

Разработка режимов вакуумной сушки мёда

Ермолаев Владимир Александрович

ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»

Адрес: 650056, г. Кемерово, ул. Марковцева, д. 5

E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Славянский Анатолий Анатольевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

Адрес: 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73

E-mail: slavyanskiyaa@mgut.ru

Мёд представляет собой высококалорийный продукт, содержащий в себе целый комплекс полезных микронутриентов. В ряде случаев по технологическим причинам может потребоваться сушка мёда для его добавления в другие продукты. Целью настоящей работы являлся подбор эффективных режимов вакуумной сушки мёда. В качестве объекта исследования выступал мёд гречишный 2019 г сбора. Сушку мёда осуществляли до достижения влагосодержания около 5%. Установлено, что увеличение температуры сушки влечет за собой понижение продолжительности процесса. Длительность сушки мёда при температуре нагрева 60°C приблизительно на 40% меньше, чем при температуре 30°C. Чем выше температура сушки, тем большие удельные энергозатраты наблюдались при обезвоживании мёда. Наименьшие удельные энергозатраты наблюдались при сушке мёда с плотностью теплового потока 9 кВт/м² при температуре нагрева 30°C и составили 0,66 кВт/кг влаги. Увеличение плотности теплового потока от 2 до 9 кВт/м² влечет за собой снижение качественных показателей в среднем на 9%. Остаточное давление относительно слабо влияет на органолептические показатели сухого мёда: при увеличении остаточного давления от 2 до 6 кПа органолептическая оценка повышалась лишь на 2 балла. Продолжительность обезвоживания при этом увеличивается на 55 мин. Наименьшие удельные энергозатраты наблюдались при остаточном давлении 4–5 кПа. В результате проведенных исследований были установлены благоприятные режимы для вакуумного обезвоживания мёда: температура нагрева – 30–40°C, плотность теплового потока – 6–7 кВт/м² и остаточное давление – 4 кПа.

Ключевые слова: вакуумная сушка, мёд, температура, остаточное давление, режимы

Введение

Разработка эффективных технологий переработки сельскохозяйственной продукции, позволяющих максимально сохранить его качество, всегда являлось одной из важнейших задач пищевой индустрии. Одной из эффективных технологий переработки пищевого сырья является вакуумная сушка (Бышов, Каширин, Гобелев, Морозов, & Протасов, 2016; Пахомов, Брагинцев, Бахчевников & Рухляда, 2016; Семенова, Иванкин, Насонова, & Гундырева, 2015; Ermolaev, 2018). С помощью нее можно значительно продлевать сроки хранения продуктов и снижать затраты на их транспортировку и хранение. Преимущества данного метода консервирования очевидны: относительно невысокие затраты, отсутствие добавления вредных примесей в продукт, а также достаточная простота и дешевизна применяемого оборудования.

Вакуумная сушка может применяться для большинства пищевых продуктов с различным содержанием влаги (Ермолаев & Захаров, 2009; Ермолаев, 2010). Одним из таких продуктов является мёд. Мёд представляет собой высококалорийный продукт, содержащий в себе целый комплекс полезных микронутриентов, играющих роль в процессах формирования сложных веществ из простых (Гордина & Артеменко, 2012; Наумкин, 2010; Наумкин, 2011; Незаленова, Гусарова, & Кулаков, 2018). Данный продукт способствует быстрому высвобождению энергии, расходуемой человеком (Ватолина & Мадонова, 2017; Семенов, Славянский, Мойсеяк, Штерман, & Ильина, 2003).

Отличительной особенностью мёда является его 100% степень усвоения организмом в отличие от других сладких продуктов (Осинцева, 2000; Филиппов и др., 2003). Калорийность мёда зависит от его сорта и составляет в среднем 300–350 ккал (Нуждин, 1988; Калабукин, 2008).

Средний состав зрелого мёда следующий¹:

- вода – 20%;
- фруктоза – 40%;
- глюкоза – 34%;
- сахароза – 1,2%;
- декстрины – 4%;
- минеральные вещества – 0,2%;
- органические кислоты – 0,1%;
- белок – 0,5%.

Высокое содержание сахаров в мёде обуславливает его хорошую хранимостпособность при комнатной температуре в течение многих месяцев. Однако в ряде случаев по технологическим причинам может потребоваться сушка мёда для его добавления в другие продукты.

