НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л. А. ОСИНЦЕВА

ТЕХНОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА

Учебник

Новосибирск 2020

УДК 638.16/.17: 006 (075)
ББК 46.8: 30.609, я 73
О-737

Рецензенты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор (НГАУ) *Н. Н. Ланцева*
доктор биологических наук, доцент (Национальный исследовательский Томский государственный университет) *Н. В. Островерхова*
доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ВО Красноярский государственный аграрный университет) *Т. Ф. Лефлер*

Осинцева Л. А.

О-737 Технология, стандартизация, показатели качества и безопасности продукции пчеловодства: учебник / Л. А. Осинцева; Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – 409 с.

ISBN 978-5-94477-288-6

В учебнике изложены биологические основы и методы получения продуктов пчеловодства: меда, воска, прополиса, пыльцевой обножки, перги, маточного молочка, гомогената пчелиного расплода и пчелиного яда, приведены сведения о химическом составе, свойствах, технологии получения, методах идентификации, стандартизации и показателях качества и безопасности, описаны требования к получению органической продукции пчеловодства.

Учебник предназначен для студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям «Зоотехния» и «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

УДК 638.16/.17: 006 (075)
ББК 46.8: 30.609, я 73

Утвержден и рекомендован к изданию учебно-методическим советом биолого-технологического факультета (протокол № 3 от 11 марта 2020 г.).

Учебник содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке бакалавров по направлению 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственного производства и рекомендуется Научно-методическим советом по сельскому хозяйству для использования в учебном процессе.

ISBN 978-5-94477-288-6

© Осинцева Л. А., 2020
© Новосибирский ГАУ, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Технология продуктов пчеловодства, к которым относятся мед, воск, прополис, пчелиная обножка (пыльца), перга, маточное молочко, гомогенат трутневого расплода и пчелиный яд, базируется на знании биологических основ получения, химического состава, физико-химических и биологических свойств этих продуктов и включает в себя методы получения, процессы обработки и переработки, а также способы их хранения и использования.

Продукты пчеловодства используются в качестве самостоятельных пищевых продуктов и пищевых добавок, в фармакологической, парфюмерной, косметической промышленности, в апитерапии. В последние десятилетия технология производства продуктов питания развивается со все возрастающим влиянием на нее идей специализированного и функционального питания, и с современных позиций мед и другие пчелопродукты в качестве ингредиентов отнесены к продуктам функционального питания, поскольку они предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения с целью снижения риска развития заболеваний, связанных с питанием, сохранения и улучшения здоровья за счет наличия в их составе физиологически функциональных и биологически активных веществ.

Учебник по технологии производства продуктов пчеловодства нацелен на обеспечение необходимыми знаниями о способах получения, хранения, переработки, использования продуктов пчеловодства. Для выбора наиболее рациональных технологий получения пчелопродуктов следует иметь исчерпывающую информацию, которая представлена в учебнике, о биологических основах их формирования в пчелиной семье, о их физико-химических свойствах и требованиях, предъявляемых к их качеству и безопасности.

Глава 1. МЕД

Основной по значимости на потребительском рынке продукцией пчеловодства является мед. Натуральный мед служит ценным продуктом питания и лечебно-профилактическим средством для человека. В качестве пищевого продукта мед включен в общероссийский классификатор продуктов (ОКП 988211; 988200) и должен соответствовать требованиям ГОСТ 19792-2017. В соответствии с ГОСТ 25629-83, натуральный мед определялся как «продукт переработки медоносными пчелами нектара или пади, представляющий собой сладкую ароматическую сиропообразную жидкость или закристаллизованную массу различной консистенции и размера кристаллов, бесцветную (белого цвета) или с окраской желтых, коричневых или бурых тонов, заготовляемый, прошедший товарную подработку и реализуемый». В соответствии с ГОСТ 19792-2001, мед определялся как «продукт переработки медоносными пчелами нектара или пади». В соответствии с ГОСТ 25629-2014 «Пчеловодство. Термины и определения», мед – это «природный сладкий продукт питания – результат жизнедеятельности пчел, вырабатываемый из нектара растений или выделений живых частей растений, или выделений насекомых, паразитирующих на живых частях растений, которые пчелы собирают, преобразуют, смешивая с производимыми ими особыми веществами, складывают в ячейки сотов, обезвоживают, накапливают и оставляют в сотах для созревания». В соответствии со стандартом Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius означает «пищевое законодательство» или «пищевой кодекс») на мед, утвержденным комиссией ФАО/ВОЗ, натуральный мед представляет собой «природный сладкий продукт, производимый медоносными пчелами из нектара цветов, а также пади и медвяной росы, собираемой с листьев и стеблей растений. При сборе нектара пчела выделяет секрет нижнечелюстных желез, т.е. происходит физиологический процесс, в результате которого нектар теряет значительную часть воды и насыщается ферментами и органическими кислотами. Созревание нектара происходит в сотовых ячейках, где и превращается в мед».

§ 1.1. Источники меда в природе

Для медоносных пчел мед является консервированным продуктом питания в период, когда в природе отсутствует нектар цветущих растений – основной источник углеводного корма. Питаются нектаром и приготовляют из него мед также безжалые пчелы, шмели, виды одиночных пчел. Цветковые растения, с которых пчелы собирают нектар, называют медоносными. Нектар для приготовления меда пчелы собирают с цветковых и внецветковых нектарников медоносных растений. В качестве пищевого субстрата они воспринимают растворы с концентрацией сахаров не менее 7–10%, в зависимости от породной принадлежности пчел. Медоносные пчелы используют для приготовления меда растворы сахаров как растительного, так и животного происхождения. Мед, приготовленный из нектара цветковых растений, называют цветочным. Когда для приготовления меда пчелы используют сладкие растворы нерастительного происхождения, то такой мед называют падевым.

О существовании пади и ее сборе пчелами знали еще в III в. н. э. Первые наблюдения падеобразования выполнил швед Лехе в 1765 г., он установил, что экскременты, выделяемые «растительными вшами» (насекомыми), собираются пчелами. В XIX в. выполнены работы по уточнению источников падевыделения, роли пади в медосборе и по количеству пади, выделяемой различными падевыделителями.

В более ранней литературе различали животную и растительную (медвяная роса) падь, затем падь и медвяная роса фигурируют как синонимы. Падь растительного происхождения – это выделения внецветковых нектарников высших растений.

Продуценты пади (медвяной росы) – равнокрылые насекомые – тли (*Aphidodea*), листоблошки (*Psyllidae*) и червецы (*Coccodea*). В России описано около 100 видов тлей-падевыделителей. Наибольшее количество пади продуцируется при питании насекомых на дубе, липе, меньше – на осине, иве, клене, березе, черемухе. Насекомые выделяют падь при питании на травянистых растениях, но в меньшем количестве.

Падь от нектара отличается низким содержанием воды (около 24,8%) и очень высоким содержанием декстринов (около 27,4%) и минеральных солей (в среднем 3,2%). Соответственно, по нектару эти показатели составляют – 78,8; 1,6 и 0,2%. Сахарный состав пади разнообразнее, чем у нектара. Соотношение сахаров в пади зависит от вида падевыделителя и его кормового растения (рис. 1.1). В составе пади обнаружена мелицитоза, которая растениями не продуцируется и поэтому является индикаторным компонентом падевого меда. Этот углевод продуцируется насекомыми-падевыделителями.

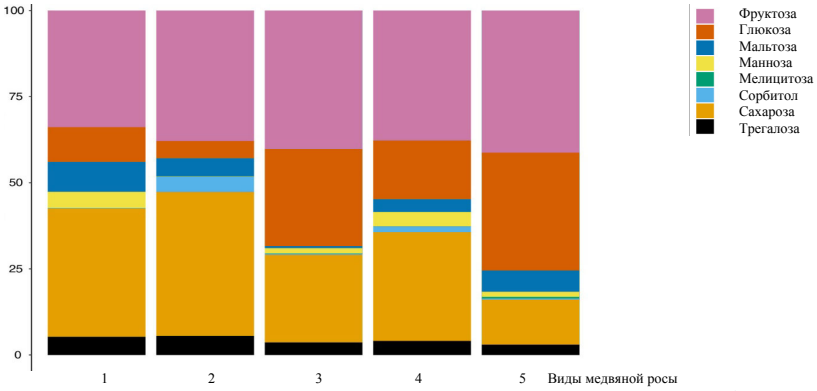

Рис. 1.1. Распределение доли углеводов по видам медоносов (по Frank A. C. van Neerbos et al., 2019). Обозначения. По оси ординат: процентное содержание каждого углевода, рассчитанное путем деления средних концентраций углеводов (мкг/ мг) на общее количество углеводов, определенное для каждого вида пади. По оси абцисс: виды пади: персиковая тля (*Myzus persicae*) на перце (1), табаке (2) и редисе (3), картофельная тля (*Aulacorthum solani*) на перце (4), черемуховая тля (*Rhopalosiphum padi*) на пшенице (5)

В Западной и Центральной Европе основная масса меда (до 80%) производится пчелами из пади. В Западной Сибири падевыделители также играют существенную роль в медосборе, особенно в жарких и засушливых погодных условиях.

