

2. Makurina S.V., Romyanceva G.N. Sravnitel'naya karakteristika funkcional'no-tekhnologicheskikh svoystv pishchevykh volokon / Myasnaya industriya. – 2006. – № 6. – S. 28–29.
3. Lipatova L.L. Sovremennye trebovaniya i tendencii rynka polufabrikatov // Syr'e i dobavki dlya proizvodstva vysokokachestvennykh produktov. – 2014. – № 3. – S. 48–49.
4. Timoshenko N.V., Patievoj A.M., Patievoj S.V. Funkcional'no-tekhnologicheskie svoystva myasa. – Krasnodar: Izd-vo KubGAU, 2014. – 26 s.

УДК 631.363.258/638.178

**Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин,  
С.Н. Гобелев, В.В. Павлов,  
А.В. Курьянов**

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПЕРГИ

**D.N. Byshov, D.Ye. Kashirin,  
S.N. Gobelev, V.V. Pavlov,  
A.V. Kupriyanov**

### THE RESEARCH OF INFLUENCE OF HUMIDITY AND TEMPERATURE ON THE BEEBREAD STRENGTH PROPERTIES

Целью исследования является определение числовых характеристик прочностных свойств перговых гранул и их зависимости от влажности и температуры для обоснования возможных технологических операций, позволяющих извлекать пергу из пчелиных сотов, а также режимов, наиболее благоприятных для их осуществления. Перга – это запрессованная и законсервированная в ячейки пчелиного сота пыльца растений. Благодаря своему богатому биохимическому составу перга широко используется в апитерапевтической практике при лечении целого ряда заболеваний. Отсутствие высокоэффективной механизированной технологии извлечения перги из сотов не позволяет получать этот продукт в требуемом количестве. Традиционно во время формирования пчелиного гнезда на зиму пчеловод выбраковывает из пчелиной семьи 2–3 перговые соторамки, которые подлежат перетопке в качестве воскового сырья. Наличие в соторамках перги приводит к потерям значительной части воска, а также существенно ухудшает его качество. При проведении экспериментальных исследований гранулы перги подвергались 5 % деформации

на специально изготовленной лабораторной установке, позволяющей регистрировать величину деформации и создаваемое при этом давление при различном сочетании двух технологических факторов – влажности и температуры. Контроль влажности и температуры исследуемого материала осуществлялся по стандартной методике. В результате проведенных исследований было выявлено, что оба фактора оказывают значимое влияние на прочностные свойства перговых гранул, которые наиболее выражены при относительной влажности менее 17 % и температуре ниже +10 °С. Полученная математическая модель позволяет рассчитать необходимое усилие для 5 % деформации перги при любом сочетании уровней варьирования факторов в пределах исследуемого факторного пространства.

**Ключевые слова:** перга, перговые гранулы, прочность, влажность, температура.

The objective of the research is definition of numerical characteristics of strength properties of beebread granules and their dependence on humidity and temperature for justification of the pos-

sible technological operations allowing to take a beebread from a bee cell, and also the modes optimum for their implementation. The beebread is the pollen of plants pressed and preserved in cells of a bee honeycombs. Thanks to the rich biochemical structure of a beebread it is widely used in therapeutic practice at treatment of a number of diseases. Absence of the highly effective mechanized technology of extraction of a beebread from a bee cell doesn't allow receiving this product in the demanded quantity. Traditionally during formation of a bee nest for the winter the beekeeper discards from a bee family 2–3 honeycombs frame of a beebread which are subject of rendering wax raw materials. Existence in the honeycombs frame of a beebread leads to losses of considerable part of wax, and also significantly worsens its quality. When carrying out pilot studies of a beebread granule 5 % of deformation were exposed on specially made laboratory installation allowing to register the size of deformation and pressure created thus at various combination of two technology factors to humidity and temperature. Control of humidity and temperature of the studied material was carried out by a standard technique. As a result of the conducted researches it was revealed that both factors have significant impact on strength properties the bee-bread granules which are most expressed at relative humidity less than 17 % and temperature below +10 °C. The received mathematical model allows calculating necessary effort for 5 % of deformation of a beebread at any combination of levels of a variation of factors within the studied factorial space.

