Научная статья
УДК 638.165.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ ВАКУУМНОЙ СУШКИ МЕДА И ПЧЕЛИНОГО МАТОЧНОГО МОЛОЧКА

В.А. Ермолаев[1,*]

[1] Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкова, Кемерово, Россия
[*] E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Аннотация. Приведено описание полезных качеств меда, а также его физико-химические показатели и микроэлементный состав. Рассмотрены физико-химические показатели пчелиного маточного молочка. Отмечено, что в пчелином маточном молочке находится свыше 400 полезных веществ, благоприятно действующих на различные функции организма человека. Рассмотрены различные способы сушки меда и пчелиного маточного молочка. Приведены результаты экспериментальных исследований по вакуумной сушки меда и пчелиного маточного молочка. Рассмотрен импульсный и ступенчатый способ подвода теплоты при вакуумной сушке меда и пчелиного маточного молочка. Путем экспериментальных исследований была выявлена целесообразность применения импульсного способа подвода теплоты при вакуумной сушке пчелиного маточного молочка и меда. Произведена органолептическая оценка сухого меда и пчелиного маточного молочка. Определены удельные энергозатраты при вакуумной сушке меда и пчелиного маточного молочка.

Ключевые слова: *мед; пчелиное маточное молочко; вакуумная сушка; массовая доля влаги; органолептические показатели.*

Для цитирования: Ермолаев В.А. Исследование эффективности импульсной вакуумной сушки меда и пчелиного маточного молочка // *Вестник науки и образования Северо-Запада России*. 2025. Т. 11. № 1. С. 28–44.

Original article

STUDY OF THE EFFICIENCY OF IMPULSE VACUUM DRYING OF HONEY AND ROYAL JELLY

V.A. Ermolaev[1,*]

[1] Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov, Kemerovo, Russia
[*] E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Abstract. The article describes the beneficial properties of honey, as well as its physicochemical properties and microelement composition. The physicochemical properties of royal jelly are considered. It is noted that royal jelly contains over 400 beneficial substances that have a beneficial effect on various functions of the human body. Various methods of drying honey and royal jelly are considered. The results of experimental studies on vacuum drying of honey and royal jelly are presented. The pulse and step methods of heat supply during vacuum drying of honey and royal jelly are considered. Based on the experimental studies, the expediency of using the pulse method of heat supply during vacuum drying of royal jelly and honey was revealed. An organoleptic assessment of dry honey and royal jelly was made. Specific energy consumption during vacuum drying of honey and royal jelly was determined.

Key words: *honey; royal jelly; vacuum drying; moisture content; organoleptic properties.*

For citation: Ermolaev V.A. Study of the efficiency of pulse vacuum drying of honey and royal jelly. *Journal of Science and Education of North-West Russia*. 2025. V. 11. No 1. pp. 28–44.

Введение

В мёде преобладающим компонентом (около 75% от общей массы) являются сахара, такие как фруктоза, глюкоза и сахароза. Данные компоненты являются причиной достаточно высокой калорийности мёда. В данном продукте также присутствует цветочная пыльца, которая содержится в незначительных количествах, тем не менее, обогащая при этом продукт дополнительными минеральными веществами и витаминами [1, 2, 3, 4]. Именно благодаря пыльце, содержащейся в мёде, он обогащается витаминами группы В, биотином, витамином А, Н и др. Стоит отметить, что в настоящее время указанная цветочная пыльца продается как самостоятельный продукт, а также добавляется в определенной дозировке непосредственной в сам мёд [5].

В данном натуральном продукте присутствует порядка 40 макро- и микроэлементов [6]. Среди них магний, калий, медь, железо, йод, фосфор, цинк, марганец и др. За счет того, что в мёде содержится железо и марганец, он способствует процессам кроветворения [7, 8, 9]. Кроме того, некоторые минеральные вещества в мёде содержатся в таком же соотношении как и в крови человека, что является дополнительным фактором, обуславливающим его лечебные свойства [10, 11, 12, 13].

Диастазное число является основным показателем качества натурального мёда и его зрелости. Чем он выше, тем лучше считается мёд. Что касается оксиметилфурфурола, то его присутствие нежелательно в данном продукте. Его наличие в 1 кг данном продукте свыше 25 мг свидетельствует о том, что либо мёд был получен с нарушением технологических режимов, либо он превысил допустимые сроки хранения, либо продукт является фальсифицированным [14, 15].

Маточное молочко представляет собой секрет аллотрофических желез рабочих пчел. Это вещество пчелы носят в маточник – особую восковую капсулу, в которой находится яйцо будущей пчелиной матки. Благодаря своему особому сбалансированному составу пчелиное маточное молочко обладает уникальными фармакологическими свойствами [16].

Благоприятное действие от употребления маточного молочка было открыто еще в древности. В средние века из-за сложностей получения данного продукта, он стоило очень дорого и позволить его себе могли только короли и состоятельные князья. Однако даже сейчас пчелиное маточное молочко не может стоить дешево по определению. Ведь для сбора всего 1 грамма указанного вещества необходимо обработать 3-5 маточников. При этом маточное молочко пчелы выделяют только в определенный период года [17, 19].

По внешнему виду маточное молочко представляет непрозрачную густоватую жидкость молочно-белого или кремового оттенка. Вкус у данного вещества – кисловатый с острым привкусом [20].

В пчелином маточном молочке находится свыше 400 полезных веществ, благоприятно действующих на различные функции организма человека [21, 22]. Из всех известных биологически-активных продуктов маточное молочко является одним из лучших продуктов по степени сбалансированности микроэлементов [23].

Массовая доля сухих веществ в маточном молочке составляет 30-40%. Из них белки составляют 10-50%, минеральные вещества – 0,7-1,5%, содержание углеводов и липидов составляет порядка 15-40% и 2-10% соответственно.

Показатели качества пчелиного маточного молочка нормируются ГОСТ 28888-90 [24].

В состав пчелиного маточного молочка входят гликопротеиды, которые являются важным структурным элементом клеточных мембран живых организмов. Кроме того, данный продукт содержит цинксодержащий белок, обладающий гормоноподобным действием. В незначительном количестве присутствуют также протеазы, амилаза,

глюкозооксидаза, аскорбиноксидаза и др. Из всех аминокислот, присутствующих в пчелином маточном молочке, по массовой доле наиболее выделяются такие как пролин и оксипролин – их концентрация в продукте составляет до 80% от общего содержания аминокислот. В процессе хранения пчелиного маточного молочка наблюдается повышение содержания аминокислот, что может быть обусловлено процессом протеолиза белков.

Липиды и липоиды в маточном молочке представлены такими соединения как стерины, фосфолипиды, глицериды, воск, а также жирные кислоты.

В маточном молочке отмечено достаточно большое количество свободных жирных кислот. Из них большая часть представлена 10-гидроокси-2-деценовой кислотой. Присутствие относительно большого количества жирных кислот обуславливает повышение биологической ценности продукта. Однако при этом начинает проявляться снижение устойчивости продукта к воздействию температуры, света и других физических факторов.

Углеводы в маточном молочке представлены в основном дисахаридами и моносахаридами. В меньшем количестве присутствуют также гентабиоза, трегалоза, тураноза и др. В процессе хранения маточного молочка в нем появляется глюконовая кислота.

В пчелином маточном молочке присутствуют также водорастворимые витамины: биотин, инозин, витамины группы В, фолиевая кислота и т.д.

Содержание биологически-активных веществ маточного молочка по различным данным представлено в табл. 1 [25].