При заборе нектара хоботком в ротовую полость пчелы сюда же выделяется секрет глоточных желез, содержащий ферменты,

под действием которых происходит разложение сложных сахаров. Смесь нектара с секретом попадает далее по пищеварительному тракту в медовый зобик (расширение пищевода), где и находится во время полета пчел к их гнезду (улью). Нагрузка медового зобика может достигать 50–60 мг, т. е. до половины массы тела пчелы. У летка летная пчела отрыгивает содержимое медового зобика и передает его через хоботок ульевой пчеле-приемщице, которая также выделяет секрет слюнных желез, богатый амилазой, инвертазой, каталазой и другими ферментами, обеспечивающими преобразование нектара в мед, и пропускает этот субстрат в свой медовый зобик. Перекачка полученного нектара из медового зобика в ротовую полость, где идет насыщение ферментами, и обратно осуществляется ульевой пчелой до тех пор, пока содержание сложных сахаров не понизится и, в частности, уровень сахарозы не упадет до 6–1 % и менее. В меде углеводы представлены в основном инвертным сахаром (рис. 1.2).

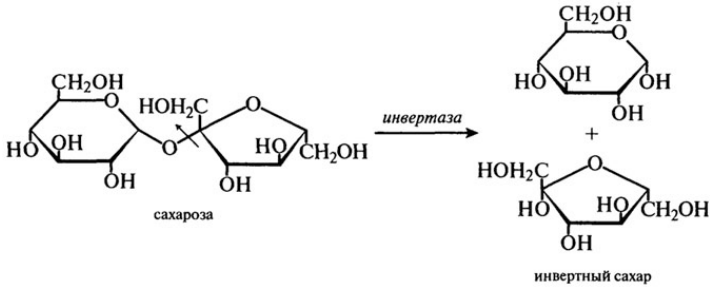

Рис. 1.2. Ферментативное разложение дисахаров (сахарозы) на моносахара (глюкозу и фруктозу)

При соответствии химического состава перерабатываемого субстрата меду (содержание моносахаров максимально), но с высоким содержанием воды, пчела подвешивает его на стенку ячейки сотов для испарения воды. Эти подвешенные на стенку ячейки сотов капельки называются напрыском. После того как содержание воды в напрыске снизится до 20 % и менее, ульевые пчелы собирают хоботками эти капельки и складируют их в одну ячейку. При заполнении ячейки сота капельками меда пчела до-

бавляет туда секрет слюнных желез и запечатывает ее восковой крышечкой. В меде, находящемся в запечатанной ячейке сотов, не прекращаются химические процессы, обусловленные действием ферментов секрета глоточных желез пчел.

Трофическая специализация медоносной пчелы при сборе нектара основана на способности различения концентрации его сахаров. Пчелы, адаптированные к условиям холодного климата, предпочитают нектар с высоким содержанием сахарозы (иван-чай узколистный, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., 1771= *Epilobium angustifolium* L., 1753, лядвенец рогатый, *Lotus corniculatus* L., 1753, виды липы, *Tilia* spp.), что способствует снижению содержания воды и повышению осмотического давления в результате ферментного расщепления сахарозы при переработке нектара в мед. Пчелы разных экологических групп отличаются по степени секреции веществ, вносимых в нектар при его переработке в мед. Сигналом к окончанию внесения секреторных веществ для пчел служит, по мнению многих исследователей, достижение определенной кислотности.

На степень обогащения меда секреторными веществами пчел оказывают влияние такие факторы, как сила семьи, ее возрастной состав, физиологическое состояние, а также ботаническое происхождение корма и интенсивность его выделения.

Соотношение сахаров в нектаре цветков зависит от вида медоноса и колеблется в пределах одного рода. По обобщенным данным, нектар большинства медоносных растений имеет в своем составе 50,9% сахарозы, 23,5% глюкозы и 25,5% фруктозы. Соотношение можно представить, как 1:0,5:0,5. Однако преобладание того или иного типа сахара имеет высокую специфичность для видов одного семейства. Общее количество сахаров в нектаре или сахаристость нектара может колебаться от 10 до 70% и зависит от климатических, погодных и эдафических факторов.

В составе нектара медоносных растений кроме сахаров присутствуют органические кислоты, в том числе – аминокислоты (до 4 мг/мл), витамины, минеральные элементы, вторичные метаболиты растений (алкалоиды, терпены, гликозиды, экдистероиды). Существует мнение, что нельзя рассматривать нектар

только как средство привлечения насекомых-опылителей. В нектар входят гормоны стероидной группы, которые создают благоприятную среду для прорастания пыльцевых трубок и оплодотворения цветка. Например, в нектаре трех видов рода *Serratula* обнаружены 20-гидроксиэкдизон, кроме того, в нектаре серпухи венценосной, *S. coronata*, обнаружены инокостерон и минорный компонент – экдизон.

По происхождению мед бывает следующих видов: цветочный, падевый и смешанный.

Цветочный мед может быть монофлорным (пчелы собирают нектар преимущественно с одного вида медоносного растения) и полифлорным (пчелы собирают нектар с различных видов растений). Ботаническое происхождение цветочного монофлорного меда определяют по доминирующему медоносу (доминирующим медоносам). Доминирующий медонос устанавливают по преобладающему типу пыльцевых зерен в составе меда при проведении палинологического анализа. Разработаны и другие методы идентификации ботанического происхождения меда. Например, ДНК-анализ.

Полифлорные меды дифференцируются по месту, с которого мед собран пчелами: луговой, полевой, степной, лесной, горный, таежный и др. Мед может иметь название географической местности, связанной с его происхождением: башкирский, дальневосточный, алтайский, сибирский и др.

По способу получения мед производят и/или реализуют как сотовый, центрифужный, прессовый. Сотовый мед – это мед в запечатанных ячейках сотов; центрифужный мед – это мед, полученный из сотов центрифугированием; прессовый мед – это мед, полученный прессованием сотов при умеренном нагревании.

§ 1.2. Химический состав меда

К 1989 г. было установлено, что углеводная часть меда представлена двумя моносахаридами (глюкоза, фруктоза), одиннадцатью дисахаридами (сахароза, мальтоза, трегалоза и др.) и двенадцатью три- и олигосахаридами (кестоза, тураноза, мелицитоза и др.). Широкий спектр сахаров в меде обусловил выдвижение

различных гипотез об их происхождении. Наибольшее признание получила гипотеза, которая допускала, что ферменты, вносимые в мед пчелой, а также насекомыми-падевыделителями, осуществляют не только гидролиз сахаров, но и синтез полисахаридов. В пользу этой гипотезы служит тот факт, что в меде была обнаружена эрлоза – промежуточный продукт в ферментативной реакции трансглюкозидации. Также можно считать доказанным, что пчелы способны в процессе изготовления меда синтезировать декстрины (высшие сахара) из сахарозы, поскольку высшие сахара обнаруживаются в меде, приготовленном из подкормочного сахарного сиропа.

Сорта меда различаются по химическому составу, но основными компонентами являются: вода (около 20%); моносахара (около 75%); олигосахариды – низкомолекулярные полисахариды, растворимые в воде, имеющие сладкий вкус и способные кристаллизоваться; ферменты; органические и неорганические кислоты; азотистые вещества белковой и небелковой природы; минеральные вещества; красящие и ароматические вещества; витамины.

Углеводы меда представлены моно-, ди- и трисахаридами. Основными сахарами являются моносахариды фруктоза и глюкоза. Помимо двух моносахаридов, было обнаружено около 25 различных олигосахаридов. Основными олигосахаридами в цветочном меде являются дисахариды – сахароза, мальтоза, трегалоза и тураноза. Мед падевый по сравнению с цветочным медом содержит большее количество олигосахаридов, а также трисахаридов, таких как мелицитоза и рафиноза. В падевом и цветочном меде установлено содержание соответственно: мальтозы 2,48 и 2,03; туранозы 2,1 и 1,58; трегалозы 0,74 и 0,18; мелицитозы 4,23 и 1,5; рафинозы 0,35 и 0,11 мг/г.

Глюкоза (виноградный сахар, декстроза (D-глюкоза) $C_6H_{12}O_6$ – моносахарид, шестиатомный гидроксиальдегид, гексоза, – один из самых распространенных источников энергии в живых организмах на планете. Глюкоза составляет в среднем до 35% массы меда, или 47% от всех сахаров. Хорошо кристаллизуется. Глюкоза менее сладкий сахар, чем сахароза. Если сладость

тростникового сахара принять за 100 условных единиц, то сладость глюкозы составит 74 единицы.

