

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ МЕДА

Жуманова Умыт Туkenовна

Тапалова Алуа Бахытжановна

Жуманова Даметкен Туkenовна

Казахский агротехнический университет им С.Сейфулина

Нур-Султан, Казахстан

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF HONEY FREEZE DRYING

Zhumanova Umyt Tukenovna

Tapalova Alua Bakhytzhonovna

Zhumanova Dametken Tukenovna

Kazakh Agro Technical University S. Seifulin, Nur-Sultan, Kazakhstan

Аннотация. В статье проводилось исследование по определению технологических параметров сублимационной сушки меда. Результаты изучения физико-химических показателей трех видов меда Восточно-Казахстанской области свидетельствуют о том, что исследуемые образцы соответствуют нормативным требованиям. По показателю активности воды все виды меда относятся к продуктам с низкой влажностью. При подборе технологических параметров сублимационной сушки определили, что оптимальными значениями процесса сушки для всех видов меда являются: температура замораживания меда – минус 40°C; температура сублимационной сушки – минус 35-40°C; температура досушивания 40°C.

Summary. A study was conducted to determine the technological parameters of freeze drying of honey. The results of the study of the physico-chemical parameters of three types of honey of the East Kazakhstan region indicate that the studied samples comply with regulatory requirements. According to the indicator of water activity, all types of honey belong to products with low humidity. When selecting the technological parameters of freeze drying, it was determined that the optimal values of the drying process for all types of honey are: the freezing temperature of honey is minus 40 ° C; the temperature of freeze drying is minus 35-40 ° C; the drying temperature is 40 ° C.

Ключевые слова: мед, сублимационная сушка, технологические параметры, температура, влажность, сублимация

Keywords: honey, freeze drying, technological parameters, temperature, humidity, sublimation

Введение. Мед – полезный пищевой продукт, обладающий лечебно-профилактическими свойствами. Главное преимущество меда - это чрезвычайно

богатый химический состав, содержащий антиоксиданты, витамины, ферменты, а также макро- и микроэлементы (1). Несмотря на ценность меда, лишь небольшое его количество используется в промышленных масштабах (2).

На фармацевтическом рынке присутствуют лекарственные препараты на основе меда: сиропы, усиливающие иммунную систему детей; таблетки для снятия воспаления горла; травяные чаи, добавляющие жизненную силу (2). Мед широко используется в качестве составляющего компонента во многих косметических препаратах: гели для душа, кондиционеры для волос, кремы для лица и лосьоны для тела, которые смягчают и обогащают кожу ценными питательными веществами (3). В небольших количествах мед также добавляют в такие пищевые продукты, как шоколадные батончики, конфеты, орехи, крупы, йогурты, чай и другие напитки.

Ограниченное использование меда в пищевой промышленности связано, в основном, с его склонностью к кристаллизации, вязкостью, пластичностью, липкостью и, как следствие, неудобствами при дозировании, хранении и транспортировке. В связи с этим разрабатываются технологии для переработки мёда в новый продукт – сухой мёд.

Разработаны различные методы сушки меда: распылительная сушка, вакуумная сушка и сублимационная сушка.

Сублимационная сушка (лиофилизация) является одним из самых прогрессивных и эффективных методов сушки в пищевой промышленности и позволяет получить готовую продукцию, максимально приближенную по качественным показателям к нативному сырью [4].

Сублимационная сушка позволяет в максимальной степени сохранить не только химический состав продукта, но и его реологические свойства [5]. Количественные изменения в химическом составе сублимированных продуктов носят минимальный характер.

Из-за отсутствия условия развития микроорганизмов, сублимированные продукты наименее подвержены микробиологической порче. Качество сублимированных продуктов зависит от многих факторов: физико-химического состава самого продукта, технологических режимов обезвоживания, вида упаковки и т.д.

Таким образом, разработка технологии сублимационной сушки меда является актуальной задачей.

Материалы и методы. В работе определены физико-химические показатели меда в соответствии с нормативными документами (ГОСТ 19792-2017) [6].

Массовую долю воды в меде – рефрактометрическим методом с использованием цифрового рефрактометра модели СНЕЛ-104.

Массовую долю редуцирующих сахаров и сахарозы – колориметрическим методом, вычисляя оптическую плотность раствора железосинеродистого калия после того, как он прореагирует с редуцирующими сахарами меда.

Измеряли диастазное число на ФЭК-3 методом колориметрического определения количества субстрата, расщепленного в условиях проведения ферментативной реакции, и последующим его вычислением.