Таблица 1 – Содержание биологически-активных веществ в пчелином маточном молочке

Наименование компонента	Беглер	Лингенс	Джаколи
Тиамин, мкг/г	1,2-18,0	1,2-18,0	6,88
Рибофлавин, мкг/г	6-28	6-28	9,23
Пиридоксин, мкг/г	8-10	2,2-50,0	39,60
В12, мкг/г	-	-	0,49
Никотиновая кислота, мкг/г	-	48-125	140,80
Пантотеновая кислота, мкг/г	89-511	104-200	180
Фолиевая кислота, мкг/г	-	0,16-0,5	-
Биотин, мкг/г	1,7-4,0	3,6-4,0	-
Инозитол, мкг/г	178-400	78-150	-
Ниацин, мкг/г	-	60-105	-
Ацетилхолин, мг/г	-	0,8-1,2	-

Стоит отметить, что состав пчелиного маточного молочка может варьироваться в зависимости от происхождения пчел. Так, например, массовая доля сахарозы в маточном молочке, полученном в Китай может в 2 раза превосходить данный показатель маточного молочка, полученного в Европе [26].

Употребление пчелиного маточного молочка оказывает заметное фармакологическое действие на организм человека. В первую очередь это проявляется в повышении иммунитета. Оно оказывает также тонизирующее действие, способствуя повышению выносливости и работоспособности. Из числа положительных эффектов воздействия пчелиного маточного молочка можно отметить снижение уровня сахара в крови, нейтрализацию свободных радикалов, улучшение сократительной функции миокарда, стимуляцию кроветворения, предотвращение развития кожных заболеваний и множество других факторов.

Сушка меда и пчелиного маточного молочка имеет актуальность с целью сохранения нативных свойств и полезных составляющих. Однако, мед и пчелиное маточное молочко являются термолабильными продуктами, что требует изыскание высокоэффективных

способов сушки которые позволят сохранить все свойства данных продуктов которыми они обладили до высушивания. В связи, с чем научная проблематика заключается анализе и совершенствовании способов и устройств сушки меда и пчелиного маточного молочка, обеспечивающих сохранение ценных свойств указанных продуктов.

На основании выше рассмотренных преимуществ меда и пчелиного маточного молочка была сформулирована цель исследований. Цель исследований – оценка эффективности импульсной вакуумной сушки меда и пчелиного маточного молочка.

Сушка меда

Для обезвоживания мёда был разработан ряд способов. Так, например, в изобретении [47] предлагается способ получения порошкообразного мёда, который заключается в его смешении с порошкообразной пыльцой и сушкой до содержания влаги менее 10%. Массовая доля самого мёда к общей массе получаемого сухого продукта составляет от 15 до 50%.

В другом способе [48] предлагается смешивать мёд с рядом добавок, в числе которых глюкоза, крахмал, мальтодекстрин, циклодекстрин, крахмальный сахар и др. После смешения мёда с добавками и однородного их распределения в массе, осуществляют сушку, которая может осуществляться различными способами: путем заморозки, в условиях вакуума, с помощью нагретого воздуха.

Известен способ получения порошкообразного сухого мёда [26], который заключается в том, что в мёд также вносят добавки - кристаллическую глюкозу и фруктозу. Образующуюся смесь подвергают обезвоживанию с использованием комбинированного радиационно-конвенционного метода. Сушку осуществляют путем одновременного подвода инфракрасного излучения и нагретого воздуха. Полученная сухая масса дополнительно подвергается измельчению до состояния порошка. После этого в продукт вносят натуральный мёд в количестве 15-25% от массы порошка. Далее смесь вновь подвергается сушке и указанный цикл повторяется до тех пор, пока концентрация натурального мёда в продукте не достигнет 70% от общей массы порошка. Схема указанной технологии приведена на рис. 1 [26].

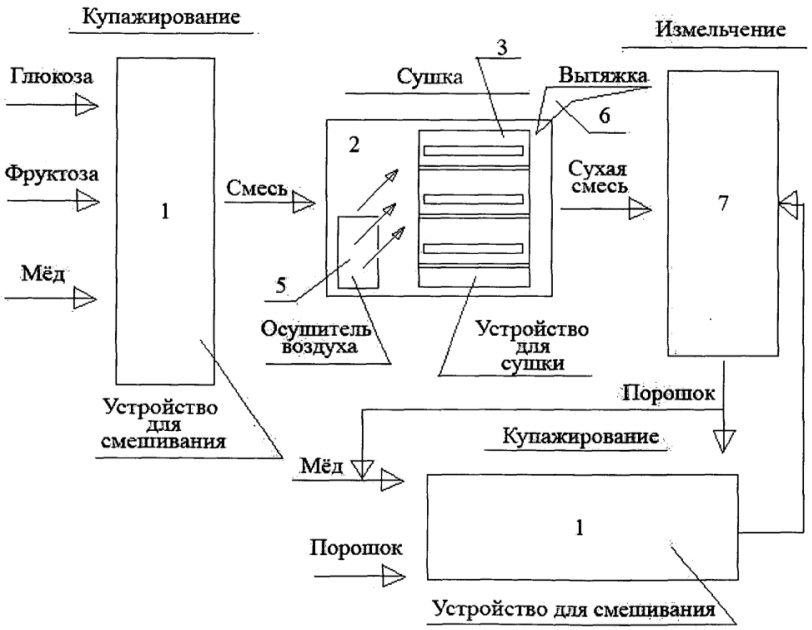


Рисунок 1 – Технология получения сухого мёда:
1 – устройство для купажирования; 2 – сушильная камера; 3 – инфракрасные лампы;
5 – осушитель воздуха; 6 – устройство конвективной сушки; 7 – измельчитель

В одной из научных публикаций [27] проводилось исследование порошка мёда, обезвоженного на универсальном сушильно-дробильном оборудовании ЮВЭТ 005 (рис. 2).



Рисунок 2 – Универсальная сушильно-дробильная установка ЮВЭТ 005

Данная установка позволяет осуществлять сушку продукта до влажности 6-8% и производить его измельчение до дисперсности 5-100 мкм.

Порошок сухого мёда, полученный на вышеуказанной установке, характеризовался отсутствием гигроскопических свойств, после кристаллизации консистенция была плотной, от мелкозернистой до крупнозернистой структуры. При этом отсутствовали признаки брожения данного продукта, а содержание токсичных элементов не превышала нормы, установленные СанПиН 2.3.2.1078-01.

В табл. 2 приведено содержание некоторых минеральных веществ в порошке сухого мёда [27].

Таблица 2 – Минеральные вещества в порошке сухого мёда

Элемент	Массовая доля
Калий, мг/100 г	20
Кальций, мг/100 г	36
Цинк, мг/кг	0,44
Железо, мг/кг	7,48
Медь, мг/кг	0,157
Натрий, мг/100 г	7
Фосфор, мг/100 г	42

Удаление влаги из мёда обуславливает повышение содержания сухих веществ, в том числе полезных минеральных. Из представленных элементов наиболее всего выделяется фосфор (42 мг/100 г). Также видно, что в порошке сухого мёда достаточно большое количество кальция и калия.

Сушка пчелиного маточного молочка

Сушка маточного молочка является одним из наиболее перспективных методов переработки данного продукта. Сухое маточное молочко обладает повышенными сроками хранения и может использоваться для обогащения различных продуктов пищевого и

медицинского назначения. В последнем случае маточное молочко может выпускаться в форме порошков, таблеток, растворов, свечей, инъекций и т.д.