Фруктоза (фруктовый сахар, плодовый сахар, левулоза, арабино-гексулоза) $C_6H_{12}O_6$ – моносахарид из класса кетогексоз, изомер глюкозы. Составляет в среднем до 40 % массы меда, или 53 % от всех сахаров. Фруктоза характеризуется высокой гигроскопичностью, поэтому не кристаллизуется. Растворимость фруктозы при 25 °С составляет 400 г/100 мл. Фруктоза – самый сладкий из природных сахаров. Кристаллическая фруктоза в 1,8 раза слаще кристаллической сахарозы. Это наиболее сладкий из всех, входящих в состав меда, сахаров (сладость 173 единицы).

Сахароза (тростниковый сахар, свекловичный сахар, сукроза) $C_{12}H_{22}O_{11}$ – дисахарид из группы олигосахаридов, состоящий из двух моносахаридов: α-глюкозы и β-фруктозы. Сахароза содержится в меде в количестве от 0,02 до 15 %. Сахароза быстро кристаллизуется. Имеет высокую растворимость, которая при 25 °С составляет 211,5 г/100 мл. Под влиянием кислот при нагревании протекает реакция инверсии сахарозы, в результате которой образуется глюкоза и фруктоза. Разложение сахарозы в меде на глюкозу и фруктозу происходит под действием фермента инвертазы, который входит в состав меда и продуцируется слюнными железами пчел.

Декстрины – олигосахариды $(C_6H_{10}O_5)_n$, образуются из крахмала под действием α-амилаз. В цветочном меде их содержание может достигать 3–4 %, в падевом – больше. Наличие декстринов повышает вязкость меда. Образуемые *а*-амилазой декстрины расщепляются **глюкоамилазой.** Этот фермент способен гидролизовать *а*-1,4 и *а*-1,6-гликозидные связи декстринов, отщепляя остатки молекулы глюкозы от нередуцирующих концов цепей с образованием глюкозы.

По составу сахаров можно установить ботаническое происхождение меда. Известно, что для липового меда характерно высокое содержание мальтозы (5,0–8,0 %), среднее или низкое содержание фруктозы (32,8–41,5 %), среднее или высокое содержание глюкозы (51,0–55,0 %). В хорошо созревших липовых медах почти полностью отсутствует сахароза, отношение альфа-глюкоза/

бета-глюкоза – около 1,0, отношение фруктоза/глюкоза – ниже 0,8, степень сладости составляет менее 113 единиц.

Для меда с белой акации по составу сахаров характерно среднее содержание мальтозы (2,5–5,7 %), среднее содержание фруктозы (39,0–44,0 %), среднее или высокое содержание глюкозы (47,0–58,0 %), обязательное присутствие сахарозы (0,5–0,9 %), отношение альфа-глюкоза/бета-глюкоза – около 1,0, отношение фруктоза/глюкоза – ниже 0,95, степень сладости составляет 109–113 единиц.

Для меда с подсолнечника специфично низкое содержание мальтозы (0,8–2,9 %), среднее содержание фруктозы (37,6–44,1 %), среднее или высокое содержание глюкозы (52,0–56,5 %), обязательное присутствие сахарозы (0,3–0,8 %). Другие дисахариды содержатся в очень небольших количествах. Отношение альфа-глюкоза/бета-глюкоза – больше или равно 0,98, отношение фруктоза/глюкоза – не более 0,86, степень сладости составляет 113,6–116 единиц. В соответствии с ГОСТ 31766–2012 «Меды монофлорные. Технические условия», массовая доля сахарозы к безводному веществу подсолнечникового меда не должна превышать 3 %, массовая доля редуцирующих сахаров – не менее 87 %.

Для донникового меда является показательным среднее содержание мальтозы (3,5–4,3 %), среднее или высокое содержание фруктозы (40,0–50,0 %), содержание глюкозы сильно колеблется от 45,0 до 55,0 %, содержание сахарозы – около 0,6 %, отношение альфа-глюкоза/бета-глюкоза – больше 0,97, отношение фруктоза/глюкоза имеет большие колебания (1,11–0,73), степень сладости этого меда составляет более 112 единиц.

Эспарцетовый мед характеризуется средним или низким содержанием мальтозы (1,5–3,7 %), средним содержанием фруктозы (38,4–44,0 %), средним или высоким содержанием глюкозы (48,5–57,0 %), отсутствием сахарозы в созревших медах и значительным ее количеством в недозревших (1,9–3,7 %), отношением альфа-глюкоза/бета-глюкоза – более 0,97, а отношением фруктоза/глюкоза – менее 0,91, средней степенью сладости (110,0–115,0 единиц).

В целях экспертизы качества меда используют три сахара – это редуцирующие сахара: глюкоза, фруктоза и сахароза (ГОСТ 19792–2017). Массовая доля редуцирующих сахаров должна быть не менее 65 % к безводному веществу. Суммарное содержание глюкозы и фруктозы для цветочного меда – не менее 60, для падевого и смешанного – не менее 45 %. Массовая доля сахарозы в цветочных медах в соответствии с требованиями ГОСТ 19792–2017 должна составлять не более 10 % (меда с белой акации – не более 10 %, падевые и смешанные меды – не более 15 %).

Азотистые вещества небелковой природы представлены 23 аминокислотами и аминами, на них приходится от 10 до 15 % азотистых веществ.

Монофлорные меды различного ботанического происхождения отличаются по содержанию как суммы незаменимых аминокислот, так и отдельных аминокислот (табл. 1.1). Для российских монофлорных медов характерно сравнительно высокое содержание аспарагиновой и глутаминовой аминокислот и суммы незаменимых аминокислот (лейцин, фенилаланин, тирозин, валин) и низкое содержание метионина, а для некоторых сортов – пролина. По данным разных авторов, на долю пролина приходится от 39–46 до 45–85 % общего содержания аминокислот.

Таблица 1.1

Общее содержание и соотношение отдельных свободных аминокислот в некоторых монофлорных медах (по разным авторам)

Аминокислота	Липовый	Эспарцетовый	Белоакациевый	Подсолнечниковый	Гречишный	Фацелиевый
1	2	3	4	5	6	7
Общее содержание, мг%	126,5	120,3	105,8	120,0	221,0	202,0
В том числе,%						
аланин	2,0	2,4	1,8	3,4	2,2	1,7
валин	2,7	1,7	3,6	1,8	5,2	4,3
лейцин	0,5	0,7	1,3	0,8	3,8	3,7
пролин	3,1	2,7	2,8	3,4	23,8	21,1
гистидин+ серин	0,6	1,1	1,4	Следы	0,5	0,4
треонин	62,0	58,9	60,9	71,1	33,4	40,7

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7
метионин	10,4	7,2	2,2	3,7	1,4	4,7
фенилаланин	3,8	5,9	9,4	2,4	7,0	3,7
глутаминовая кислота	1,4	2,1	3,0	5,2	7,4	4,2
глутамин	0,2	0,5	0,2	Следы	0,3	0,3
лизин	0,3	Следы	2,4	0,1	0,8	1,2
тирозин	0,6	0,6	0,4	Следы	4,6	1,6
аспарагин	0,8	Следы	0,5	Следы	0,5	Следы
остальные аминокислоты	11,6	16,2	9,8	7,2	9,1	12,4

Содержание пролина в меде регламентируется в европейских странах и в зрелом натуральном меде должно составлять 180 мг/кг. Концентрация данной аминокислоты возрастает в процессе созревания меда и коррелирует с количеством секреторных веществ, вносимых пчелой в мед. Поэтому содержание пролина считается некоторыми исследователями перспективным показателем степени переработки меда и используется для нормирования в международных и национальных стандартах.

Широкий диапазон колебаний (от 226 до 1232 мкг/кг, в среднем 440 мкг/г) по содержанию пролина обнаружен для российских медов. Средняя концентрация пролина в медах с разнотравья и падевом была определена 316±9 и 324±6 мг/кг соответственно. Концентрация пролина, как и других аминокислот, определяется в основном ботаническим происхождением меда. В гречишном его больше, чем в липовом и с подсолнечника. В марокканских падевых медах этот показатель составлял 69–556 мг/кг, в бразильских медах – 389–520 мг/кг. Некоторые исследователи обнаруживают присутствие пролина в больших количествах в темных медах (21–23 %), чем в светлых (2–7 %). Концентрация пролина, несмотря на высокую точность результатов анализа, не может рассматриваться в качестве абсолютного критерия «переработанности» меда, поскольку его высокое содержание может быть обусловлено ботаническим происхождением меда, особенно примесью пади.

