusivity.

Ключевые слова. Перговые гранулы, теплотехнические характеристики, шаровой бикалориметр, теплопроводность, теплоемкость, температурапроводность.

Пчелиная перга, смесь пыльцы, секретов пчел и небольшого количества нектара, представляет собой уникальное природное вещество, которое привлекает внимание своими ценными свойствами и богатым составом микроэлементов, полезных для организма человека. Процесс формирования пчелиной перги начинается со сбора пчелами цветочной пыльцы, ее смешивания с секретами и ферментами, а затем ферментативного превращения в улье. Одной из ключевых особенностей пчелиной перги является ее разнообразный биологический активный состав, включающий в себя витамины (группы В, С, Е), минералы (кальций, магний, калий), аминокислоты, флавоноиды, антиоксиданты и другие питательные вещества [1, 2]. Исследования подтверждают ее способность укреплять иммунитет, защищать клетки от окислительного стресса, а также улучшать общее состояние организма, включая энергию, пищеварение, стрессоустойчивость и качества сна [3, 4, 5]. Для хранения гранулы перги необходимо сушить до влажности 10–12 %. Для обоснования параметров и режимов сушильной установки важно знать теплофизические свойства этого продукта.

Цель данного исследования состоит в выявлении функциональных зависимостей между теплофизическими характеристиками и влажностью пчелиной перги [6].

На рисунке 1 (а) представлен общий вид установки. Это устройство состоит из двух медных сферических резервуаров – внешней сферы и внутренней сферы, объединенных общим центром. Внешний диаметр внутренней сферы составляет 77,6 миллиметра, а внутренний диаметр внешней сферы – 42,3 миллиметра. Пространство между сферами заполняется исследуемой пчелиной пергой. Перед определением их теплофизических свойств проводился анализ влажности при помощи анализатора влажности «Sartorius» (рисунок 2 (а, б)). В рамках эксперимента использовались пять образцов одной массы пчелиной перги с различной влажностью (рисунок 2 (в)).

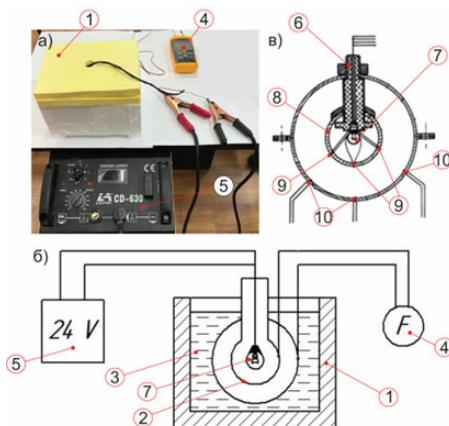
Плотность пчелиной перги рассчитывалась по следующей формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где ρ – плотность пчелиной перги, кг/м³;

m – масса пчелиной перги в фиксированном объеме, кг;

V – объем пчелиной перги, м³.



а – общий вид установки; б – электрическая схема установки;

в – схема шарового бикалориметра;

1 – термостат; 2 – шаровой бикалориметр; 3 – трансформаторное масло;

4 – термометр «Fluke»; 5 – источник питания, 6 – эбонитовый стержень;

7 – электрическая лампочка; 8 – внутренний шар;

9, 10 – внутренние и наружные термодары

Рисунок 1 – Общий вид установки для определения теплофизических свойств пчелиной перги



a, б – общий вид влагомера «Sartorius MA-37»;
в – пчелиная перга разной влажности

Рисунок 2 – Устройство определяющий влажность пчелиной перги

Объем, при изменяющейся плотности, определялся с использованием стандартного пикнометрического метода. В рамках эксперимента также оценивалось влияние влажности материала на объемную массу. Помимо измерения объема и оценки влияния влажности материала на его объемную массу, были предприняты дополнительные шаги для обеспечения точности результатов. Все измерения производились при стандартных условиях, что включало контроль температуры и давления. Для проверки точности измерений проводились повторные эксперименты, а также проверялась калибровка используемого оборудования.

Коэффициент теплопроводности пчелиной перги был вычислен с использованием следующей формулы:

$$\lambda = \frac{Q \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)}{4 \pi (t_{c1} - t_{c2})}, \quad (2)$$

где Q – тепловой поток, проходящий от внутренней поверхности к внешней поверхности шарового слоя пчелиной перги, Вт;

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

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

Тепловой поток определялся по расходу электроэнергии в лампочке, как:

$$Q = W, \quad (3)$$

где W – мощность, потребляемая лампочкой, Вт.

Коэффициент теплоемкости определялся по формуле:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}, \quad (4)$$

где Q – тепловой поток, проходящий от внутренней поверхности к внешней поверхности шарового слоя пчелиной перги, Вт;

m – масса исследуемой пчелиной перги, кг;

ΔT – разность температур, внутренней и внешней поверхностей шарового слоя, °С.