Для сушки мёда было разработано несколько способов. В одном из изобретений² предлагается способ получения порошкообразного мёда, который заключается в его смешении с порошкообразной пылью и сушкой до содержания влаги менее 10%. В другом способе³ также предлагается смешивать мёд с рядом добавок, после чего подвергать его сушке, которая может осуществляться различными способами, в том числе и вакуумным методом. Известен также способ получения порошкообразного сухого мёда⁴, который заключается в том, что в мёд также вносят добавки и подвергают комбинированной радиационно-конвенционной сушке.

Сухой мёд может использоваться для добавления в другие продукты не только для обогащения их полезными элементами и повышения пищевой ценности, но и для придания им определенного сладковатого привкуса. Так, например, его можно добавлять в мясные продукты (Малахова & Салаткова, 2016), молочные продукты (Шилов, Литвинова, Тарянская, & Шилов, 2007) и кондитерские изделия (Азнабаева & Багаутдинов, 2017; Лоцманов, Назимова, & Романов, 201; Семенов, Славянский, & Ильина, 2004; Цыганова, Кузнецова, & Костюченко, 2006; Черненко & Черников, 2014).

Таким образом, целью настоящей работы являлся подбор эффективных режимов вакуумной сушки мёда.

Материалы и методы исследования

Для проведения экспериментальных исследований использовалась вакуумная сушильная установка, схема которой приведена на Рисунке 1.

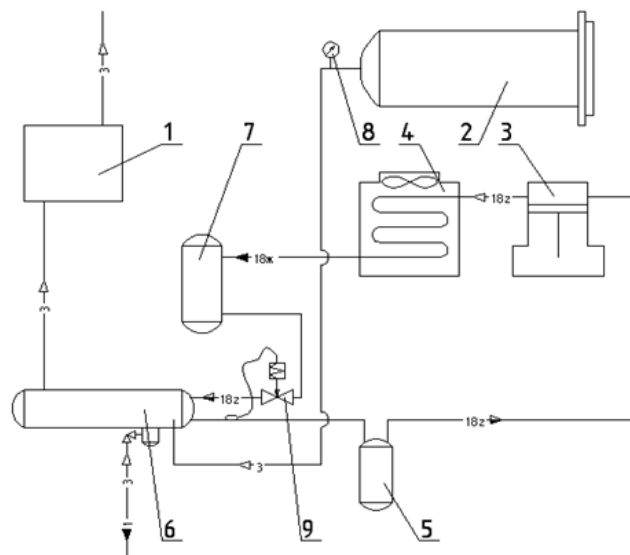


Рисунок 1. Схема вакуумной сушильной установки; 1-насос вакуумный; 2-камера вакуумная; 3-компрессор; 4-конденсатор; 5-отделитель жидкости; 6-десублиматор; 7-ресивер; 8-вакуумметр; 9-терморегулирующий вентиль

В данной установке продукт укладывается на сетчатый поддон в сушильную камеру 2, которая герметично закрывается крышкой. Камера соединена с десублиматором 6, который необходим для того, чтобы вымораживать из удаляемого воздуха влагу. Отвод теплоты от теплообменной поверхности десублиматора осуществляется за счет работы холодильной машины, включающей в себя компрессор 3, конденсатор 4, отделитель жидкости 5, ресивер 7 и терморегулирующий вентиль 9. Вакуум в рабочей камере создается с помощью вакуум-насоса 1.

В качестве объекта исследования выступал мёд гречишный 2019 г сбора. Сушку мёда осуществляли до достижения влагосодержания около 5%.

Мёд представляет собой продукт с относительно низкой массовой долей влаги. В данном случае это

¹ Пименов, М. Ю. (2015). Мёд. Товароведческая характеристика и ветеринарно-санитарная экспертиза: учеб. пособие. М.: Аквариум Принт.

² Смирнов, Я. В. (2001). РФ Патент № 99103775. Способ получения биологически активной пищевой добавки.

³ Артёмченко, С. А. (2005). РФ Патент № WO2005053431. Способ получения порошкового меда и продукты питания с использованием порошкового меда.

⁴ Полиенко, А. П. (2014). РФ Патент № 2528707. Способ получения порошка сухого медового.