Состав свободных аминокислот зависит от ботанического происхождения меда. Для липового меда характерно высокое ко-

личество метионина (7–10 %) при среднем (5,9–1,4 %) содержании пролина, фенилаланина и глутаминовой кислоты.

В эспарцетовых медах специфично высокое содержание фенилаланина (9–17 %) при среднем (7,3–1,7 %) количестве пролина и метионина и низком (1,8–0,3 %) присутствии глутаминовой кислоты.

Для белоакациевого меда характерно высокое содержание валина по сравнению с пролином и среднее (3,0–2,4 %) количество лизина и глутаминовой кислоты.

В подсолнечниковом меде основной свободной аминокислотой, после треонина, является глутаминовая кислота.

Питательная ценность российских медов, рассчитанная по доле аминокислот, его составляющих, относительно высокая (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Питательная ценность белка монофлорных медов (по Наумкину В. П., 1998)

Аминокислота	Среднее содержание в российских монофлорных медах		Эталон ФАО, г/100 г белка
	г/100 г белка	% к эталону	
Лизин	4,7	85,5	5,5
Треонин	5,5	132,5	4,0
Валин	7,0	140,0	5,0
Метионин	0,8	20,0	4,0
Изолейцин	5,5	137,5	4,0
Лейцин	8,5	121,4	7,0
Тирозин+фенилаланин	14,0	243,3	6,0
Всего незаменимые	46,4	130,7	35,5

Алкалоиды (азотсодержащие органические физиологически активные соединения растительного происхождения, обладающие свойствами оснований) могут быть представлены в меде морфием, кофеином, стрихнином и другими. Алкалоиды, терпены, гликозиды и другие продукты вторичного метаболизма растений обнаруживаются в концентрации от 0,003 до 0,06 % в медах, собранных с крестовника обыкновенного, *Senecio vulgaris*, и крестовника лугового, *S. jacobaea* (Asteraceae), видов люпина,

Lupinus spp. (Fobaceae), красавки белладонны, *Atropa belladonna* (Solonaceae), молочая, *Euphorbia* sp. (Euphorbiaceae), рододендровых (Rhododendroideae). Мед и нектар с алкалоидами токсичен для человека и пчел.

Белковых соединений в цветочных медах содержится от 0,08 до 0,4%. В гречишном меде обнаруживается до 0,3%, в вересковом – до 1,86% белка. Основная часть белка представлена ферментами.

Ферменты. Мед содержит небольшое количество ферментов и самые важные из них это α-амилаза (диастаза), инвертаза, глюкозооксидаза, каталаза, кислая фосфатаза. Их источником является организм пчел. Диастаза и инвертаза широко используются для определения качества меда.

Диастазное число выражает количество миллилитров 1%-го раствора водорастворимого крахмала, которое разлагается за 1 час амилолитическими ферментами, содержащимися в 1 г безводного вещества меда. Диастазное число определяют различными методами, но при возникающих несоответствиях устанавливают его значение только по стандартной методике, изложенной в соответствующем ГОСТе. Диастазное число выражается в единицах Готе (ед. Г.).

Диастазное число российских медов с гречихи составляет 33,7+4,9, липы – 25, каштанового – 13, с фацелии, подсолнечника, акации – около 12 ед. Готе.

Наибольший интерес из секреторных веществ пчел представляет глюкозооксидаза – редкий фермент, отсутствующий в нектаре, катализирующий преобразование глюкозы в перекись водорода и глюконовую кислоту. Глюкозооксидазная система есть у всех пчелиных, собирающих мед. Глюкозооксидазная активность (мкг $H_2O_2 \cdot г^{-1} \cdot ч^{-1}$) в меде от пчел Евро-сибирского подвида медоносной пчелы (*Apis mellifera mellifera* L.) разных популяций изменяется от 2,72 до 3,20.

Инвертаза (бета-фруктофуранозидаза) – фермент, который катализирует гидролиз (распад) сахарозы. Полученные в результате фруктоза и глюкоза называются инвертным сахаром. По данным сотрудников ФГБНУ «ФНЦ пчеловодство», инвертазная активность российских медов с подсолнечника составляет в сред-

нем 75,5+2,26, с каштана – 67,4+0,71, с горной липы – 58,1+0,71, с рапса – 38,0+1,87, с акации – 30,0+1,10 ед/г, то есть зависит от ботанического происхождения меда. Инвертаза меда более чувствительна к нагреву (широко применяемый метод обработки), чем диастаза, поэтому некоторые исследователи считают, что показатель активности инвертазы следует использовать как часть комплексной оценки качества меда. Инактивация инвертазы наблюдается начиная с 35 °С, при 75 °С энзим почти полностью разрушается: его уровень понижается с 200,3 до 4,9 и с 93 до 0 единиц у падевого и подсолнечникового медов соответственно.

Лизоцим (мурамидаза) – фермент класса гидролаз, у животных выполняет функции неспецифического иммунитета. Механизм действия обусловлен способностью лизоцима нарушать клеточную стенку бактерий и вызывать их лизис. Наличие лизоцима в медах определяет их антибактериальную активность. Содержание лизоцима в меде, находящемся в запечатанной ячейке сотов, составляет 6,1–11,6%. Установлена зависимость уровня лизоцима в медах от их ботанического происхождения и срока хранения (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Содержание лизоцима в российских медах (по Боднарчук Л.И. и др., 2005)

Ботаническое происхождение меда	Срок хранения, лет	Содержание лизоцима, мкг/г
Липовый	0,5	2,63±0,80
Липовый	1	4,96±1,70
Гречишный	8	3,96±0,50
С василька синего	1	15,28±3,59
С белой акации	1	От 2,95±0,25 до 6,33±0,44
С белой акации	2	От 4,73±1,09 до 4,96±1,70
Падевый	0,5	1,68±0,27

Кислоты: муравьиная, уксусная, масляная, каприловая, капроновая, лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, молочная, щавелевая, яблочная, винная, лимонная, гликолевая, пировиноградная, α-ке-

тоглутаровая, пироглутаминовая, 2-окси-3-фенилпропионовая, глюконовая и некоторые другие – присутствуют в меде в свободном состоянии, а также в виде солей. Глюконовая кислота преобладает, образуется за счет ферментативного разложения глюкозы глюкооксидазой и не определяет активную кислотность меда. Кроме глюконовой, большая часть кислот меда представлена яблочной, лимонной и молочной. Мед является буферной системой, что означает стабильный уровень pH независимо от внесения небольших количеств кислот и оснований. Буферная способность обусловлена содержанием фосфатов, карбонатов и других минеральных солей.

Из неорганических кислот имеются фосфорная и соляная. Они попадают в мед из нектара, пади, пыльцы и секреторных выделений пчел, а также синтезируются в процессе ферментативного разложения и окисления сахаров. Падевый мед превосходит цветочный по общей кислотности.

Показатель pH цветочных медов колеблется в пределах 3,2–4,3; падевых – 3,8–5,2. Активная кислотность липовых медов колеблется в пределах от 4,5 до 7,0, тогда как у всех остальных медов активная кислотность существенно ниже (для подсолнечникового меда этот показатель не превышал 4,15, для верескового меда – 4,14, для белоакациевого – 4,11, для донникового – 3,95, для эспарцетового – 3,85, для малинового – 3,80, для фацелиевого – 3,78). Показатель pH вполне может быть использован для отличия липового меда от других и являться показателем его ботанического происхождения.

При исследовании меда с акации, *Robinia pseudoacacia*, методами жидкостной хроматографии высокого разрешения, масс-спектроскопией, УФ-детекторным анализом обнаружены: парагидробензойная (в 50 % образцов), ванилиновая (25 %), паракумаровая (25 %), феруловая (100 %), транскоричная (50 %), абсцизовая (100 %) кислоты.

Содержание кислот в меде характеризуют показателем «общая кислотность». Общая кислотность меда зависит от его ботанического происхождения, условий сбора и интенсивности переработки нектара пчелами. Показатель выражают объемом

0,1 н раствора едкого натрия ($см^3$), пошедшего на титрование 100 г меда в присутствии фенолфталеина. Значение показателя общей кислотности может варьировать у медов одного ботанического происхождения: у гречишного меда – от 1,0 до 4,0 $см^3$, липового – от 0,5 до 2,5 $см^3$, подсолнечникового – от 1,0 до 3,0 $см^3$.

Ограничение значения общей кислотности меда (не более 4,0 $см^3$) введено с целью предотвращения реализации меда с остановленным процессом брожения или меда с кислотами, применяемыми для лечения пчел.