Обезвоживать пчелиное маточное молочко желательно как можно скорее после сбора для предотвращения порчи продукта. НИИ пчеловодства рекомендует хранить свежесобранное маточное молочко до сушки в течение не более 24 часов при температуре -6ºС. Для продления сроков хранения в нативное маточное молочко можно добавлять адсорбент, например лактозу с небольшим количеством глюкозы.

Сушка является эффективным способом переработки пчелиного маточного молока. По результатам исследований в институте пчеловодства после вакуумной сушки пчелиное маточное молочко сохраняет свои качественные характеристики [40, 41, 42, 43, 44]. Наряду с вакуумной сушкой, сублимационное обезвоживание также может с успехом применяться для переработки данного продукта [45].

В работе [46] отмечается, что наиболее распространенными способами стабилизации биологической активности маточного молочка при его получении, переработке и хранении в настоящее время являются сублимационное высушивание (лиофилизация).

Известен способ получения сухого пчелиного маточного молочка [49]. Процесс осуществляют в две стадии в вакуумной сушильной установке. Вначале пчелиное маточное молочко концентрируют при остаточном давлении 2-3 кПа и температуре в камере 70±3° С в течение 5 часов до концентрации сухих веществ 58-60 % (первая стадия), после чего сушат до концентрации сухих веществ 90-95% при том же остаточном давлении и температуре в камере 35±3° С (вторая стадия). Предлагаемое изобретение позволяет в высокой степени сохранить термолабильные компоненты пчелиного маточного молочка, так как на протяжении всего процесса концентрирования температура продукта за счет интенсивного кипения (самоохлаждения) не превышает 30-35° С.

Стоит отметить, что работ и исследований по сушке пчелиного маточного молочка относительно не большое количество.

Методика проведения эксперимента и схема экспериментальной установки

Схема вакуумной сушильной установки для обезвоживания меда и пчелиного маточного молочка приведена на рисунке 3 [45, 46].

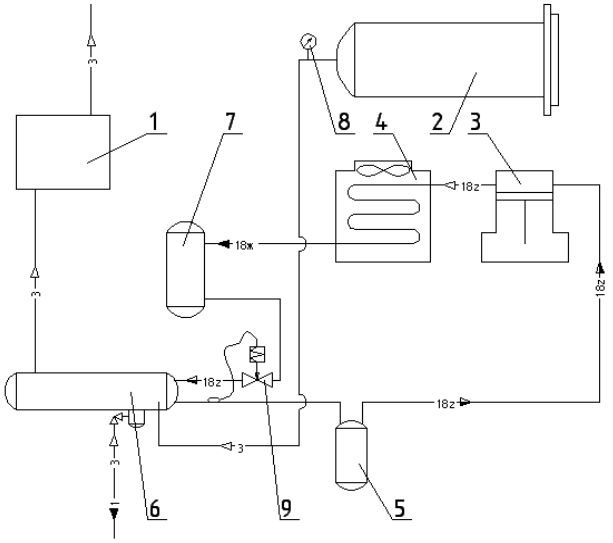


Рисунок 3 – Схема вакуумной сушильной установки:
1-насос вакуумный; 2-камера вакуумная; 3-компрессор; 4-конденсатор; 5-отделитель жидкости; 6-десублиматор; 7-рессивер; 8-вакуумметр; 9-терморегулирующий вентиль

Непосредственно процесс сушки осуществляется в вакуумной сушильной камере, схема которой приведена на рисунке 4. Длина данной камеры составляет около 530 мм, диаметр – 290 мм. Продукт в камере укладывается на специальный поддон, установленный на датчик массы.

Подвод теплоты к продукту осуществляется от двух инфракрасных ламп, размещенных в камере сверху и снизу на расстоянии около 70 мм от поддона. Мощность каждой лампы составляет 1 кВт. В камере предусмотрена возможность регулировки расстояния между инфракрасными лампами и поддоном с продуктом. Цилиндрические стенки рабочей камеры помогают фокусировать лучистый поток от излучателей на высушиваемом продукте. Излучение от инфракрасных ламп может осуществляться как непрерывным так и импульсным способом.

Рабочая камера закрывается крышкой из органического стекла, толщиной 40 мм. Для обеспечения герметичности между крышкой и корпусом укладывается уплотнение в виде паранитовой прокладки толщиной 2 мм. В камере также размещены датчики температуры и давления.

Крышка стягивается к корпусу с помощью болтов, расположенных радиально по всей окружности. Камера с помощью трубопровода соединена с десублиматором, который представляет собой цилиндрическую емкость с размещенным внутри змеевиковым испарителем холодильной машины. Десублиматор необходим для вымораживания влаги, содержащейся в удаляемом воздухе с целью снижения нагрузки на вакуумное оборудование. В нижней части десублиматора имеется вентиль, который служит для разгерметизации воздушного тракта и удаления намерзшей на испарителе влаги.

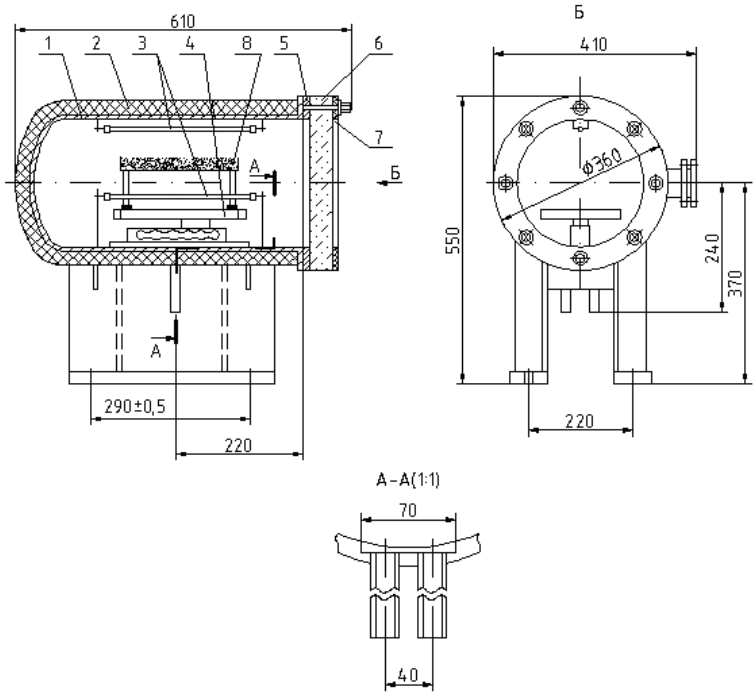


Рисунок 4 – Камера сушки:
1-корпус; 2-теплоизоляция; 3-нагреватели; 4-весы; 5-вакуумная резина; 6-оргстекло; 7-поджимающее кольцо; 8-продукт

Сам холодильный агрегат представляет собой простейшую одноступенчатую холодильную машину, включающую компрессор, конденсатор, испаритель, отделитель жидкости, ТРВ и ресивер.

Разряжение в рабочей камере создается с помощью вакуумного насоса, который соединен трубопроводом с десублиматором. Влага намораживается на поверхности змеевика испарителя в десублиматоре. Это снижает нагрузку на вакуумный насос, а также интенсифицирует процесс удаления влаги из продукта за счет того, что устанавливается разность парциальных давлений в десублиматоре и сушильной камере.