значение составляло 21,5%. В нативном состоянии мёд может храниться долгое время, поэтому целью сушки в данном случае является не продление его сроков хранения, а создание порошкообразного продукта, который может использоваться для

добавления в другие продукты именно в указанной форме.

Для органолептической оценки сухого мёда использовалась методика, представленная в Таблице 1.

Таблица 1
Методика органолептической оценки сухого мёда

Наименование показателя	Оценка, баллы	Характеристика показателя
Вкус	13–15	Ярко выраженный, характерный
	9–12	Слабо выраженный характерный
	4–8	Слабо выраженный с наличием посторонних привкусов
	1–3	Прогорклый, затхлый, нехарактерный
Цвет	9–10	От темно-оранжевого до светло-оранжевого, равномерный по всему объему
	6–8	От темно-оранжевого до светло-оранжевого с наличием незначительных отклонений в цвете по объему
	3–5	Неравномерный оранжевый, с наличием значительных отклонений в цвете по объему
	1–2	Нехарактерный
Консистенция	10–15	Равномерная по всему объему, рассыпается при механическом воздействии
	5–9	Неравномерная по объему, не рассыпается при механическом воздействии
	1–4	Неравномерная по объему, наличие пригара, карамелизации, не рассыпается при механическом воздействии
Запах	8–10	Типичный, ярко выраженный, характерный для данного продукта
	4–7	Слабо выраженный, наличие посторонних запахов
	1–3	Нетипичный

Вакуумную сушку мёда осуществляли при различной температуре и плотности теплового потока. Толщина слоя при этом составляла 10 мм, а остаточное давление – $4 \pm 0,5$ кПа.

Следующим этапом исследований являлся подбор остаточного давления. Температура сушки мёда при этом составляла 40°C, а плотность теплового потока – 6 кВт/м². Остаточное давление меняли в пределах от 2 до 6 кПа.

В рамках исследований был также проведен анализ на содержание сахаров в мёде до сушки, после и в середине процесса обезвоживания (через 2 часа после начала процесса сушки).

Результаты исследований

На Рисунке 2 приведены графики продолжительности сушки мёда в зависимости от температуры и плотности теплового потока.

Температура плотность теплового потока оказывают существенное влияние на энергозатраты. На Рисунке 3 приведены соответствующие данные.

Результаты органолептической оценки сухого мёда при подборе температуры и плотности теплового потока приведены в Таблице 2.

Таблица 2.
Органолептическая оценка сухого мёда

Плотность теплового потока, кВт/м ²	Температура сушки, °C			
	30	40	50	60
2	44	42	38	33
3	44	42	37	33
5	43	41	36	31
7	42	40	35	30
9	41	40	34	28

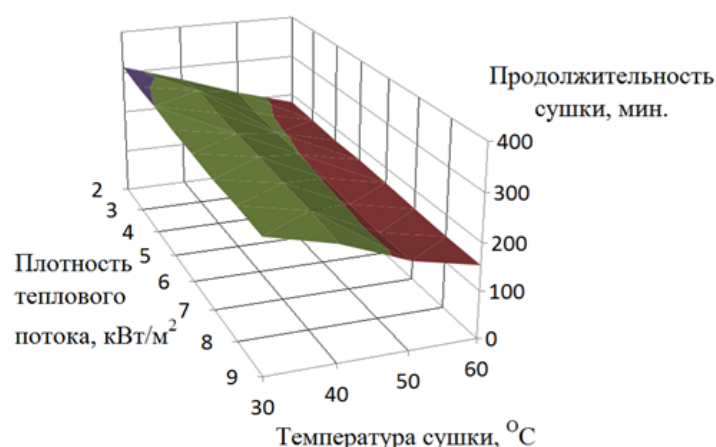


Рисунок 2. График зависимости продолжительности вакуумной сушки мёда от температуры нагрева и плотности теплового потока