Международная комиссия по меду утвердила методики, которые используют для определения качества меда: метод определения водородного показателя и свободной кислотности. Водородный показатель – величина, характеризующая активность или концентрацию ионов водорода в растворах, выраженная в единицах pH. Свободная кислотность – показатель, характеризующий содержание свободных кислот, выраженный в миллиэквивалентах соляной кислоты на один килограмм меда. Миллиэквивалент или миллиграмм-эквивалент – это тысячная доля грамм-эквивалента, который для кислот и оснований равен молекулярной массе, деленной на основность. Метод определения показателей заключается в потенциометрическом определении водородного показателя и нейтрализации свободных кислот раствором гидроокиси натрия до pH 8,3. Средний показатель свободной кислотности российских медов оценивается в 18,7+1,44 с колебаниями от 7,6 до 28,2 мэкв/кг. Международная комиссия по меду предложила 50 мэкв/кг в качестве максимума, допустимого в кислотности меда. Некоторые исследователи считают, что значение свободной кислотности в медах не должно превышать 40 мэкв/кг меда.

Ароматические вещества. Аромат определяется ботаническим происхождением меда и формируется кислотами, спиртами, альдегидами, кетонами и эфирами спиртов с органическими кислотами. Всего в настоящее время в меде определено около 200 ароматических веществ.

Известно, что для кориандрового меда характерно наличие спиртов и альдегидов с шестью и большим числом атомов углерода, высококипящих нормальных углеводородов с четным коли-

чеством углеродных атомов, а также триметилпиразина и квайнолина.

Для подсолнечникового меда характерно преобладание высококипящих нормальных углеводородов с нечетным числом углеродных атомов, а также наличие коричного спирта и коричного альдегида.

Для липового меда специфично отсутствие углеводородов нормального ряда при наличии β-туйена, η-цимола, различных циклических ацетатов.

Минеральные вещества определяют зольность меда. Минеральные вещества представлены солями органических и минеральных кислот, их состав выражается количеством ионов металлов и кислотных остатков фосфорной кислоты. В практике определяется не минеральный состав, а зольность меда. Повышение зольности медов отмечается в ряду: светлые → темные → падевые меды. Сибирские меды имеют зольность 0,09–0,18 %, цветочные – до 0,14, падевые до 1,6. Если зольность меньше 0,1 %, то это может служить основанием для подозрения на фальсификацию меда. Содержание минеральных веществ в меде повышается, как правило, пропорционально увеличению pH.

В настоящее время в меде обнаружено около 54 химических элементов, среди которых ряд элементов обнаруживается в медах в большем количестве (макроэлементы: Na, K, Ca, Mg, P, S, Cl), другие – в меньшем количестве (микроэлементы: Al, Cu, Pb, Zn, Mn, Cd, Tl, Co, Ni, Rb, Ba, Be, Bi, U, V, Fe, Pt, Pd, Te, Hf, Mo, Sn, Sb, La, I, Sm, Tb, Dy, Sd, Th, Pr, Nd, Tm, Yb, Lu, Gd, Ho, Er, Ce, Cr, As, B, Br, Cd, Hg, Se, Sr), их набор и относительное содержание значительно колеблются в зависимости от происхождения меда как ботанического, так и географического. Поэтому элементный состав меда фактически можно использовать для выявления его географических и ботанических источников. Все макроэлементы обычно встречаются в медах из всех стран, за исключением Cl, который был обнаружен только в образцах меда из Испании. Микроэлементы (Pb, Cd, Hg, Cu, Zn), которые также являются тяжелыми металлами, играют важную роль в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды. Тяжелые металлы ток-

сичны или ядовиты в низких концентрациях из-за их неспособности метаболизироваться организмом, что приводит к накоплению в тканях человека или животных без полной инактивации или разрушения. В целом индивидуальное количество и набор минеральных элементов отличаются в разных образцах меда.

Так, содержания магния, свинца, меди и некоторых других элементов различаются в 100–150 раз, а олова и цинка в – 9–20 тыс. раз. В отечественных медах обнаруживается относительно много калия, кальция, серы, магния. Основной элемент, найденный в меде, – это калий, его доля достигает трети от массы всех других химических элементов (табл. 1.4). В два раза меньше содержится фосфора, хлора и кальция. Из основных микроэлементов обычно присутствуют медь, цинк, алюминий, кобальт, никель и др. Из тяжелых металлов в большинстве отечественных медов обнаруживается медь. По средним значениям в отечественных медах меди и цинка содержится в 40–100 раз больше, чем свинца и кадмия.

Таблица 1.4

Зольные элементы российских медов

Макроэлементы	Среднее содержание, мг/100 г меда	Микроэлементы	Среднее содержание, мкг /100 г меда
Калий (K)	36	Железо (Fe)	800
Кальций (Ca)	14	Йод (I)	2
Магний (Mg)	3	Кобальт (Co)	0,3
Натрий (Na)	10	Марганец (Mn)	34
Сера (S)	1	Медь (Cu)	59
Фосфор (P)	18	Фтор (F)	100
Хлор (Cl)	19	Цинк (Zn)	94

Обнаружены значительные колебания в содержании минеральных элементов в европейских медах: Na 1,6–17; Ca 3–31; K 40–3500; Mg 0,7–13; P 2–15; Zn 0,05–2; Cu 0,02–0,6; Fe 0,03–4; Mn 0,02–2; Cr 0,01–0,3; Se 0,002–0,01мг/100 г.

Широкий диапазон изменения концентраций микроэлементов является одной из особенностей меда. Это было показано применением рентгено-флуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ), который позволяет достоверно определять в цветочном меде 28 элементов. Напри-

мер, во всех образцах меда, полученного на пасеках Новосибирской области, Алтайского края, Хакассии и Бурятии, содержатся такие элементы, как K, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Se, Br, Rb; в 80% образцов обнаружены Bi, Sr, Hg, Pb; в половине образцов – Ca, V, Y; такие элементы, как Ti, Ge, As, Zr, Nb, Th и U, выявлялись в 17–25% исследованных цветочных медов. Меды, собранные в Новосибирской области и в Алтайском крае, близки по элементному составу, за исключением K (1080±16 и 260± 7 мкг/г соответственно) и Ca (103±2 и 31±0,9 мкг/г соответственно). По количеству обнаруживаемых микроэлементов (21 элемент), а также по концентрации жизненно важных биогенных элементов лидируют меды из районов Новосибирской области с большими лесными массивами. Падевые меды содержали значительно больше, чем цветочные, K, Ca, Mn, Mo, Sr, но в них не обнаруживалось присутствие Hg, Pb, Bi, Co и V.

Содержание микроэлементов (мг/100 г) в европейских медах составляет:

Al	0,01–2,40	B	0,05–0,30	Sr	0,04–0,35	I	10–100
As	0,014–0,026	Ni	0–0,051	Co	0,10–0,35	F	0,40–1,34
Li	0,225–1,56	Br	0,4–1,3	S	0,7–26	Zr	0,05–0,08
Ba	0,10–0,08	Rb	0,040–3,5	Cl	0,4–56	Pb	0,001–0,030
Mo	0–0,004	Si	0,05–24	V	0–0,013	Cd	0–0,01

Использование РФА СИ метода позволило обнаружить в медах, собранных в Алтайском крае, меди и цинка 5,0±0,7 и 4,0±0,6 мг/кг соответственно. Содержание микроэлементов, обнаруживаемое методом имерсионной вольтамперометрии, в сотовом меду, собранном в 2006 г. на пасеках Залесовского района в Алтайском крае, колебалось от 1,3 до 7,5 (среднее 3,6) мг/кг по цинку и от 0,48 до 1,10 (среднее 0,78) мг/кг по меди. Уровень цинка изменялся в пределах, установленных для медов из разных регионов РФ (от 0,87 до 13,65 мкг/кг) и для медов с пасек средней полосы России (от 0 до 25,87мг/кг), и превышал показатели (от 0,01 до 3,16 мг/кг), характерные для медов, собранных с пасек Краснополянской опытной станции пчеловодства (КОСП), и был значительно ниже уровня, указываемого для медов (15,96 мг/кг) из Тюменской области. Содержание

меди в алтайских медах было на порядок ниже, чем в образцах из Тюменской области (6,8 мг/кг), приближалось к нижним пределам этого показателя у медов КОСП (0,30–8,22 мг/кг) и пасек средней полосы России (0,19–6,39 мг/кг) и было сопоставимо с уровнем (0,85±0,01 мг/кг) в медах Измайловской опытной станции Московской области.

Метаанализ 33 статей с 45 исследованиями, проведенными в период с 2010 по 2019 г. зарубежными исследователями, показывает, что общий порядок рангов потенциально токсичных элементов в соответствии с их концентрацией (мг/кг сухой массы меда) можно суммировать как: Fe (5,657) > Mn (3,430) >> Pb (0,555) >>> Cr (0,496) >>>> Cu (0,330) > > > > Ni (0,312) >>>>>> Cd (0,049) >>>>>>> As (0,026) >>>>>>>> Hg (0,002). Порядок ранжирования потенциально токсичных элементов в соответствии с коэффициентом их опасности для здоровья человека был определен как Pb >Cd >> Mn >>> Fe > > > > Ni > > > > > > > As >>>>>> Cu >>>>>>> Hg >>>>>>>> Cr. Самые низкие и самые высокие значения наблюдались в медах Македонии и Турции соответственно.