Общую кислотность определяли титрометрическим методом.

Для оценки содержания гидроксиметилфурфурала (ГМФ) пользовались методом Селиванова-Фиге, основанном на образовании в кислой среде продукта взаимодействия ГМФ с резорцином, окрашенным в вишнево-красный цвет, при положительной реакции и содержании ГМФ не менее 25,0 мг/кг.

Определение активности воды (A_w) в исследуемых образцах осуществляли с помощью портативного скоростного прибора AquaLab Серии 4 Модель TE (США).

Исследования по определению технологических режимов сублимационной сушки меда проводили на лабораторной установке ALPHA 1-2 LDplus

Результаты и их обсуждение. В качестве объекта исследований послужил мед с пчел Восточно-Казахстанской области трех видов: подсолнечниковый, гречишный и липовый. Для определения качества и натуральности меда проведено изучение физико-химических показателей: массовой доли воды, редуцирующих сахаров и сахарозы, диастазного числа, общей кислотности и содержание оксиметилфурфурола. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 Физико-химические показатели

| Наименование показателя | Вид меда | | | Требования согласно ГОСТ |
|---|------------------|---------------|---------------|--------------------------|
| | Подсолнечниковый | Гречишный | Липовый | |
| Массовая доля воды, %, не более | 15,0 | 17,2 | 17,3 | 20 |
| Массовая доля редуцирующих сахаров, %, не менее | 87,9 | 86,5 | 83,3 | 65 |
| Массовая доля сахарозы, %, не более | 2,5 | 3,9 | 4,5 | 5 |
| Диастазное число единиц Готе, не менее | 14,6 | 15,1 | 13,1 | 8 |
| Общая кислотность, см ³ NaOH, не более | 2 | 3 | 2 | 1-4 |
| Качественная реакция на ГМФ | отрицательная | отрицательная | отрицательная | отрицательная |

Полученные результаты свидетельствуют о том, что все исследуемые образцы меда соответствуют нормативным требованиям.

Массовая доля воды в меде является важным показателем при экспертизе меда. Мед, содержащий менее 20% свободной воды, не сбраживается дрожжами. Мед влажностью более 21% закисает при более низких или при более высоких температурах [7].

Однако показатель влажности не отражает всего комплекса взаимодействий, которые присутствуют в пищевом продукте и участником которых является вода. Вместе с тем, существует показатель «активность воды», который является основным критерием характеристики состояния воды в пищевых продуктах и широко применяется во всем мире, как для прогнозирования технологических свойств продуктов, так и качества пищевого продукта и сроков его хранения[8]. Активность воды сама по себе величина безразмерная и определяется в диапазоне от 0 до 1.

Активность воды — один из самых критических параметров в определении качества и безопасности товаров, которые потребляются каждый день. Водная активность затрагивает срок годности, безопасность, структуру и запах пищевых продуктов [8, 9].

Учитывая, что активность воды имеет важное значение для контроля безопасности и качества меда, нами проведены исследования по определению активности воды для исследуемых видов меда (таблица 2).

Таблица 2 Активность воды в меде

| Наименование меда | Активность воды (A_w) | | | |
|-------------------|---------------------------|----------|----------|---------------|
| | A_{w1} | A_{w2} | A_{w3} | A_w среднее |
| Подсолнечниковый | 0.4007 | 0.3909 | 0.4113 | 0.4010 |
| Гречишный | 0.4180 | 0.4518 | 0.4503 | 0.4400 |
| Липовый | 0.6224 | 0.4942 | 0.5034 | 0.5400 |

Полученные данные показывают, что все виды меда по показателю активности воды (0.4010; 0.4400; 0.5400) относятся к продуктам с низкой влажностью. Таким образом образцы меда являются безопасными продуктами, защищенными от микробиологической порчи. Это связано с тем, что при понижении активности воды уменьшается возможность использования влаги для метаболизма микроорганизмов.

На основании проведенных исследований было установлено, что образцы меда, отобранные для проведения сублимационной сушки, являются качественными и безопасными продуктами.

Как известно, технология сублимационной сушки включает два основных этапа: предварительное замораживание высушиваемых материалов и последующее удаление замороженной части влаги в вакууме фазовым переходом лед-пар. При этом уровень сохранности нативных свойств консервируемых объектов решающим образом зависит от способов и режимов

предварительного замораживания, от уровня температуры, удаления влаги сублимацией, а также температуры досушивания объекта сушки.

Исследования по определению технологических режимов сублимационной сушки меда проводили на лабораторной установке ALPHA 1-2 LDplus (рисунок 1).