Экспериментальные исследования сушки меда и пчелиного маточного молочка

При сушке высоковлажных пищевых продуктов перенос влаги внутри материала по большей части происходит в виде жидкости. При этом внутри продукта осуществляется массоперенос ценных водорастворимых веществ. В процессе сушки из-за значительных градиентов влажности в продукте может происходить коробление и растрескивание, что особенно характерно для начальных стадий сушки, когда данный градиент достигает большого значения.

В процессе обезвоживания и нагрева продукта градиент температур снижается, термоградиентный коэффициент при увеличении температуры материала также снижается и начинается перемещение влаги из центра продукта к периферии, что обуславливается возникающим градиентом влажности. При этом особое значение приобретает интенсификация тепло- и массообмена при различных способах подвода теплоты.

Одним из возможных вариантов интенсификации удаления влаги из пищевых продуктов является применение переменных параметров сушки, в том числе прерывистое облучение [36]. При таком способе подвода теплоты происходит чередование нагрева продукта с периодами отлежки, когда к материалу не подводится теплота. При отлежке происходит инверсия температурного градиента и осуществляется более интенсивный влагоперенос к периферии продукта, где происходит испарение влаги.

Одним из преимуществ прерывистого облучения является возможность избежать перегрев материала, что особенно актуально, когда речь идет об обезвоживании биологически-активных продуктов. Таким образом, импульсный способ подвода теплоты дает возможность осуществлять сушку при относительно невысоких температурах, не снижая скорости удаления влаги. При этом также снижаются расходы на электроэнергию.

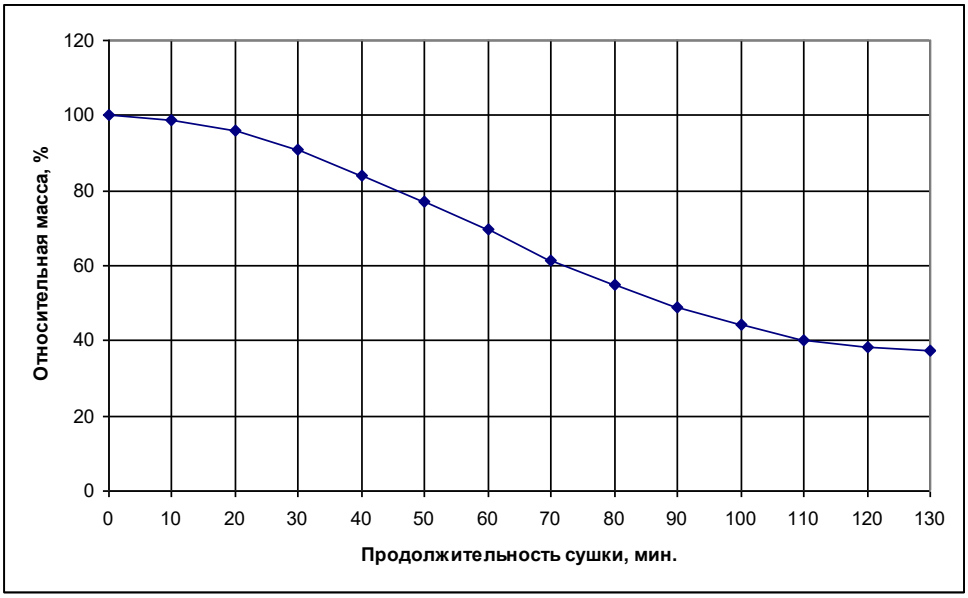
Для сравнения были проведены эксперименты по вакуумной сушке при ступенчатом и импульсном способе подвода теплоты. Рассмотрим особенности каждого из способов.

При ступенчатом способе подвода теплоты плотность теплового потока устанавливается максимально заданной до тех пор, пока температура продукта не достигнет необходимой величины. После этого происходит ступенчатое снижение тепловой нагрузки для того, чтобы температура продукта не превышала установленную.

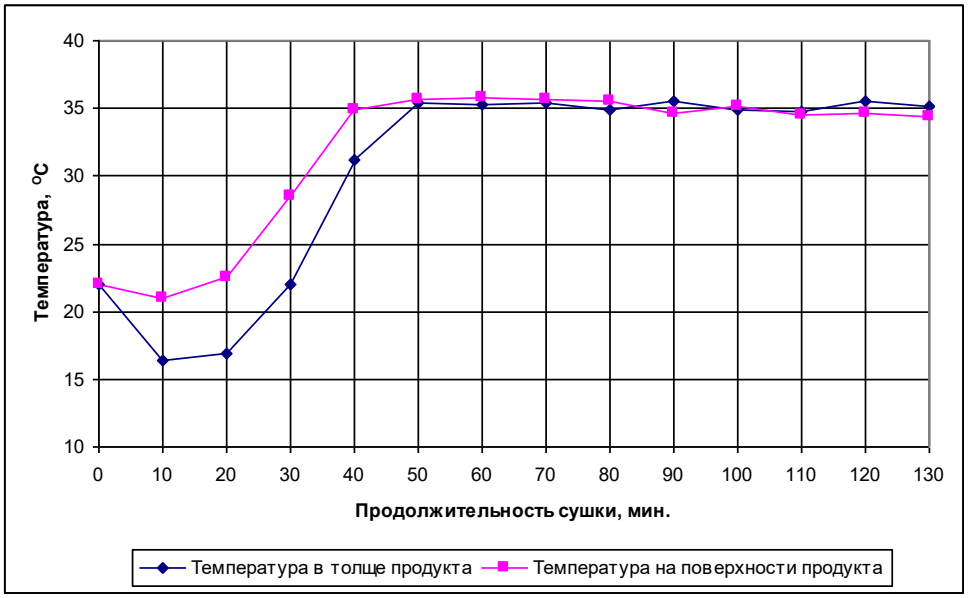
При импульсном способе подвода теплоты регулирование температуры нагрева осуществляется путем включения и выключения нагревателей. При этом в момент работы нагревателя его плотность теплового потока устанавливается на максимальное значение. В обоих способах подвода теплоты поддержание температуры осуществляется автоматически.

При экспериментальном исследовании влияния способа подвода теплоты параметры сушки для каждого вида продукта оставались неизменными и составляли оптимально подобранные. Эффективность того или иного способа подвода теплоты оценивали по продолжительности удаления влаги, органолептическим показателям и энергозатратам.

На рис. 5 и 6 приведены графики изменения температуры и относительной массы пчелиного маточного молочка при ступенчатом и импульсном способе подвода теплоты. Графики по сушке меда не приводили, так как они имеют аналогичный характер.