**Key words:** beebread, beebread granules, strength, humidity, temperature.

**Введение.** Перга – это запрессованная и законсервированная в ячейки пчелиного сота пыльца растений. Благодаря своему богатому биохимическому составу, перга широко используется в апитерапевтической практике при лечении целого ряда заболеваний. Отсутствие высокоэффективной механизированной технологии извлечения перги из сотов не позволяет получать этот продукт в требуемом количестве. Традиционно во время формирования пчелиного гнезда на зиму пчеловод выбраковывает из

пчелиной семьи 2–3 перговые соторамки, которые подлежат перетопке в качестве воскового сырья. Наличие в соторамках перги приводит к потерям значительной части воска, а также существенно ухудшает его качество [2, 3]. Для обоснования возможных технологических операций, позволяющих извлекать пергу из пчелиных сотов, необходимо иметь точные числовые характеристики прочностных свойств перговых гранул.

**Цель исследования:** определение числовых характеристик прочностных свойств перговых гранул и их зависимости от влажности и температуры для обоснования возможных технологических операций, позволяющих извлекать пергу из пчелиных сотов, а также режимов, наиболее благоприятных для их осуществления.

**Объект и метод исследования.** В процессе поисковых опытов было установлено, что при извлечении из сотов гранулы перги могут подвергаться некоторой деформации без их разрушения [3]. Поэтому цель эксперимента заключалась в исследовании влияния влажности и температуры продукта на его прочностные свойства.

Для опытов была изготовлена установка (рис. 1), позволяющая регистрировать величину деформации материала и создаваемое при этом давление.

Установка выполнена на базе образцового динамометра ДОСМ-3-0,1. В качестве индикаторов использовались микрометрические головки с самофиксирующимися штоками.

Работает установка следующим образом. Перговая гранула помещается на площадку 4 и нагружается насадкой 6. Усилие от исследуемого материала передается на пружину 3. Прогнбаясь, пружина перемещает шток индикатора 1 до тех пор, пока индикатор не покажет заданный уровень деформации. Одновременно по показаниям динамометрического индикатора 2 измеряется величина усилия, прилагаемого к грануле для достижения заданного уровня деформации. После сжатия перги пружина возвращается в исходное положение, а отклонение штоков фиксируется индикаторами.

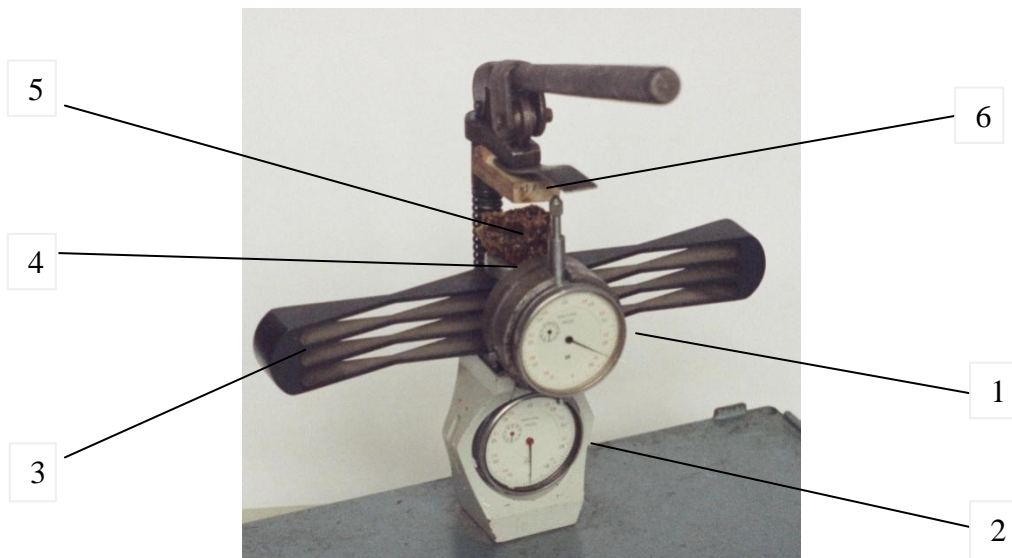


Рис. 1. Лабораторная установка, предназначенная для определения прочности перговых гранул: 1 – микрометрическая головка, предназначенная для измерения глубины внедрения бойка в исследуемый продукт; 2 – динамометрическая головка, предназначенная для измерения усилия; 3 – пружина образцового динамометра; 4 – площадка; 5 – исследуемый продукт; 6 – насадка

Перед началом работы производилась тарировка динамометра.

Показатель прочности ( $\sigma$ , кПа) гранул на сжатие в радиальном направлении определялся по формуле

$$\sigma = \frac{F_c \cdot 10^{-6}}{d_z \cdot l_z}, \quad (1)$$

где  $F_c$  – усилие, прилагаемое к грануле для достижения заданного уровня деформации, Н;  $d_z$  – диаметр гранулы, м;  $l_z$  – длина гранулы, м.