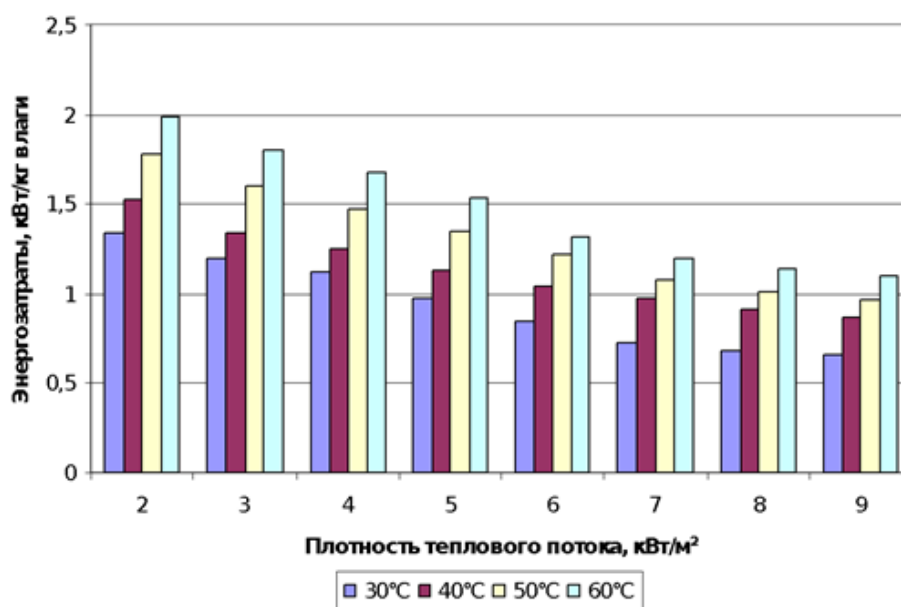


Рисунок 3. Энергозатраты на вакуумную сушку мёда

В Таблице 3 сведены данные по основным показателям эффективности вакуумной сушки мёда.

Таблица 3.
Показатели эффективности вакуумной сушки мёда при подборе остаточного давления

Показатель	Остаточное давление, кПа				
	2	3	4	5	6
Продолжительность сушки, мин.	230	245	260	275	285
Органолептическая оценка, баллы	40	40	41	42	42
Удельные энергозатраты, кВт/кг влаги	1,32	1,19	1,04	1,01	1,15

Органолептические характеристики сухого порошкообразного мёда приведены в Таблице 4.

Таблица 4.
Органолептические показатели сухого мёда

Показатель	Значение
Цвет	Коричневый
Запах	Характерный, без посторонних запахов
Консистенция	Порошкообразная плотная с наличием примесей в виде пылицы
Вкус	Сладкий, характерный, без посторонних привкусов

Результаты анализа на содержание сахаров в мёде до сушки, после и в середине процесса обезвоживания (через 2 часа после начала процесса сушки) приведены в Таблице 5.

Таблица 5.

Содержание сахаров в мёде, %

Наименование компонента	Исходный мёд	В середине сушки	После сушки
Фруктоза	38,9	40,1	42,5
Сахароза	1,6	1,7	1,8
Глюкоза	34,2	36,9	39,7

Обсуждение результатов исследований

Установлено, что плотность теплового потока оказывает менее заметное влияние на продолжительность процесса сушки чем температура нагрева. Увеличение температуры сушки от 30 до 40°C влечет за собой понижение продолжительности процесса на 10–15%. Дальнейшее повышение температуры сушки обуславливает уменьшение продолжительности обезвоживания на такую же величину. Таким образом, продолжительность сушки мёда при температуре нагрева 60°C приблизительно на 40% меньше, чем при температуре 30°C.

Чем выше температура сушки, тем большие удельные энергозатраты наблюдались при обезвоживании мёда несмотря на то, что продолжительности сушки при этом снижается. Это обусловлено не только большей потребляемой мощностью инфракрасных нагревателей, но и повышением теплопритоков из камеры в окружающую среду. Наименьшие удельные энергозатраты наблюдались при сушке мёда с плотностью теплового потока 9 кВт/м² при температуре нагрева 30°C и составили 0,66 кВт/кг влаги.

Сухой мёд характеризуется порошкообразной плотной консистенцией с наличием естественных примесей в виде пыли. Обнаружено, что температура сушки влияет на органолептические характеристики мёда сильнее, чем плотность теплового потока. Увеличение плотности теплового потока от 2 до 9 кВт/м² влечет за собой снижение качественных показателей в среднем на 9% в то время как повышение температуры обезвоживания от 30 до 60°C обуславливает снижение органолептической оценки в среднем на 29%. Заметное снижение качества продукта наблюдается при температуре сушки свыше 40°C. При этом теряется вкус, консистенция становится неоднородной.