Содержание минеральных веществ в меде зависит не только от ботанического и географического происхождения, условий окружающей среды, но и от продолжительности хранения и возраста сотов. Показано, что содержание K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Pb и Mn в меде клевера существенно зависело от возраста сотов: самые высокие концентрации обнаружены в меде из сот старше 4 лет. Ni не был обнаружен в более светлых сотах, но в сотах старше 4 лет его содержание составило 1,00 мг/кг. Установлены значимые положительные корреляции между химическими элементами Fe, Zn, Mn и Pb в меде и возрастом сота.

Интенсивность окраски и электрическая проводимость меда увеличиваются с повышением уровня минеральных веществ.

Содержание минеральных элементов в меде отражает как специфику биогеохимических характеристик районов сбора этого пчелопродукта, так и уровень контаминации территории пасек в радиусе лета пчел потенциально токсичными химическими элементами.

Витамины как водорастворимые, так и жирорастворимые содержатся в меде, но в относительно низком количестве. Содержание витаминов (мг/100 г) в европейских медах составляет: K 0,025, B_1 0,02–0,9, B_2 0,01–0,9, B_3 0,10–2,7, B_5 0,02–1,9, B_6 0,01–0,2, B_9 0,01–0,7, C 0,1–2,5. В российских медах выявлены витамины (мг/кг): тиамин (B_1) 0,4–0,05, рибофлавин (B_2) 0,28–0,61, пантотеновая кислота (B_3) 0,55–1,05, ниацин (PP) 0,36–1,10, пиридоксин (B_6) 0,01, фолиева кислота (B_9) 0,03, биотин (H) 0,0007, аскорбиновая кислота (C) 5–65.

Органические меды, произведенные в Южной Бразилии, характеризуются высоким содержанием аскорбиновой кислоты (от 2,75 до 6,22 мг/100 г меда), что объясняет их антиоксидантную активность.

Для идентификации водорастворимых витаминов B_1 (тиаминхлорида), B_2 (рибофлавина), B_3 (пантотеновой кислоты), B_5 (никотиновой кислоты и никотинамида), B_6 (пиридоксина), B_9 (фолиевой кислоты) и C (аскорбиновой кислоты) в меде в РФ используют в соответствии с нормативными документами метод капиллярного электрофореза (ГОСТ Р 58254–2018 «Метод натуральный. Определение водорастворимых витаминов методом капиллярного электрофореза»).

Количество витаминов в меде в основном зависит от наличия в нем пыльцы. Удаление цветочной пыльцы фильтрованием приводит к почти полному отсутствию в меде витаминов. Выявлено также содержание в медах витаминов B_{12}, каротина и холина.

Кислая среда меда способствует медленному разрушению витаминов во время хранения.

Полифенолы являются важной группой соединений, определяющих функциональные свойства меда и его органолептические характеристики. Их содержание зависит от типа меда и определяется в диапазоне от 56 до 500 мг/кг. Полифенолы в меде – это в основном флавоноиды (кверцетин, лютеолин, кемпферол, апигенин, хризин, галангин, мирицетин, нарингенин), фенольные кислоты и производные фенольной кислоты. В акациевом меду обнаружены пинобанксин, апигенин, кемпферол, пиноцембрин, кризин, акацетин. Содержание флавоноидов в цветочных медах

из Южной Бразилии может варьироваться от 2 до 46 мг/кг меда и, как правило, выше в образцах, полученных в сухой сезон с высокими температурами, содержание фенольных соединений оценивается от 49,79 до 117,68 мг галловой кислоты /г экстракта.

Темные цветочные меды содержат больше производных феноловой кислоты, но меньше флавоноидов, чем меды светлой окраски.

Некоторые европейские монофлорные меды можно отличить по типичным флавоноидам, но часто меды содержат также некоторое количество фенольных соединений, характерных для прополиса, которые не позволяют идентифицировать ботаническое происхождение меда.

Полифенольные соединения участвуют в формировании органолептических характеристик меда.

Мед можно считать хорошим источником биологически активных фенольных соединений, определяющих его антиоксидантную активность и влияние на структурную и функциональную целостность клеток.

Красящие вещества меда являются, как правило, растительными пигментами, попавшими в мед при переработке пчелами нектара, и представлены жиро- и водорастворимыми веществами. Жирорастворимые пигменты, присутствующие в меде (производные каротина, ксантофилла, хлорофилла), придают желтый или зеленоватый оттенок светлоокрашенным медам. Красящие вещества темных медов водорастворимы – это в основном антоцианы, танины. На окраску меда также влияют меланины, накапливающиеся при длительном хранении и нагревании меда и придающие ему темно-коричневую окраску. Состав красящих веществ меда зависит от его ботанического происхождения, поэтому их определение позволяет существенно повысить надежность установления вида меда.

Липиды присутствуют в меде в небольших количествах и определяются только в виде процентного отношения отдельных фракций.

Фитогормоны в составе меда выявляются твердофазным иммуноферментным анализом в незначительном количестве.

Среднее содержание абсцизовой кислоты, ауксинов и цитокининов в башкирском меде определялось в количестве 0,8–1,2; 2,1–2,3 и 2,1–33,7 нг/г соответственно. Уровень фитогормонов в меде определяется их количеством в составе нектара.

Ядовитые компоненты меда. У некоторых видов медоносных растений нектар содержит ядовитые вещества. Описаны две главные группы токсинов: дитерпеноиды и пирролизидиновые алкалоиды. Виды семейства вересковые, Ericaceae, такие как рододендрон понтийский, *Rhododendron ponticum*, содержат полигидроксилированные циклические углеводороды или дитерпеноиды. Другая группа – алкалоиды, найдена в различных типах меда. О случаях отравления медом сообщают очень редко, главным образом из регионов Кавказа, Турции, Новой Зеландии, Австралии, Японии, Непала, Южной Африки и различных стран Северной и Южной Америки. Признаки отравления ядовитым медом: рвота, головная боль, бессознательное состояние, бред, тошнота, слабость. Ядовитые медоносы известны пасечникам, и меды, которые могут содержать ядовитые вещества, на рынок не поступают.

В меде содержится гидроксиметилфурфурол (= hydroxymethylfurfural = гидроксиметилфурфураль). По его содержанию судят о натуральности меда и сохранности его свойств в процессе хранения и переработки. Содержание этого вещества повышается при длительном хранении меда и при нагревании меда до температуры свыше 55 °C за счет разложения моносахаров, в частности фруктозы (рис. 1.3).

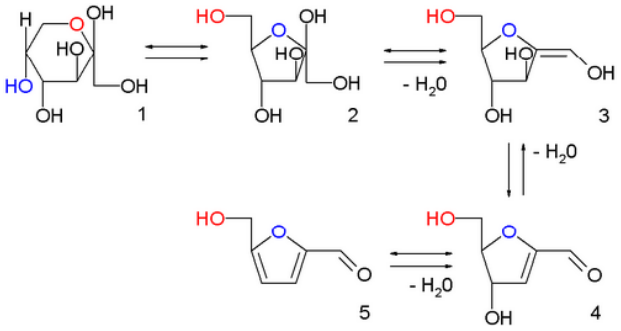

Рис. 1.3. Этапы преобразования фруктозы (1) в гидроксиметилфурфурол (5)

В свежем меде накопление гидроксиметилфурфурола предотвращается действием ферментов, активность которых со временем снижается, или они могут быть разрушены при нагревании. Последнее ведет к увеличению содержания гидроксиметилфурфурола, который обладает токсичным действием на организм человека.

§ 1.3. Физико-химические свойства меда

Водность – содержание воды. Содержанием воды определяется зрелость меда. Сибирские цветочные меды содержат 17,4–21,1, падевые – 12,6–19,1% воды. Чем ниже содержание воды, тем выше потребительские свойства меда. Только меды с менее чем 18% воды можно хранить практически с нулевой степенью риска брожения. Содержание воды зависит от ряда факторов окружающей среды, т.е. погодных условий, водности нектара, силы пчелиной семьи в период медосбора, технологии получения, обработки и хранения меда. Водность может быть уменьшена до или после извлечения путем определенных технологических приемов обработки.

Водность определяют по показателю преломления образца 20%-го водного раствора меда с помощью рефрактометра при постоянной температуре около 20 °С. Преобразование показания рефрактометра (рефракционный индекс) в показатель содержания влаги (в %) проводят с использованием переводной таблицы. Если испытание проводится при температуре, отличающейся от 20 °С, используют поправку. При повышении стандартной температуры на каждый градус (1 °С) следует добавить к рефракционному индексу 0,00023, если ниже – вычесть 0,00023.