При проведении эксперимента гранулы перги подвергались 5 % деформации. Опыт проводился с пятикратной повторностью. При этом осуществлялся контроль влажности и температуры исследуемого материала по стандартной методике (ГОСТ 31776-2012).

Для проведения эксперимента был выбран двухфакторный трехуровневый план проведения опытов, близкий к D-оптимальному. Факторы, уровни и интервалы их варьирования представлены в таблице.

#### Факторы и уровни их варьирования

| Уровень варьирования факторов | Температура Т, °С | Влажность W, % |
|-------------------------------|-------------------|----------------|
| 1                             | +18               | 21             |
| 0                             | +10               | 17             |
| -1                            | +2                | 13             |
| Интервал варьирования         | 8                 | 4              |

В результате проведенных исследований было выявлено влияние основных технологических факторов, изменяющихся в процессе получения перги, – влажности и температуры – на прочностные свойства перговых гранул.

Перга относится к вязкопластичным материалам и не имеет четкой границы предела проч-

ности, так как способна деформироваться под действием нагрузки. Поэтому для эксперимента был взят уровень деформации гранул, которому они подвергаются в процессе измельчения на предложенном нами измельчителе [1].

В результате статистической обработки экспериментальных данных была получена математическая модель зависимости прочности перговых гранул ( $\sigma$ , кПа) на сжатие (при 5 % деформации) от основных технологических факторов – влажности ( $W$ , %) и температуры ( $T$ , °C):

$$\sigma(T, W) = 7747 - 222,8 \cdot T - 645,9 \cdot W + 8,66 \cdot T \cdot W + 2,15 \cdot T^2 + 13,72 \cdot W^2. \quad (2)$$

По критерию Фишера модель адекватна на уровне значимости  $\alpha = 0,01$ .

На рисунке 2 представлена графическая зависимость прочности перговых гранул от влажности и температуры.

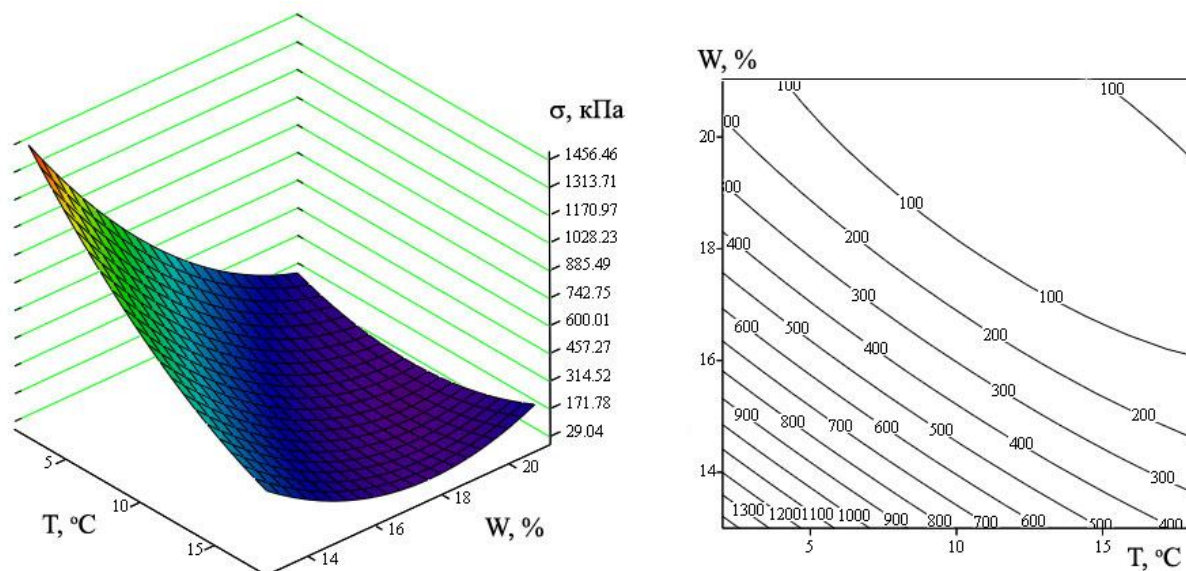


Рис. 2. Зависимость прочностного показателя  $\sigma$ , кПа, гранул перги на сжатие в радиальном направлении от температуры  $T$ , °C, и влажности  $W$ , %, перги

**Выводы.** Статистический анализ уравнения, описывающего зависимость прочности перговых гранул от основных технологических факторов, который включает проверку воспроизводимости эксперимента, определение значимости коэффициентов регрессии и оценку адекватности полученной модели по критерию Фишера, показал, что она достаточно точно описывает исследуемую зависимость. По мере снижения влажности менее 17 % и температуры ниже +10 °C происходит резкое возрастание сопротивления деформированию исследуемого материала. Оба фактора оказывают значимое влияние на прочность перги.