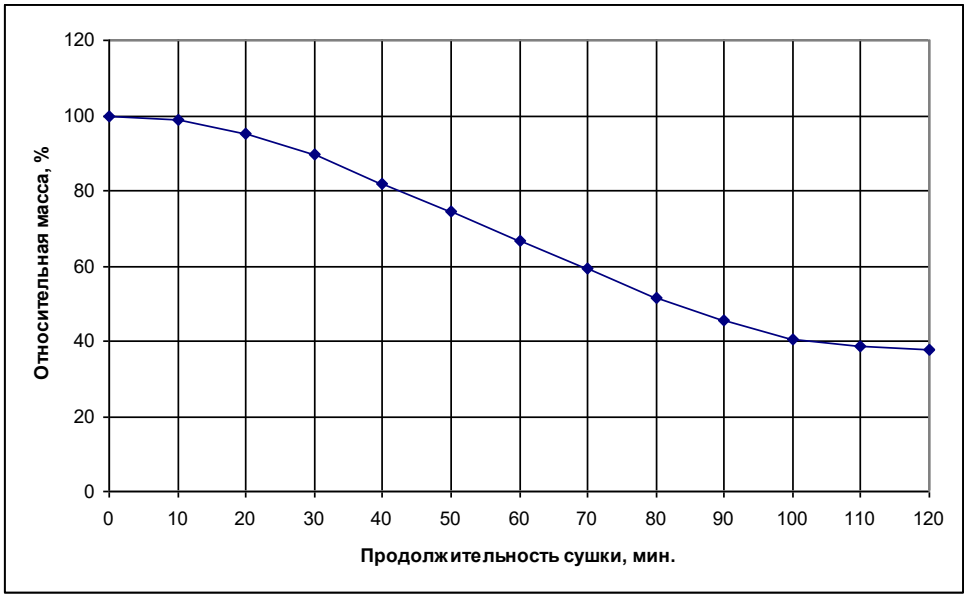
а



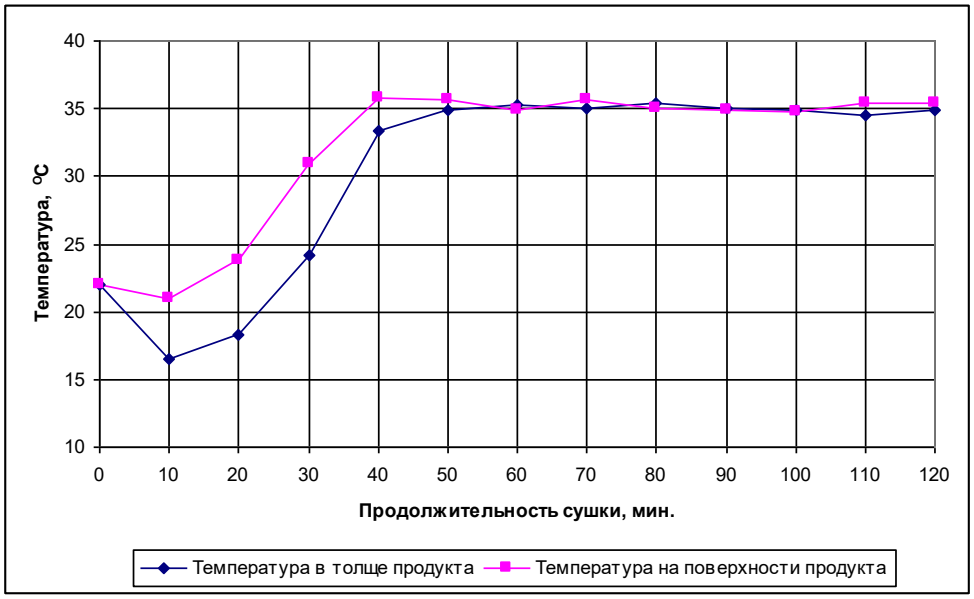
б

Рисунок 5 – Графики изменения относительной массы (а) и температуры (б) в процессе вакуумной сушки пчелиного маточного молочка при ступенчатом способе подвода теплоты

ISSN 2413–9858



а



б

Рисунок 6 – Графики изменения относительной массы (а) и температуры (б) в процессе вакуумной сушки пчелиного маточного молочка при импульсном способе подвода теплоты

Представленные данные свидетельствуют о том, что при импульсном способе подвода теплоты продукт прогревается за меньшее время и удаление влаги осуществляется быстрее, чем при ступенчатом способе подвода теплоты. Это обусловлено тем, что при использовании импульсного способа нагрева в период подвода теплоты продукт нагревается. В момент, когда теплота не подводится, за счет интенсивного испарения температура поверхностных слоев снижается и приближается к температуре в центре продукта. Градиент температуры при этом наименьший и происходит интенсивный влагоперенос к поверхностным слоям продукта.

Результаты органолептической оценки обезвоженных продуктов, а также энергозатраты при использовании импульсного и ступенчатого способа подвода теплоты, приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Показатели эффективности вакуумной сушки при ступенчатом и импульсном способе подвода теплоты

Продукт	Способ подвода теплоты	
	Ступенчатый	Импульсный
Органолептическая оценка, баллы		
Мёд	43 из 50	45 из 50
Пчелиное маточное молочко	37 из 40	38 из 40
Удельные энергозатраты, кВт/кг влаги		
Мёд	1,06	0,98
Пчелиное маточное молочко	1,25	1,11

Выше представленные данные свидетельствуют о том, что применение импульсного способа подвода теплоты позволяет в общем случае на 1-2 балла повысить органолептическую оценку и снизить энергозатраты на 7-12%.

Заключение

Проведен обзор литературы, рассмотрены различные способы сушки меда и пчелиного маточного молочка. Разработана вакуумная сушильная установка для обезвоживания меда и пчелиного маточного молочка. Данная установка позволяет проводить вакуумную сушку при ступенчатом и импульсном способе подвода теплоты. В соответствии с целью данной статьи были проведены исследования по обоснованию метода импульсной вакуумной сушки меда и пчелиного маточного молочка. Построены кривые сушки – изменения температуры и относительной массы меда и пчелиного маточного молочка при ступенчатом и импульсном способе подвода теплоты. На основании проведения экспериментов установлено, что при импульсном способе подвода теплоты продукт прогревается за меньшее время и удаление влаги осуществляется быстрее, чем при ступенчатом способе подвода теплоты. Проведена органолептическая оценка обезвоженных продуктов, а также оценены энергозатраты при использовании импульсного и ступенчатого способа подвода теплоты. Применение импульсного способа подвода теплоты позволяет на 1-2 балла повысить органолептическую оценку и снизить энергозатраты на 7-12%. На основании чего можно считать, что импульсный способ подвода при вакуумной сушке меда и пчелиного маточного молочка является наиболее предпочтительным.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Макарова, В.Г. Иммунобиологическое действие меда, пыльцы и прополиса // Пчеловодство. 2004. № 5. С. 52 – 53.

2. Шапиро Д.К., Бандюкова В.А., Шеметков М.Ф. Пыльцы растений - концентрат биологически активных веществ. Минск: Наука и техника, 2005. 51 с.

3. Лоцманов А.С. Пыльца-обножка как источник биологически активных веществ // Пищевые продукты и здоровье человека: Тезисы докладов II Всероссийской конференции студентов и аспирантов. Кемерово. 2009. Ч.2. С. 183.

4. Горобец А.В., Бандюкова В.А., Шапиро Д.К., Анихимовская Л.В., Нарижная Т.И. Аминокислотный состав пыльцы (обножки) некоторых медоносных растений // Химия природных соединений. 1981. №5. С. 672-673.

5. Иойриш Н.П. Продукты пчеловодства и их использование. М.: Россельхозиздат. 1976. 176 с.

6. Ватолина М.Н., Мадонова С.В. Пищевая ценность и ветеринарно-санитарная экспертиза натурального пчелиного мёда // Молодежь и наука. 2017. № 6. С. 28.

7. Глотов А.В., Кривцова Л.А., Молостова В.В., Реуцкий И.В. Как вылечить ребёнка мёдом. М.: Эксмо. 2011. 352с

8. Омаров Ш.М. Апитерапия: продукты пчеловодства в мире медицины. Ростов н/Д: Феникс. 2009. 351 с.

9. Хисматуллина Н.З. Апитерапия. Пермь: Мобиле. 2005. 296 с.

10. Хельмут Хорн Лекарства из улья: мёд, пыльца, маточное молочко, пчелиный воск, прополис, пчелиный яд. пер с нем. М.Беляева. М.: АСТ: АСТРЕЛЬ. 2006. 238 с.