Влажность меда можно определить по его плотности, т.е. по его удельному весу. Удельный вес меда определяется как соотношение массы меда объемом 1 л к массе воды того же объема. Зависимость удельного веса меда от его влажности следующая: при 13,0% воды удельный вес меда при 20 °С составляет 1,4457; при 14,0 – 1,4404; 15,0–1,4350; 16,0–1,4295; 17,0–1,4237; 18,0–1,4171; 19,0–1,4101; 20,0–1,4027; 21,0–1,3950.

Из-за различий в плотности меда при его кристаллизации иногда можно наблюдать расслоение меда в большой емкости

для хранения: слой с высоким содержанием воды (менее плотный) располагается выше слоя более плотного. Такое расслоение можно избежать путем более тщательного перемешивания.

Показатель преломления меда зависит в основном от содержания воды в нем. Так, показатель преломления меда 15%-й влажности при 20 °С составляет 1,4992; 20%-й влажности – 1,4865. Показатель преломления находится в обратной зависимости от температуры меда: с увеличением ее на 1 °С он уменьшается на 0,00023. Этот показатель используют для определения количества воды в меде.

Вязкость меда определяется скоростью его стекания под действием силы тяжести и зависит от водности, температуры и химического состава. Вязкость меда – важный технический параметр в процессах обработки, перекачивания, фильтрации, смешивания и розлива.

Мед при водности 18% в 10 раз более вязкий, чем вода, а при водности 25% приближается к воде. Изменение водности меда с 13,7 до 20,2% соответственно снижает его вязкость с 420 до 20 единиц.

Повышение температуры меда снижает его вязкость, это явление широко используется в промышленной переработке меда. Наименьшая вязкость меда наблюдается в диапазоне температур от 27 до 37 °С, после 49 °С вязкость снижается очень медленно, поэтому для перемешивания не нужно нагревать мед выше указанной температуры.

Увеличивают вязкость меда содержащиеся в нем декстрины, уменьшает – фруктоза. Ботаническое происхождение меда определяет его химический состав и, следовательно, консистенцию.

Мед может быть очень жидким (акациевый, клеверный), жидким (рапсовый, гречишный, липовый), густым (одуванчиковый, эспарцетовый), клейким (падевый, эвкалиптовый), студнеобразным (вересковый).

Единицей измерения вязкости меда является пуаз. Пуаз означает работу, необходимую для того, чтобы сдвинуть на 1 см два слоя меда поверхностью в 1 $см^2$ в течение одной секунды.

Условной единицей вязкости меда является отношение скорости истечения меда через какое-либо отверстие к скорости истечения воды.

Вязкость зрелого меда позволяет при зачерпывании его ложкой не стекать при ее повороте. Незрелый мед (с повышенным содержанием воды) стекает с ложки, как бы быстро ее не вращали.

Вязкость меда обусловлена его плотностью. Плотность меда определяется отношением массы меда к его объему. Этот показатель изменяется в зависимости от влажности и температуры меда. С увеличением влажности и ростом температуры плотность меда снижается. Плотность меда 16%-й влажности при 15 °С составляет 1,443 г/см^3, при 20 °С – 1,431; 18%-й влажности – 1,429 и 1,417; 20%-й влажности – 1,415 и 1,403 г/см^3.

Особое свойство медов со студнеобразной консистенцией при перемешивании или взбалтывании снижать свою вязкость, но при последующем хранении восстанавливать первоначальную консистенцию называется тиксотропия. Тиксотропия характерна для меда, содержащего от 1 до 1,9 % белков. К таким медам относят мед с вереска, иногда с гречихи.

Гигроскопичность меда – это его способность впитывать и удерживать воду. Гигроскопичность меда зависит от содержания в нем воды и влажности воздуха. При водности меда 17,4 % он не впитывает воду, если влажность воздуха составляет 60 %. Если влажность воздуха меньше 50 % – мед отдает воду, если больше 60 % – его водность увеличится.

Равновесие между относительной влажностью воздуха и водностью клеверного меда составляет: при влажности воздуха 50 % водность меда равна 15,9 %; при 55–16,8; 60 – 18,3;65–20,9; 70 – 24,2; 75–28,3; 80 – 33,1 (White J. W., 1975).

Севший (кристаллизованный) мед менее гигроскопичен, чем сиропообразный.

Из всех составляющих меда фруктоза обладает максимальной гигроскопичностью. В сыром помещении (влажность воздуха $\geq$ 80 %) зрелый и запечатанный в ячейках мед будет поглощать из воздуха воду и закисать.

Удельная теплоемкость меда зависит от агрегатного состояния, влажности и температуры меда. Считается, что при 20 °С и нормальном атмосферном давлении она в среднем равна 2430 Дж/ (кгК), что близко к удельной теплоемкости дерева, пробки, парафина. Данные значений удельных теплоемкостей у разных авторов сильно различаются из-за большого разнообразия ботанических разновидностей медов и условий медосбора. Так, удельная теплоемкость многих монофлорных медов, находящихся в закристаллизованном состоянии, уменьшается с повышением температуры, а для медов, находящихся в жидком состоянии, увеличивается. Зависимость теплоемкости меда от содержания воды очень сложна и имеет наивысшее значение при влажности 18,8 %. При меньшей или большей влажности меда значения показателя снижаются, особенно при уменьшении содержания воды. Имеются отличия в значении показателя и у медов различного ботанического происхождения. Считается, что наибольшей теплоемкостью характеризуется закристаллизованный акациевый мед [11552,6 Дж/ (кг · °С)] с содержанием воды 21 % при температуре от 0 до 10 °С и незакристаллизованный гречишный мед [1742,6 Дж/ (кг · °С)] с содержанием воды 21 % при температуре от 50 до 60 °С. Наименьшую теплоемкость имеет кипрейный мед с содержанием воды 21 % в закристаллизованном состоянии [835,2 Дж/ (кг×°С)] в интервале температур от 10 до 20 °С и в жидком состоянии [941,0 Дж/ (кг · °С)] в интервале температур от 0 до 10 °С с той же влажностью.

Теплопроводность меда характеризует процесс передачи теплоты от более нагретой массы меда к менее нагретой, приводящий к выравниванию температуры. Мед – плохой проводник тепла. Теплопроводность его зависит от ботанического происхождения, влажности, температуры и степени кристаллизации. Из закристаллизованных медов наибольшую теплопроводность [0,2247 Вт/ (м · К)] имеет подсолнечниковый мед влажностью 16,7 % в температурном интервале от 0 до 10 °С, а из жидких – гречишный [0,5911 Вт/ (м · К)] влажностью 21 % в интервале температур от 50 до 60 °С. Минимальную теплопроводность имеет кипрейный мед влажностью 21 %: в закристаллизованном состоя-

нии – 0,1015 Вт/ (м · К) при 10–20 °С, а в жидком – 0,1031 Вт/ (м · К) при 0–10 °С. Чем меньше воды в меде, тем выше его теплопроводность. Так, теплопроводность меда 21 %-й влажности составляет 0,5375 Вт/ (м · К), 15 %-й влажности – 0,5547 Вт/ (м · К). Теплопроводность медов, находящихся в закристаллизованном состоянии, уменьшается с повышением температуры, а жидких медов – увеличивается. Исключение составляют жидкие липовый, акациевый, гречишный и подсолнечниковый меды, теплопроводность которых несколько уменьшается при влажности 16–18 % в интервале температур от 10 до 20 °С.

Удельная электрическая проводимость меда обусловлена содержащимися в нем минеральными веществами, органическими кислотами и белками и зависит от происхождения меда, концентрации раствора и температуры. Удельная электрическая проводимость неразбавленного меда та же, что и у дистиллированной воды. При разбавлении меда водой этот показатель увеличивается, достигая максимума в 20–30 %-х растворах. Существует зависимость показателя от ботанического происхождения меда, содержания зольных элементов. Из светлых монофлорных медов самую низкую удельную электрическую проводимость имеет акациевый – 0,0165 См/м, а липовый – самую высокую – 0,0573 См/м. У темных сортов меда удельная проводимость выше, чем у светлых. Так, удельная проводимость гречишного меда составляет 0,0734 См/м, что и подтверждается более высоким содержанием в нем минеральных веществ.

Поскольку содержание минеральных веществ определяется ботаническим происхождением меда, отдельные измерения минералов могут быть заменены на определение электрической проводимости. Например, более светлые меды обычно содержат меньше элементов, чем более темные, и, следовательно, значение электропроводности ниже в светлых медах, чем в темных. Кроме того, этот показатель может использоваться для классификации и выделения монофлорных медов из полифлорных медов. В настоящее время показатель электропроводности является одним из наиболее важных параметров качества и включен в международные и российские стандарты для меда.