Полученная математическая модель позволяет рассчитать необходимое усилие для 5 % деформации перги при любом сочетании уровней варьирования факторов в пределах исследуемого факторного пространства.

## Литература

1. Исследование рабочего процесса измельчения перговых сотов / Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин, Н.В. Ермаченков [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 8. – С. 155–159.
2. Харитонов М.Н., Харитонов Н.Н., Бурмистрова Л.А. Динамика физико-химических показателей перги в процессе хранения // Вестн. Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4 (16). – С. 77–83.
3. Харитонов М.Н. Методы сушки и качество перги // Пчеловодство. – 2011. – № 8. – С. 56–57.
4. Харитонов М.Н. Совершенствование технологии получения, хранения и переработки перги: дис. ... канд. биол. наук / Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной про-

дукции Российской академии сельскохозяйственных наук. – Рыбное, 2011.

#### Literatura

1. Issledovanie rabocheho processa izmel'chitelya pergovyh sotov / D.N. Byshov, D.E. Kashirin, N.V. Ermachenkov [i dr.] // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 8. – S. 155–159.
2. Haritonova M.N., Haritonov N.N., Burmistrova L.A. Dinamika fiziko-himicheskikh pokazatelej pergi v processe hraneniya // Vestn. Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2012. – № 4 (16). – S. 77–83.
3. Haritonova M.N. Metody sushki i kachestvo pergi // Pchelovodstvo. – 2011. – № 8. – S. 56–57.
4. Haritonova M.N. Sovershenstvovanie tekhnologii polucheniya, hraneniya i pererabotki pergi: dis. ... kand. biol. nauk / Povolzhskij nauchno-issledovatel'skij institut proizvodstva i pererabotki myasomolochnoj produkcii Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – Rybnoe, 2011.

УДК 633.8.66.060

**Е.А. Струпан, О.А. Струпан,  
В.И. Полонский, Г.А. Демиденко**

### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ, МУКИ И ИНУЛИНА ИЗ ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ

**Е.А. Strupan, O.A. Strupan,  
V.I. Polonsky, G.A. Demidenko**

#### TECHNOLOGY OF RECEIVING POWDERS, FLOUR AND INULIN FROM WILD-GROWING RAW MATERIALS

Целью исследования является обоснование применения в пищевых отраслях продуктов переработки многолетних травянистых растений семейств Asteraceae (Compositae): *Arstium lappa* L. – лопух большой, *Taraxacum officinale* Wigg – одуванчик лекарственный, *Achillea millefolium* L. – тысячелистник обыкновенный, а также семейства Rosaceae – *Sanguisorba officinalis* L. (*Sanguisorba glandulosa* Kom.) – кровохлебка лекарственная, – и разработка технологии мучных, кондитерских изделий, обогащенных биологически активными веществами, выделенными из дикорастущего сырья. Была разработана технология переработки и получения порошков, муки и инулина из дикорастущего сырья, произрастающего на территории Красноярского края. Выявлены особенности химического состава продуктов переработки различных видов дикорастущего сырья. В корнях лопуха большого и одуванчика лекарственного из полисахаридов преобладает инулин, количество которого составляет от 36,5 до 42 %; в корнях кровохлебки лекарственной содержание крах-

мала 120,4 %. Димерные фенольные соединения – флавоноиды (флавоны, флавонолы, флавонолы, лейкоантоцианы, катехины, ксантоны) содержатся во всех исследуемых растениях. Суммарное содержание флавоноидов изменяется в пределах от 2,8 до 6,9 % в зависимости от вида сырья и анатомических частей растений. Обнаружено в исследуемых растениях 15 соединений, принадлежащих к углеводородам, карбонильным соединениям, терпеноидам и изотерпеноидам; значительную часть составляет низкокипящая фракция терпеновых углеводов, состоящая из  $\alpha$ - и  $\beta$ -пиненов; основными компонентами являются: кариофиллен, линалилацетат, туйон, бизаболон и азулен. На рисунках показаны кинетические кривые сушки кружочков корней лопуха большого, одуванчика лекарственного, кровохлебки лекарственной, тысячелистника обыкновенного различной толщины.

**Ключевые слова:** лопух большой, одуванчик лекарственный, кровохлебка лекарственная, тысячелистник обыкновенный.