11. Бурмистрова Л.А. Перспективный продукт пчеловодства // Пчеловодство. 2005. № 8.

12. Лудянский Э.А. Руководство по апитерапии (лечение пчелиным ядом, мёдом, прополисом, цветочной пыльцой и другими продуктами пчеловодства) для врачей, студентов медицинских вузов и пчеловодов. Вологда: [ПФ "Полиграфист"]. 1994. 462 с.

13. Вахонина Т.В. Пчелиная аптека. Лениздат. 1992. 188 с.

14. Заикина В.И. Экспертиза мёда и способы обнаружения его фальсификации: учебно- практическое пособие. М.: Издательский дом «Дашков и К». 1999. 142 с.

15. Кулаков В.Н., Русакова Т.М. Мёд России: качество и безопасность // Вестн. РАСХН. 2009. №1. С. 91–92.

16. Вахонина Т.В., Бурмистрова Л.А. Маточное молочко и его свойства // Апитерапия сегодня. 1997. С. 74-76.

17. Сокольский С.С. Биотехнологические основы производства и переработки маточного молочка: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Дивово, Рязанской обл., 2000. 38 с.

18. Назин Н.С., Мартынов А.Г. Внедрение технологии получения маточного молочка // Материалы 3-й международной научно-практ. конф. «Инетрмед-2002». М.: МСХ РФ, 2002. С.97-101.

19. Вахонина Т.В., Кривцов Н.И., Бурмисрова Л.А. Маточное молочко: химический состав, свойства, хранение // Современные технологии в пчеловодстве: Материалы научно-практ. конф. 13-15 октября 2003. Рыбное: НИИ пчеловодства. 2004. С.25-29.

20. Крылов В.Н., Сокольский С.С. Маточное молочко пчел. Краснодар: Агропромполиграфист. 2000. 216 с.

21. Лазарян Д.С., Сотникова Е.М., Щелкунов А.В. Электрофоретическое изучение белкового состава расплода пчёл и маточного молочка // Химико-фармацевтический журнал. 2003. №1. С.36-38.

22. Вавилов Ю.Л. Биохимические компоненты маточного молочка медоносной пчелы и их морфогенетическое действие: автореф. дис. … канд. биол. наук. Горький, 1971. 21 с.

23. Осинцева Л.А. Технология, показатели качества, безопасности и товароведная оценка продуктов пчеловодства: учеб. пособие. Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск. 2012. 177 с.

24. Маточное молочко: Пчела и здоровье человека. (под редакцией проф. Т.В. Виноградовой и проф. Г.П. Зайцева. Изд.: Букинист. 1964. 288 с.

25. Брандорф А.З., Ивойлова М.М., Янбо Хью, Хинган Ли Качество маточного молочка у пчел разного происхождения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. № 2 (39). С. 58-62.

26. Патент № 2528707 Российская Федерация, МПК A23L1/08. Способ получения порошка сухого медового / А.П. Полиенко. № 2013122433/13. Заявлено 16.05.2013; Опубл. 20.09.2014.

27. Малахова Т.А., Салаткова Н.П. Исследование порошка сухого мёда // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 826.

28. Конторщикова К.Н., Крылов В.Н., Овчинников А.Н., Тихомирова Ю.Р., Колегова Т.И., Торшакова Г.А. Оценка влияния фармакологической композиции "мёд-маточное молочко-Убихинон-10" на прооксидантно-антиоксидантный гомеостаз спортсменов // Медицинский альманах. 2017. № 2 (47). С. 104-107.

29. Крылова Е.В., Копылова С.В., Кузнецова С.В., Овчинников А.Н. Влияние маточного молочка пчёл и Убихинона-10 на вариабельность сердечного ритма квалифицированных пловцов в период физических нагрузок // Теория и практика физической культуры. 2015. № 1. С. 23-26.

30. Ломова Н.Н., Снежко О.О. Влияние меда, маточного молочка и пыльцы на биотехнологические процессы, происходящие в кисломолочных напитках // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. Т. 2. № 12 (68). С. 62-65.

31. Маннапова Р.Т., Рапиев Р.А. Влияние стресса на степень накопления тяжелых металлов в организме свиней и возможности ускорения их выведения янтарем и маточным молочком пчел // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-12. С. 2655-2662.

32. Шнайдер Н.А., Бахтина Е.А., Камоза Т.Л., Козулина Е.А. Роль маточного молочка в лечении больных дистрофической миотонией // Альманах современной науки и образования. 2008. № 5. С. 147-150.

33. Ермолаев В.А. Разработка технологии вакуумной сушки обезжиренного творога: дисс… канд. техн. наук. Кемерово. 2008. 134 с.

34. Ермолаев В.А., Масленникова Г.А., Комарова Н.А., Федоров Д.Е. Исследование процессов сублимационной сушки ягод // Техника и технология пищевых производств. 2011. №1. С. 67-70.

35. Ермолаев В.А., Шушпанников А.Б. Исследование показателя активности воды сухих молочных продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2010. №2. С. 84-88.

36. Ермолаев В.А., Иваненко О.Н., Онюшев М.В. Разработка температурных режимов вакуумного концентрирования молока // Вестник КрасГАУ. 2016. № 9. С.121-127.

37. Курбанова М.Г., Ермолаев В.А. Исследование гигроскопических свойств и активности воды молочно-белковых концентратов // Вестник КрасГАУ. 2011. №8. С. 233-236.

38. Просеков А.Ю., Ермолаев В.А. Подбор остаточного давления для вакуумного концентрирования жидких молочных продуктов // Достижение науки и техники АПК. 2010. №6. С. 69-70.

39. Ялалетдинова Л.Р., Муталов А.Г., Ишемгулов А.М. Применение маточного молочка и гречишного меда у детей с анемией // Здоровье семьи - 21 век. 2012. № 3 (3). С. 23.

40. Бутейкис Н.Г., Жукова А.А. Приготовление мучных кондитерских изделий: учебное издание под. общ. ред. О.Д. Дорохина. М-во образования РФ, Институт развития проф. Образования. М.: Академия. 2005. 302 с.

41. Васильева Е. Направления развития производства диетических изделий // Хлебопечение России. 2002. №6. С. 32-34.

42. Таранов, Г.Ф. Промышленная технология получения и переработки продуктов пчеловодства. – М.: Пищевая промышленность. 2006. 280 с.

43. Цыганова Т.Б. Применение продуктов пчеловодства в кондитерском производстве // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2006. № 6.

44. Агафонов А.В. Совершенствование технологии производства и переработки маточного молочка. автореф. дисс. … канд. биол. наук. Волгоград. 2017. 22 с.

45. Ермолаев В.А. Исследование процессов вакуумной сушки меда / В.А. Ермолаев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2018. - №6. - С. 111-115.

46. Ермолаев В.А. Разработка режимов вакуумной сушки меда / В.А. Ермолаев, А.А. Славянский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. - №1. – С. 52-58.

47. Патент № 99103775 Российская Федерация, МПК A23L 1/08, A23L 1/076, A23L 1/30. Способ получения биологически активной пищевой добавки/Я.В. Смирнов. № 99103775/13. Заявлено 17.02.1999; Опубл. 27.06.2001

48. Патент № WO2005053431, МПК A23L 1/076, A23L 1/08, (IPC1-7): A23L 1/076. Method for producing honey powder and foods using the honey powder» (Способ получения медового порошка и продуктов с использованием медового порошка). Опубл. 2005-06-16.