Рисунок 1 Лабораторная установка ALPHA 1-2 LDplus

Предварительное замораживание исследуемых образцов меда проводили при температурах: -20°C , -30°C и -40°C . Полученные результаты показали, что процесс сублимационной сушки для всех видов пчелиного меда с начальной температуры образца -40°C имеет минимальную продолжительность сушки (от 7 до 9 часов), несмотря на уменьшение интенсивности процесса сушки в начальный период.

Затем замороженные образцы подвергали сублимационной сушке. Процесс сублимационной сушки проводится в два этапа: на первом этапе в условиях температуры и давления ниже криогидратной точки происходит сублимация кристаллизованной влаги в окружающую среду, при этом из продукта удаляется большая часть влаги – 80 - 90%. На втором этапе к продукту подводят тепло (до температуры $40 - 50^{\circ}\text{C}$), удаляя тем самым оставшуюся часть влаги.

Для подбора температуры сублимации проводилось изучение изменения относительной массы меда и скорости сушки с течением времени при определенной температуре и толщине слоя 10 мм. Температуру сублимационной сушки варьировали от -5 до -45°C с шагом 5 градусов (Рисунок 2). Температуру замораживания не снижали ниже -50°C , в связи с тем, что мед при воздействии на него температуры ниже минус 50°C теряет свои целебные свойства.

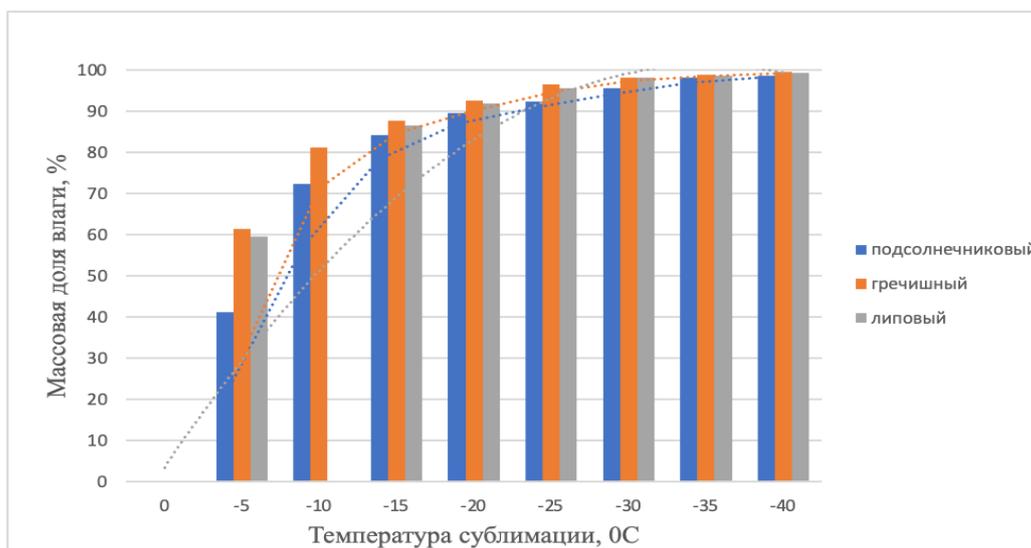


Рисунок 2 Зависимость количества удаляемой влаги от температуры сублимации

Полученные результаты исследований показали (Рисунок 5), что максимальная доля вымороженной влаги в процессе сублимации наблюдается при температуре от минус 30⁰С до минус 40⁰С в зависимости от видов меда.

Температура досушивания является одним из существенных факторов сушки. Образцы меда досушивали при температуре 40⁰С. Повышение температуры досушивания выше 40⁰С может привести к снижению качества продукта, однако при этом сокращается продолжительность процесса.

При проведении сублимационной сушки необходимо определить такие параметры температуры процесса для исследуемых видов меда, при которых продолжительность сушки будет минимальной. При этом важно учитывать, чтобы высушенные образцы меда являлись продуктами с высокими показателями качества, а также максимально сохранили биологическую и пищевую ценность натурального меда.

Заключение

Для проведения сублимационной сушки отобраны три вида меда Восточного региона Казахстана: подсолнечниковый, гречишный и липовый. Для контроля натуральности и безопасности образцов меда проведено исследование их физико-химических показателей: массовой доли воды, редуцирующих сахаров и сахарозы, диастазного числа, общей кислотности и содержание оксиметилфурфула.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что все исследуемые образцы меда соответствуют нормативным требованиям. Все виды меда по показателю активности воды (0.4010; 0.4400; 0.5400) относятся к продуктам с низкой влажностью. Таким образом образцы меда являются безопасными продуктами, защищенными от микробиологической порчи.