По известным значениям теплопроводности и теплоемкости определяется коэффициент температуропроводности:

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (6)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

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

Функциональные связи между теплофизическими характеристиками и плотностью пчелиной перги в зависимости от ее влажности представлены на рисунках 3–6 в виде графиков. Плотность пчелиной перги изменяется в пределах от 1042 до 1144 кг/м³ в зависимости от степени уплотнения.

При увеличении влажности наблюдается рост удельной теплоемкости, теплопроводности, температуропроводности и увеличение плотности перги. Наличие определенного количества влаги в порах материала способствует более эффективному теплообмену.

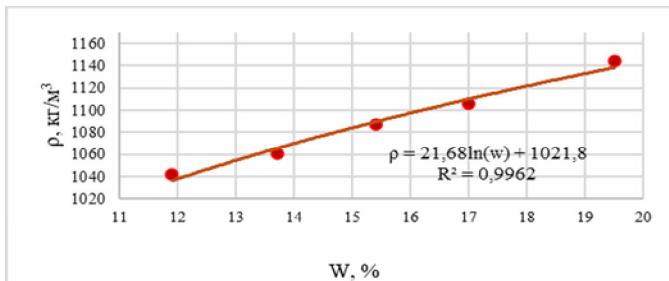


Рисунок 3 – Зависимость плотности пчелиной перги от ее влажности

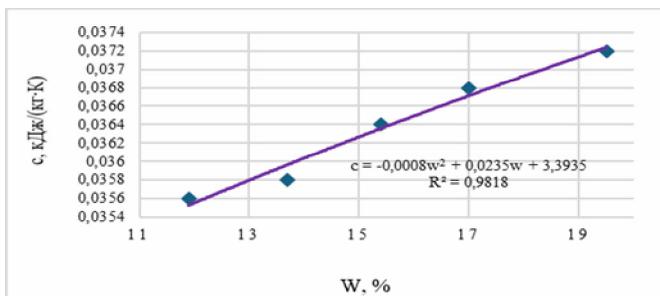


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента теплоемкости пчелиной перги от ее влажности

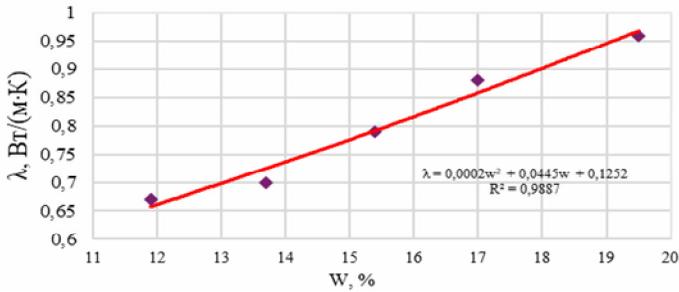


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента теплопроводности пчелиной перги от ее влажности

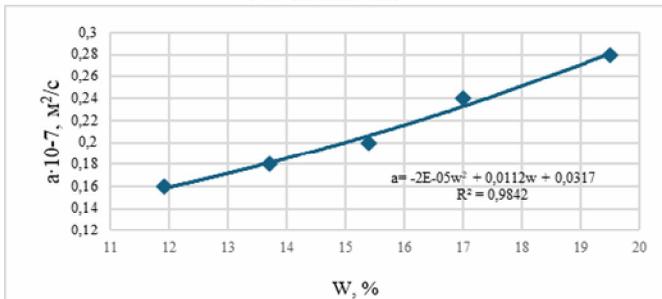


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента температуропроводности пчелиной перги от ее влажности

Полученные функциональные зависимости теплофизических свойств пчелиной перги от ее влажности в пределах влажности от 11,9 % до 19,5 % изменялись для: удельной теплоемкости от 0,0356 до 0,0372 кДж/(кг·К); теплопроводности – от 0,67 до 0,96 Вт/(м·К); температуропроводности от $0,16 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ до $0,28 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$. Плотность пчелиной перги в зависимости от влажности в этих пределах менялась от 1042–1144 кг/м³. Эти результаты достаточно хорошо согласуются предыдущим исследованиям в этой области аналогичными структурно-механическими свойствами. Полученные результаты могут быть использованы для производственных процессов и разработки новых оборудований для термической обработки пчелиной перги. Дальнейшие исследования по теплофизическим свойствам пчелиной перги требует установление зависимости от изменения температурных значений.

Список использованной литературы

1. Бышов, Д.Н. Исследование прочностных свойств перговых гранул при их сжатии / Д.Н. Бышов Д.Н. [и др.]. // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 1 (29). – С. 59–62.

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.¹, докторант;

Ниязбаев А.Қ.², PhD;

Дауренова И.М.², докторант;

Тойбазар Д.М.¹, докторант;

Калиев А.М.¹, магистрант

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

²*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.