Таким образом, исходя из представленных данных можно рекомендовать вакуумную сушку мёда при температуре 30–40°C и плотности теплового потока 6–7 кВт/м².

Установлено, что остаточное давление относительно слабо влияет на органолептические показатели сухого мёда: при увеличении остаточного давления от 2 до 6 кПа органолептическая оценка повышалась лишь на 2 балла. Продолжительность обезвоживания при этом увеличивается на 55 мин. Наименьшие удельные энергозатраты наблюдались при остаточном давлении 4–5 кПа.

Исходя из вышесказанного для вакуумной сушки мёда можно рекомендовать остаточное давление в 4 кПа. Продолжительность сушки при этом составляет 260 мин, органолептическая оценка равна 41 баллу из 50, а удельные энергозатраты составляют 1,04 кВт/кг влаги.

Анализ показал отсутствие заметного влияния вакуумной сушки на распределение сахаров в мёде, что обусловлено относительно низкой температурой нагрева (Таблица 5). Небольшое увеличение содержания сахаров обусловлено повышением концентрации сухих веществ после удаления влаги.

Выводы

В результате проведенных исследований были установлены благоприятные режимы для вакуумного обезвоживания мёда: температура нагрева – 30–40°C, плотность теплового потока – 6–7 кВт/м² и остаточное давление – 4 кПа. Указанные режимы обеспечивают получение высококачественного продукта в виде порошкообразного мёда, который может использоваться при производстве мясных, молочных и кондитерских продуктов для обогащения их полезными элементами, повышения пищевой ценности, а также для придания им определенного привкуса. Сухой мёд может использоваться в выпечке для придания правильной текстуры, либо как подсластитель вместо сахара. Он способен предотвращать порчу мяса вызванную ростом микробов или окислением липидов. Мед также имеет способность предотвращать ферментативное потемнение нарезанных фруктов.

Кроме того, сушка мёда может быть полезна в случае, когда особенности консистенции и состава данного продукта не позволяют использовать его в натуральном виде в технологических процессах производства различной продукции.

Полученные результаты могут быть полезны научным сотрудникам, технологам и работникам пищевой промышленности в сфере консервирования пищевых продуктов. В качестве возможных перспектив будущих исследований можно рассмотреть возможность применения сублимационной сушки для обезвоживания мёда.