49. Патент № 2641720 Способ получения сухого пчелиного моточного молочка / В.А. Ермолаев, М.В. Онюшев; Заявитель ФГБОУ ВПО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет) - №2016145976 Заявл. 23.11.2016; Опубл. 22.01.2018.

REFERENCES

1. Makarova, V.G. *Immunobiologicheskoe dejstvie meda, pyl'cy i propolisa* [Immunobiological action of honey, pollen and propolis] // Beekeeping. 2004. No. 5. P. 52 – 53.

2. Shapiro D.K., Bandyukova V.A., Shemetkov M.F. *Pyl'cy rastenij - koncentrat biologicheski aktivnyh veshchestv* [Plant pollen – a concentrate of biologically active substances]. Minsk: Science and Technology, 2005. 51 p.

3. Lotsmanov A.S. *Pyl'ca-obnozhka kak istochnik biologicheski aktivnyh veshchestv* [Pollen as a source of biologically active substances] // Food products and human health: Abstracts of reports of the II All-Russian conference of students and postgraduates. Kemerovo. 2009. Part 2. P. 183.

4. Gorobets A.V., Bandyukova V.A., Shapiro D.K., Anikhimovskaya L.V., Narizhnaya T.I. *Aminokislotnyj sostav pyl'cy (obnozhki) nekotoryh medonosnyh rastenij* [Amino acid composition of pollen (pollen pellets) of some honey plants] // Chemistry of natural compounds. 1981. No. 5. P. 672-673.

5. Ioyrish N.P. *Produkty pchelovodstva i ih ispol'zovanie* [Beekeeping products and their use]. Moscow: Rosselkhozizdat. 1976. 176 p.

6. Vatolina M.N., Madonova S.V. *Pishchevaya cennost' i veterinarno-sanitarnaya ekspertiza natural'nogo pchelinogo myoda* [Nutritional value and veterinary and sanitary examination of natural bee honey] // Youth and Science. 2017. No. 6. P. 28.

7. Glotov A.V., Krivtsova L.A., Molostova V.V., Reutsky I.V. *Kak vylechit' rebyonka myodom* [How to cure a child with honey]. Moscow: Eksmo. 2011. 352 p.

8. Omarov Sh.M. *Apiterapiya: produkty pchelovodstva v mire mediciny* [Apitherapy: beekeeping products in the world of medicine]. Rostov n / D: Phoenix. 2009. 351 p.

9. Khismatullina N.Z. *Apiterapiya* [Apitherapy]. Perm: Mobile. 2005. 296 p.

10. *Hel'mut Horn Lekarstva iz ul'ya: myod, pyl'ca, matochnoe molochko, pchelinyj vosk, propolis, pchelinyj yad. per s nem* [Helmut Horn Medicines from the Hive: Honey, Pollen, Royal Jelly, Beeswax, Propolis, Bee Venom. transl. from German] by M. Belyaeva. Moscow: AST: ASTREL. 2006. 238 p.

11. Burmistrova L.A. *Perspektivnyj produkt pchelovodstva* Promising Beekeeping Product // Beekeeping. 2005. No. 8.

12. Ludyansky E.A. *Rukovodstvo po apiterapii (lechenie pchelinym yadom, myodom, propolisom, cvetochnoj pyl'coj i drugimi produktami pchelovodstva) dlya vrachej, studentov medicinskih vuzov i pchelovodov* [Guide to Apitherapy (Treatment with Bee Venom, Honey, Propolis, Flower Pollen and Other Beekeeping Products) for Doctors, Medical Students and Beekeepers]. Vologda: [PF "Poligrafist"]. 1994. 462 p.

13. Vakhonina *Pchelinaya apteka* [TV Bee Pharmacy]. Lenizdat. 1992. 188 p.

14. Zaikina V.I. *Ekspertiza myoda i sposoby obnaruzheniya ego fal'sifikacii: uchebno-prakticheskoe posobie* [Honey Examination and Methods for Detecting Its Adulteration: A Textbook-Practical Guide]. Moscow: Publishing House "Dashkov i K". 1999. 142 p.

15. Kulakov V.N., Rusakova *Myod Rossii: kachestvo i bezopasnost'* [TM Honey of Russia: Quality and Safety] // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2009. No. 1. P. 91–92.

16. Vakhonina T.V., Burmistrova L.A. *Matochnoe molochko i ego svojstva* [Royal Jelly and Its Properties] // Apitherapy Today. 1997. P. 74–76.

17. Sokolsky S.S. *Biotekhnologicheskie osnovy proizvodstva i pererabotki matochnogo molochka: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk* [Biotechnological principles of production and processing of royal jelly: author's abstract. diss. … Dr. of Agricultural Sciences]. Divovo, Ryazan region, 2000. 38 p.

18. Nazin N.S., Martynov A.G. *Vnedrenie tekhnologii polucheniya matochnogo molochka* [Implementation of technology for obtaining royal jelly] // Proceedings of the 3rd international scientific-practical. conf. "Intermed-2002". Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2002. Pp. 97-101.

19. Vakhonina T.V., Krivtsov N.I., Burmisrova L.A. *Matochnoe molochko: himicheskij sostav, svojstva, hranenie* [Royal jelly: chemical composition, properties, storage] // Modern technologies in beekeeping: Proceedings of the scientific-practical. conf. October 13-15, 2003. Rybnoye: Research Institute of Beekeeping. 2004. Pp. 25-29.

20. Krylov V.N., Sokolsky S.S. *Matochnoe molochko pchel* [Royal jelly of bees]. Krasnodar: Agroprompoligrafist. 2000. 216 p.

21. Lazaryan D.S., Sotnikova E.M., Shchelkunov A.V. *Elektroforeticheskoe izuchenie belkovogo sostava rasploda pchyol i matochnogo molochka* [Electrophoretic study of the protein composition of bee brood and royal jelly] // Chemical-pharmaceutical journal. 2003. No. 1. Pp. 36-38.

22. Vavilov Yu.L. *Biohimicheskie komponenty matochnogo molochka medonosnoj pchely i ih morfogeneticheskoe dejstvie: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Biochemical components of royal jelly of honey bees and their morphogenetic action: author's abstract. diss. ... candidate of biological sciences]. Gorky, 1971. 21 p.

23. Osintseva L.A. *Tekhnologiya, pokazateli kachestva, bezopasnosti i tovarovednaya ocenka produktov pchelovodstva: ucheb. posobie.* [Technology, quality indicators, safety and commodity evaluation of beekeeping products: textbook]. Novosib. state agrarian University. Novosibirsk. 2012. 177 p.

24. *Matochnoe molochko: Pchela i zdorov'e cheloveka.* [Royal jelly: Bee and human health]. (edited by prof. T.V. Vinogradova and prof. G.P. Zaitsev. Publ.: Bukinist. 1964. 288 p.

25. Brandorf A.Z., Ivoylova M.M., Yanbo Hew, Hingan Li. *Kachestvo matochnogo molochka u pchel raznogo proiskhozhdeniya* [Quality of royal jelly in bees of different origins] // Agrarian science of the Euro-North-East. 2014. No. 2 (39). P. 58-62.

26. Patent No. 2528707 Russian Federation, IPC A23L1/08. *Sposob polucheniya poroshka suhogo medovogo* [Method for obtaining dry honey powder] / A.P. Polienko. No. 2013122433/13. Claimed 16.05.2013; Published 20.09.2014.

27. Malakhova T.A., Salatkova N.P. *Issledovanie poroshka suhogo myoda* [Study of dry honey powder] // Modern problems of science and education. 2015. No. 2-2. P. 826.