При подборе технологических параметров сублимационной сушки определили, что оптимальными значениями процесса сушки для всех видов меда

являются: температура замораживания меда – минус 40°C; температура сублимационной сушки – минус 35-40°C; температура досушивания 40°C.

Список литературы:

1. Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., and Fett R., Honey: chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, vol. 196. pp. 309–323, 2016.
2. Jedlińska, A., Samborska, K., & Witrowa-Rajchert, D. (2012a). Aspekty techniczno-technologiczne suszenia miodu (Technical and technological aspects of drying honey). *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2(5). pp. 35-43. (in Polish)
3. Isla, M., Cordero, A., Díaz, L., Pérez-Pérez, E. M., & Vit, P. (2013). Cosmetic properties of honey. 1. Antioxidant activity. In Vit P & Roubik DW, eds. *Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots*. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes; Mérida, Venezuela.
4. Атаназевич, В.И. Сушка пищевых продуктов. М.: ДеЛи, 2000. 296 с.
5. Бурич О. Сушка плодов и овощей / О. Бурич, Ф. Берки //Пер. с венг. М.: Пищевая промышленность, 1978. 278 с.
6. ГОСТ 19792-2017.
7. Экспертиза меда и способы обнаружения его фальсификации: Учебное пособие / В.И. Заикина. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательско торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. 168 с.
8. Пищевая химия. Под ред. Нечаева А.П., Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003.
9. Баранов, Б.А. Теоретические и прикладные аспекты показателя «активность воды» в технологии продуктов питания: дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2000. 247 с.

References:

1. Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., and Fett R. (2016) Honey: chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 2016, vol. 196, pp. 309–323.
2. Jedlińska, A., Samborska, K., & Witrowa-Rajchert, D. (2012a). Aspekty techniczno-technologiczne suszenia miodu (Technical and technological aspects of drying honey). *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2 (5), pp. 35-43. (in Polish)
3. Isla, M., Cordero, A., Díaz, L., Pérez-Pérez, E. M., & Vit, P. (2013). Cosmetic properties of honey. 1. Antioxidant activity. In Vit P & Roubik DW, eds. *Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots*. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes; Mérida, Venezuela.
4. Atanazevich, V.I. (2000) *Drying food*. M.: DeLi, 2000.296 p.
5. Burich O. (1978) *Drying of fruits and vegetables* / O. Burich, F. Berki // Per. with Hung. M.: Food industry, 1978.278 p.
6. GOST 19792-2017.
7. Examination of honey and methods of detecting its falsification: Textbook / V.I. Zaikina. 3rd ed., revised and add. Moscow: Publishing Trade Corporation "Dashkov and K °", 2012. 168 p.

8. Food chemistry. Ed. A.P. Nechaeva, St. Petersburg: GIORD, 2003.
9. Baranov, B.A. Theoretical and applied aspects of the indicator "water activity" in food technology: dis. ... Dr. Tech. sciences. SPb., 2000. 247 p.

Сведения об авторах

Жуманова Умыт Туkenовна, кандидат химических наук, преподаватель химии, Казахстан, Нур-Султан, Казахский агротехнический университет им С.Сейфулина, Umyt.zhumanova@mail.ru, тел. +7771 371 8958.

Тапалова Алуа Бахытжановна, докторант PhD, Казахстан, Нур-Султан, Казахский агротехнический университет им С.Сейфулина, alua.tapalova@gmail.com, тел. +7707 321 77 77.

Жуманова Даметкен Туkenовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов Казахстан, Нур-Султан, Казахский агротехнический университет им С.Сейфулина, dzhumanova@mail.ru, тел.+7 777 236 85 13.

Author's personal details

Zhumanova Umyt Tukenovna, PhD in chemical sciences, chemistry teacher, S. Seifulin Kazakh Agro Technical University, Umyt.zhumanova@mail.ru, tel. +7771 371 8958.

Tapalova Alua Bakhytzhonovna, PhD doctoral student, S. Seifulin Kazakh Agro Technical University, alua.tapalova@gmail.com, tel. +7707 321 77 77.

Zhumanova Dametken Tukenovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Finance S. Seifulin Kazakh Agro Technical University, dzhumanova@mail.ru, tel.+7 777 236 85 13.

© Жуманова У.Т., Тапалова А.Б., Жуманова Д.Т.