Литература

- Азнабаева, М. Р., & Багаутдинов, И. И. (2017). Применение мёда для создания кондитерских изделий, безалкогольных напитков с высокой пищевой ценностью. В Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства. Материалы I совместной с институтом животноводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук Международной научно-практической конференции (с. 261–263). Уфа: Башкирский государственный аграрный университет.
- Бышов, Д. Н., Каширин, Д. Е., Гобелев, С. Н., Морозов, С. С., & Протасов, А. В. (2016). К вопросу вакуумной инфракрасной сушки перги. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева, 1, 56–59.
- Ватолина, М. Н., & Мадонина, С. В. (2017). Пищевая ценность и ветеринарно-санитарная экспертиза натурального пчелиного мёда. Молодежь и наука, 6, 28.
- Гордина, Ф. В., Артеменко, А. П. (2012). Пищевая ценность и экспертиза качества монофлорного и полифлорного цветочного мёда, реализуемого в торговой сети г. Екатеринбурга. Агропродовольственная политика России, 10, 42–44.
- Ермолаев, В. А. (2010). Вакуумное концентрирование молочно-белковых продуктов. Молочная промышленность, 7, 62–63.
- Ермолаев, В. А., & Захаров, С. А. (2009). Теоретическое обоснование основ консервирования сушкой и практическая реализация технологии вакуумной сушки творога: Монография. Кемерово: КемТИПП.
- Калабукин, Н. А. (2008). Калорийность и пищевая ценность мёда. Пчеловодный вестник, 8, 13–14.
- Лощманов, А. С., Назимова, Г. И., & Романов, А. С. (2011). Использование продуктов пчеловодства для повышения пищевой ценности тортов и пирожных. Техника и технология пищевых производств: научно-технический журнал, 3, 71–77.
- Малахова, Т. А., & Салаткова, Н. П. (2016). Технология получения шашлыка «пикантный» с использованием порошка сухого мёда. Международный научно-исследовательский журнал, 12(3), 125–128.
- Наумкин, В. П. (2010). Питательная ценность мёда с гречихи. В Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству: Материалы III Международной Интернет-конференции (с. 67–68). Орёл: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина.
- Наумкин, В. П. (2011). Аминокислотный состав липового мёда. Пчеловодство, 9, 54–55.
- Незаленова, А. А., & Гусарова, А. В. & Кулаков, В. В. (2018). Оценка ботанического происхождения и биологической ценности натурального цветочного мёда. В Молодые исследователи – новые решения для АПК: Материалы Межрегиональной студенческой научно-практической конференции (с. 103–108). Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета.
- Нуждин, А. С. (1988). Основы пчеловодства. М.: Агропромиздат.
- Осинцева, Л. А. (2000). Мед и воск – основные продукты пчеловодства. Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет.
- Пахомов, В. И., Брагинцев, С. В., Бахчевников, О. Н., & Рухляда, А. И. (2016). Исследование процесса вакуумной СВЧ-сушки зеленой растительной массы. Известия Горского государственного аграрного университета, 53(4), 187–192.
- Семенов, Е. В. Славянский, А. А., Мойсеяк, М. Б., Штерман, С. В., & Ильина, В. В. (2003). Кристаллизация сахарозы как диффузионный процесс. Сахар, 1, 48–51.
- Семенов, Е. В., Славянский, А. А., & Ильина, В. В. (2004). Моделирование роста кристаллов сахарозы из ее растворов. Сахар, 4, 37–40.
- Семенова, А. А., Иванкин, А. Н., Насонова, В. В., & Гундырева, М. И. (2015). Влияние вакуумной сушки на устойчивость мясной продукции к окислительной порче. Все о мясе, 1, 16–19.
- Филиппов, П. И., & Филиппова, В. П. (2003). Мёд и другие продукты пчеловодства в питании и медицине. Ростов н/Д: Феникс, 2003.
- Цыганова, Т. Б., Кузнецова, Л. С., & Костюченко, М. Н. (2006). Применение продуктов пчеловодства в кондитерском производстве. Кондитерское и хлебопекарное производство, 6, 1–3.
- Черненко, А. А., & Черненко, Е. Н. (2014). Возможность повышения биологической ценности сахарного печенья путем добавления в рецептуру пыльцы-обножки и мёда. В Химия в сельском хозяйстве. Материалы Всероссийской научно-практической конференции для сту-

- дентов и аспирантов (с. 291–295). Ростов н/Д: Южный федеральный университет.
- Шилов, А. И., Литвинова, Е. В., Тарянская, Н. В., & Шилов, О. А. (2007). Особенности технологии получения творожной массы с добавлением мёда. Успехи современного естествознания, 8, 78–80.
- Ermolaev, V. A. (2018). Research of vacuum drying peculiarities of wild berries. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 8(4), 3483–3489.

Development of Modes of Vacuum Drying of Honey

Vladimir A. Ermolaev

Kuzbass State Agricultural Academy
5, Markovtseva str., Kemerovo, 650056, Russian Federation
E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Anatoliy A. Slavyanskiy

Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky
(the First Cossack University)
73, Zemlyanoy Val str., Moscow, 109004, Russian Federation
E-mail: slavyanskiyaa@mgut.ru

Honey is a high-calorie product that contains a whole range of useful micronutrients. In some cases, for technological reasons, honey may need to be dried to add it to other products. The aim of this work was to select effective modes of vacuum drying of honey. The buckwheat honey of the year 2019 was the object of the study. Honey was dried until a moisture content of about 5% was reached. It was found that an increase in the drying temperature entails a decrease in the duration of the process. The drying time of honey at a heating temperature of 60 °C is approximately 40% less than at a temperature of 30 °C. The higher the drying temperature, the greater the specific energy consumption was observed during dehydration of honey. The smallest specific energy consumption was observed during the drying of honey with a heat flux density of 9 kW / m² at a heating temperature of 30 °C and amounted to 0.66 kW / kg of moisture. An increase in heat flux density from 2 to 9 kW / m² entails a decrease in quality indicators by an average of 9%. The residual pressure relatively weakly affects the organoleptic characteristics of dry honey: with an increase in the residual pressure from 2 to 6 kPa, the organoleptic assessment increased only by 2 points. The duration of dehydration is increased by 55 minutes. The smallest specific energy consumption was observed at a residual pressure of 4-5 kPa. As a result of the studies, favorable conditions were established for vacuum dehydration of honey: heating temperature – 30-40 °C, heat flux density – 6-7 kW / m² and residual pressure – 4 kPa.