28. Kontorshchikova K.N., Krylov V.N., Ovchinnikov A.N., Tikhomirova Yu.R., Kolegova T.I., Torshakova G.A. *Ocenka vliyaniya farmakologicheskoj kompozicii \"myod-matochnoe molochko-Ubihinon-10\" na prooksidantno-antioksidantnyj gomeostaz sportsmenov* [Evaluation of the effect of the pharmacological composition "honey-royal jelly-Ubiquinone-10" on the prooxidant-antioxidant homeostasis of athletes] // Medical almanac. 2017. No. 2 (47). P. 104-107.

29. Krylova E.V., Kopylova S.V., Kuznetsova S.V., Ovchinnikov A.N. *Vliyanie matochnogo molochka pchyol i Ubihinona-10 na variabel'nost' serdechnogo ritma kvalificirovannyh plovcov v period fizicheskih nagruzok* [The effect of royal jelly and Ubiquinone-10 on the heart rate variability of qualified swimmers during physical activity] // Theory and Practice of Physical Culture. 2015. No. 1. P. 23-26.

30. Lomova N.N., Snezhko O.O. *Vliyanie meda, matochnogo molochka i pyl'cy na biotekhnologicheskie processy, proiskhodyashchie v kislomolochnyh napitkah* [The influence of

honey, royal jelly and pollen on biotechnological processes occurring in fermented milk drinks] // East European Journal of Advanced Technologies. 2014. Vol. 2. No. 12 (68). P. 62-65.

31. Mannapova R.T., Rapiyev R.A. *Vliyanie stressa na stepen' nakopleniya tyazhelyh metallov v organizme svinej i vozmozhnosti uskoreniya ih vyvedeniya yantarem i matochnym molochkom pchel* [The influence of stress on the degree of accumulation of heavy metals in the body of pigs and the possibility of accelerating their elimination with amber and royal jelly] // Fundamental Research. 2013. No. 10-12. P. 2655-2662.

32. Schneider N.A., Bakhtina E.A., Kamoza T.L., Kozulina E.A. *Rol' matochnogo molochka v lechenii bol'nyh distroficheskoj miotoniej* [The role of royal jelly in the treatment of patients with dystrophic myotonia] // Almanac of modern science and education. 2008. No. 5. P. 147-150.

33. Ermolaev V.A. *Razrabotka tekhnologii vakuumnoj sushki obezzhirennogo tvoroga: diss… kand. tekhn. nauk.* [Development of technology for vacuum drying of low-fat cottage cheese: diss. Cand. of Engineering Sciences]. Kemerovo. 2008. 134 p.

34. Ermolaev V.A., Maslennikova G.A., Komarova N.A., Fedorov D.E. *Issledovanie processov sublimacionnoj sushki yagod* [Study of processes of freeze-drying of berries] // Equipment and technology of food production. 2011. No. 1. P. 67-70.

35. Ermolaev V.A., Shushpannikov A.B. *Issledovanie pokazatelya aktivnosti vody suhih molochnyh produktov* [Study of the water activity index of dry dairy products // Equipment and technology of food production]. 2010. No. 2. P. 84-88.

36. Ermolaev V.A., Ivanenko O.N., Onyushev M.V. *Razrabotka temperaturnyh rezhimov vakuumnogo koncentrirovaniya moloka* [Development of temperature modes for vacuum concentration of milk // Bulletin of KrasSAU]. 2016. No. 9. P. 121-127.

37. Kurbanova M.G., Ermolaev V.A. *Issledovanie gigroskopicheskih svojstv i aktivnosti vody molochno-belkovyh koncentratov* [Study of hygroscopic properties and water activity of milk protein concentrates] // Bulletin of KrasSAU. 2011. No. 8. P. 233-236.

38. Prosekov A.Yu., Ermolaev V.A. *Podbor ostatochnogo davleniya dlya vakuumnogo koncentrirovaniya zhidkih molochnyh produktov* [Selection of residual pressure for vacuum concentration of liquid dairy products] // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2010. No. 6. P. 69-70.

39. Yalaletdinova L.R., Mutalov A.G., Ishemgulov A.M. *Primenenie matochnogo molochka i grechishnogo meda u detej s anemiej* [Use of royal jelly and buckwheat honey in children with anemia] // Family Health - 21st century. 2012. No. 3 (3). P. 23.

40. Buteykis N.G., Zhukova A.A. *Prigotovlenie muchnyh konditerskih izdelij* [Preparation of flour confectionery products]: educational publication under. general. editorship O.D. Dorokhin. Ministry of Education of the Russian Federation, Institute for the Development of Professional Education. Moscow: Academy. 2005. 302 p.

41. Vasilyeva E. *Napravleniya razvitiya proizvodstva dieticheskih izdelij* [Directions for the development of production of dietary products] // Bread baking of Russia. 2002. No. 6. P. 32-34.

42. Taranov, G.F. *Promyshlennaya tekhnologiya polucheniya i pererabotki produktov pchelovodstva* [Industrial technology for obtaining and processing bee products]. – M.: Food industry. 2006. 280 p.

43. Tsyganova T.B. *Primenenie produktov pchelovodstva v konditerskom proizvodstve* [Application of beekeeping products in confectionery production] // Confectionery and bakery production. 2006. No. 6.

44. Agafonov A.V. *Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva i pererabotki matochnogo molochka. avtoref. diss. ... kand. biol. nauk* [Improvement of the technology of production and processing of royal jelly. author's abstract. diss. … candidate of biological sciences]. Volgograd. 2017. 22 p.

45. Ermolaev V.A. *Issledovanie processov vakuumnoj sushki meda* [Study of honey vacuum drying processes] / V.A. Ermolaev // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2018. No. 6. P. 111-115.

46. Ermolaev V.A. *Razrabotka rezhimov vakuumnoj sushki meda* [Development of honey vacuum drying modes] / V.A. Ermolaev, A.A. Slavyansky // Storage and processing of agricultural raw materials. 2021. No. 1. P. 52-58.

47. Patent No. 99103775 Russian Federation, IPC A23L 1/08, A23L 1/076, A23L 1/30. *Sposob polucheniya biologicheski aktivnoj pishchevoj dobavki* [Method for producing a biologically active food additive] / Ya.V. Smirnov. No. 99103775/13. Claimed 17.02.1999; Published 27.06.2001.

48. Patent No. WO2005053431, IPC A23L 1/076, A23L 1/08, (IPC1-7): A23L 1/076. Method for producing honey powder and foods using the honey powder». Published 2005-06-16.

49. Patent No. 2641720 *Sposob polucheniya suhogo pchelinogo motochnogo molochka* [Method for obtaining dry royal jelly] / V.A. Ermolaev, M.V. Onyushev; Applicant FSBEI HPE Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University) - No. 2016145976 Claimed 23.11.2016; Published 22.01.2018.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ	INFORMATION ABOUT THE AUTHOR
Ермолаев Владимир Александрович – доктор технических наук, доцент, Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкова (650056, Россия, г. Кемерово, ул. Марковцева 5, e-mail: ermolaevvla@rambler.ru)	*Ermolaev Vladimir Alexandrovich* – Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov (650056, Russia, Kemerovo, Markovtseva st. 5, e-mail: ermolaevvla@rambler.ru)

Статья поступила в редакцию 10.01.2025; одобрена после рецензирования 02.02.2025, принята к публикации 15.02.2025.
The article was submitted 10.01.2025; approved after reviewing 02.05.2025; accepted for publication 15.02.2025.