Keywords: vacuum drying, honey, temperature, residual pressure, modes

References

- Aznabaeva, M. R., & Bagautdinov, I. I. (2017). *Primenenie meda dlya sozdaniya konditerskikh izdelii, bezalkogol'nykh napitkov s vysokoi pishchevoi tsennost'yu* [Application of honey for creating confectionery products, soft drinks with high nutritional value]. In *Sostoyanie i perspektivy uvelicheniya proizvodstva vysokokachestvennoi produktsii sel'skogo khozyaistva. Materialy I sovmestnoi s institutom zhivotnovodstva Tadzhikskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [State and prospects of increasing the production of high-quality agricultural products. Proceedings of the 1st international scientific and practical conference jointly with the Institute of animal husbandry of the Tajik Academy of agricultural Sciences] (pp. 261–263). Ufa: Bashkirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet.
- Byshov, D. N., Kashirin, D. E., Gobelev, S. N., Morozov, S. S., & Protasov, A. V. (2016). K voprosu vakuumnoi infrakrasnoi sushki pergi [On the issue of vacuum infrared drying of Perga]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva* [Bulletin of the Ryazan state agrotechnological University named after P.A. Kostychev], 1, 56–59.
- Vatolina, M. N., & Madonova, S. V. (2017). Pishchevaya tsennost' i veterinarno-sanitarnaya ekspertiza natural'nogo pchelino meda [Food value and veterinary and sanitary expertise of natural bee honey]. *Molodezh' i nauka* [Youth and science], 6, 28.
- Gordina, F. V., & Artemenko, A. P. (2012). Pishchevaya tsennost' i ekspertiza kachestva monoflornogo i poliflornogo tsvetochnogo meda, realizuemogo v trgovoi seti g. Ekaterinburga [Nutritional value and quality expertise of monoflora and polyflora flower honey sold in the trade network of Yekaterinburg]. *Agroproduktov'stvennaya politika Rossii* [Agri-Food policy of Russia], 10, 42–44.
- Ermolaev, V. A. (2010). Vakuumnoe kontsentririrovanie molochno-belkovykh produktov [Vacuum concentration of milk and protein products].

- tration of milk and protein products]. *Molochnaya promyshlennost' [Dairy industry]*, 7, 62–63.
- Ermolaev, V. A., & Zakharov, S. A. (2009). *Teoreticheskoe obosnovanie osnov konservirovaniya sushkoi i prakticheskaya realizatsiya tekhnologii vakuumnoi sushki tvoroga: monografiya [Theoretical justification of the basics of canning by drying and practical implementation of the technology of vacuum drying of cottage cheese. Monograph]*. Kemerovo: KemTIPP.
- Kalabukin, N. A. (2008). Kaloriinost' i pishchevaya tsennost' meda [The caloric and nutritional value of honey]. *Pchelovodnyi vestnik [Beekeeping Bulletin]*, 8, 13–14.
- Lotsmanov, A. S., Nazimova, G. I., & Romanov, A. S. (2011). Ispol'zovanie produktov pchelovodstva dlya povysheniya pishchevoi tsennosti tortov i pirozhnykh [Using bee products to increase the nutritional value of cakes and pastries]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv: nauchno-tekhnicheskii zhurnal [Technique and technology of food production: scientific and technical journal]*, 3, 71–77.
- Malakhova, T. A., & Salatkova, N. P. (2016). Tekhnologiya polucheniya shashlyka «pikantnyi» s ispol'zovaniem poroshka sukhogo meda [Technology for obtaining shashlik «piquant» using dry honey powder]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal [International research journal]*, 12(3), 125–128.
- Naumkin, V. P. (2010). Pitatel'naya tsennost' meda s grechikhi [Nutritional value of honey from buckwheat]. In *Innovatsionnye fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v oblasti khimii sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu. Materialy III Mezhdunarodnoi Internet-konferentsii [Innovative fundamental and applied research in the field of chemistry for agricultural production. Proceedings of the 3rd international Internet conference]* (pp. 67–68). Orel: Orlovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni N.V. Parakhina.
- Naumkin, V. P. (2011). Aminokislotnyi sostav lipovogo meda [Amino Acid composition of lime honey]. *Pchelovodstvo [Beekeeping]*, 9, 54–55.
- Nezalenova, A. A., Gusarova, A. V., & Kulakov, V. V. (2018). Otsenka botanicheskogo proiskhozhdeniya i biologicheskoi tsennosti natural'nogo tsvetoch-nogo meda [Evaluation of the Botanical origin and biological value of natural flower honey]. In *Molodye issledovateli – novye resheniya dlya APK. Materialy Mezhhregional'noi studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Young researchers – new solutions for agriculture. Proceedings of the Interregional student scientific and practical conference]* (pp. 103–108). Ryazan': Izdatel'stvo Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta.
- Nuzhdin, A. S. (1988). *Osnovy pchelovodstva [Fundamentals of beekeeping]*. Moscow: Agropromizdat.
- Osintseva, L. A. (2000). *Med i vosk – osnovnye produkty pchelovodstva [Honey and wax-the main products of beekeeping]*. Novosibirsk: Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet.
- Pakhomov, V. I., Braginets, S. V., Bakhchevnikov, O. N., & Rukhlyada, A. I. (2016). Issledovanie protsessa vakuumnoi SVCh-sushki zelenoi rastitel'noi massy [Investigation of the process of vacuum microwave drying of green plant mass]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [News of the Gorsky state agrarian University]*, 53(4), 187–192.
- Semenov, E. V. Slavyanskii, A. A., Moiseyak, M. B., Shterman, S. V., & Il'ina, V. V. (2003). *Kristallizatsiya sakharozy kak diffuzionnyi protsess [Crystallization of sucrose as a diffusion process]*. *Sakhar [Sugar]*, 1, 48–51.
- Semenov, E. V., Slavyanskii, A. A., & Il'ina, V. V. (2004). *Modelirovanie rosta kristalov sakharozy iz ee rastvorov [Modeling the growth of sucrose crystals from its solutions]*. *Sakhar [Sugar]*, 4, 37–40.
- Semenova, A. A., Ivankin, A. N., Nasonova, V. V., & Gundyreva, M. I. (2015). Vliyanie vakuumnoi sushki na ustoichivost' myasnoi produktsii k okislitel'noi porche [Influence of vacuum drying on the stability of meat products to oxidative spoilage]. *Vse o myase [All about meat]*, 1, 16–19.
- Filippov, P. I., & Filippova, V. P. (2003). *Med i drugie produkty pchelovodstva v pitanii i meditsine [Honey and other bee products in nutrition and medicine]*. Rostov-on-Don: Feniks, 2003.
- Tsyganova, T. B., Kuznetsova, L. S., & Kostyuchenko, M. N. (2006). Primenenie produktov pchelovodstva v konditerskom proizvodstve [Application of bee products in confectionery production]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo [Confectionery and bakery production]*, 6, 1–3.
- Chernenkova, A. A., & Chernenkov, E. N. (2014). Vozmozhnost' povysheniya biologicheskoi tsennosti sakharного pechen'ya putem dobavleniya v retsepturu pyl'tsy-obnozhki i meda [The Possibility of increasing the biological value of sugar cookies by adding pollen and honey to the recipe]. In *Khimiya v sel'skom khozyaistve. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii dlya studentov i aspirantov [Chemistry in agriculture. Proceedings of the all-Russian scientific and practical conference for students and postgraduates]* (pp. 291–295). Rostov-on-Don: Yuzhnyi federal'nyi universitet.
- Shilov, A. I., Litvinova, E. V., Taryanskaya, N. V., & Shilov, O. A. (2007). Osobennosti tekhnologii polucheniya tvorozhnoi massy s dobavleniem meda

[Features of technology for obtaining curd mass with the addition of honey]. *Uspekhi sovremenno-go estestvoznaniya* [*Advances in modern natural science*], 8, 78–80.

Ermolaev, V. A. (2018). Research of vacuum drying peculiarities of wild berries [Research of vacuum drying peculiarities of wild berries]. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 8(4), 3483–3489.