Оптическая активность меда состоит в способности вещества изменять пространственное положение плоскости поляризации света, которая оказывается повернутой на определенный угол влево или вправо. Оптическая активность меда зависит от содержания отдельных сахаров, аминокислот, белков, некоторых ароматических веществ, а также от концентрации меда в водном растворе и pH среды. Вещества, поворачивающие плоскость поляризации влево, называют левовращающими; вещества, поворачивающие плоскость поляризации вправо, – правовращающими. Для фруктозы удельное вращение равно 92,4°, для глюкозы +52,7°, сахарозы +66,5°, мальтозы +130,4°, мелицитозы +88,2°. Исследования показали, что все виды цветочного меда относятся к левовращающим. Однако, как установлено, удельное вращение до –7,5° имеют нередко и падевые меды, которые относятся в основном к правовращающим.

Кристаллизация или садка меда – превращение меда из жидкого сиропообразного в кристаллическое состояние. Это естественное явление, обусловленное физико-химическими процессами, протекающими в пересыщенном растворе глюкозы в присутствии фруктозы, декстринов и других веществ, входящих в состав меда. Закристаллизованный мед – мед, сахара которого закристаллизовались. При этом в осадок выпадают кристаллы глюкозы, а фруктоза остается в растворе, поскольку обладает более высокой гигроскопичностью. Поэтому иногда на поверхности закристаллизованного меда образуется более жидкий слой, или сиропообразная фракция фруктозы обволакивает кристаллы глюкозы и тогда мед становится более липким.

Различают три вида садки (кристаллизации) в зависимости от размеров сростков кристаллов меда: крупнозернистую (размеры кристаллов более 0,5 мм), мелкозернистую (кристаллы меньше 0,5 мм, но различимы невооруженным глазом) и салообразную (кристаллы неразличимы).

Мед всегда содержит большее или меньшее количество так называемых первичных, или зародышевых, кристаллов, вокруг которых и начинается процесс кристаллизации молекул глюкозы. Сростки кристаллов глюкозы тяжелее меда (удельный вес состав-

ляет соответственно 1,56 и 1,416 при 20%-й влажности меда), поэтому они медленно опускаются к низу, насыщая всю толщу меда первичными кристаллами, которые становятся центрами дальнейшей кристаллизации.

Садка меда часто начинается при испарении воды с его поверхности и увеличении насыщенности раствора сахаров в поверхностном слое. Это становится причиной кристаллизации глюкозы как наименее гигроскопичного сахара в составе меда и образования зародышевых кристаллов. Чем больше глюкозы содержится в меде, тем быстрее он дает садку. В большинстве сиропообразных медов обнаруживаются первичные (зародышевые) кристаллы. Они попадают в мед со стенок ячеек сотов, когда соты ранее использовались пчелами. Чем старше соты, тем большее количество зародышевых кристаллов попадает в мед. Центрами кристаллизации могут стать пыльцевые зерна, кристаллики старого меда и т. п.

С увеличением количества зародышевых кристаллов возрастает скорость садки меда и формируются сростки кристаллов меньшего размера. Поэтому перемешивание меда во время его кристаллизации, ведущее к измельчению сростков кристаллов и, следовательно, к увеличению их количества, ускоряет садку. Состояние покоя, наоборот, замедляет процесс.

Скорость кристаллизации и характер садки определяются также температурой и зрелостью меда. Температура выше и ниже 13–14 °С замедляет садку, поскольку в первом случае изменяется вязкость меда, а во втором изменяется концентрация раствора сахаров. При 27–32 °С мед не кристаллизуется, а при 40 °С и выше закристаллизованный мед переходит в сиропообразное состояние (распускается). При температуре 13–14 °С скорость кристаллизации меда при прочих равных условиях максимальна. Незрелый мед (с высоким содержанием воды) кристаллизуется медленнее, чем мед с низким содержанием воды, или наблюдается частичная кристаллизация. Тогда снизу может формироваться кристаллическая консистенция меда, а сверху – сиропообразная. Это может являться свидетельством незрелости меда, а сиропообразная фракция может быстро забродить. Но для некоторых сортов меда

такой тип кристаллизации с формированием неоднородной консистенции является обычным.

Кристаллизация меда зависит от его химического состава, поэтому ботанические сорта меда отличаются по скорости кристаллизации. Мед, в котором фруктозы содержится меньше, чем глюкозы, кристаллизуется быстрее. По этой причине быстро кристаллизуются меды с горчицы, рапса и других крестоцветных, в нектаре которых среди моносахаров преобладает глюкоза. Медленно кристаллизуется мед с акации белой, караганы сибирской, шалфея, падевые с лиственных пород.

Натуральный пчелиный мед сохраняется в сиропообразном состоянии в течение 2–3 месяцев после извлечения из сотов, т. е. в условиях Сибири до сентября – ноября, после чего, как правило, кристаллизуется. При этом все ценные лечебно-профилактические свойства меда сохраняются, а некоторые показатели качества улучшаются (например, снижается содержание воды и сахарозы и повышается количество моносахаров).

Кристаллизация меда в сотах может привести к гибели пчелиных семей от голода во время зимовки. Поэтому необходимо предупреждать кристаллизацию меда в сотах, для чего не следует оставлять пчелиным семьям прошлогодний и быстрокристаллизующиеся сорта меда в зимовку. Следует оставлять мед в свежеотстроенных или нестарых сотах и избегать сухости воздуха в зимовнике.

Зная закономерности кристаллизации меда, можно управлять этим процессом, например с целью получения крем-меда или кристаллизованного меда желаемой консистенции, или предотвращать кристаллизацию.

Поскольку мед представляет собой сложный раствор нескольких сахаров, то трудно предсказать скорость кристаллизации глюкозы. Это связано с тем, что растворимость и кристаллизация глюкозы положительно или отрицательно влияет на другие компоненты меда. Для характеристики кристаллизационного поведения меда путем рассмотрения этого процесса как поведение в системе «глюкоза – фруктоза – вода» были использованы разные экспериментальные методы. Некоторые из самых общих подходов прогнозирования кристаллизации приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Индикаторы кристаллизации меда (по Bonvehi, 1989)

Индикаторы	Медленно кристаллизуется	Быстро кристаллизуется
Отношение глюкоза/вода (G/W)	<1,70	>2,16
Отношение фруктоза/глюкоза (F/G)	>1,33	<1,11
Отношение (глюкоза – вода) /фруктоза (G-W/F)	<0,30	>0,49
Содержание глюкозы,% (G %)	<27,7	>35,0
Коэффициент насыщенности глюкозы	<1,8	>2,6
Tabouret-индекс	<9,8	>12,6

Для характеристики кристаллизации были использованы все факторы, приведенные в таблице. Однако во многих исследованиях сообщалось, что отношение глюкоза/вода является более надежным критерием кристаллизации меда, чем любой другой метод, и значение отношения глюкоза/вода < 1,7 было связано с некристаллизующимся медом, в то время как значение 2,2 или более указывает на быструю кристаллизацию меда. Однако было показано, что ни одна из трех распространенных формул (G/W, F/G или GW/F) не была точной для 25 разновидностей австралийских медов. Авторы предположили, что это может быть связано с присутствием декстринов, которые повышают растворимость глюкозы и продлевают стабильность состояния пересыщенного раствора глюкозы. С другой стороны, соотношение F/G было хорошим предсказателем кристаллизации некоторых испанских медов, хотя никакой метод не мог предсказать со 100%-й уверенностью скорость кристаллизации. В 1979 г. Табурет (Tabouret) предложил новый метод в прогнозировании на основе соотношения глюкоза/вода и активности воды:

$$I = (G/ W) / (1 – a_w)^n,$$

где I – индекс Tabouret;

G – содержание глюкозы (% сырой массы);

W – содержание воды (% сырой массы);

a_w – активность воды;

n – мощность, зависит от влажности меда (n = l для влажности > 17% и n = 2 для содержания воды < 17%).

Указанные индикаторы кристаллизации (см. табл. 1.5) часто показывают другие величины. Например, в турецких медах с клевера, цитрусовых, подсолнечника, каштана и хлопка содержание моносахаров (G + F) составляло 67,87; 66,21; 67,39; 53,90 и 66,26% соответственно, содержание глюкозы соответственно 22,46; 31,72; 32,71; 31,35 и 32,25%, соотношение F/G в образцах варьировалось от 1,07 до 1,40, а соотношение глюкоза/вода (G/W) – от 1,36 до 1,94. Наблюдали быструю кристаллизацию клеверного, цитрусового, подсолнечного и хлопкового меда и низкую скорость кристаллизации каштанового меда.

Все прогностические методы кристаллизации недостаточно точны, и в этой сфере нужны дальнейшие исследования. В настоящее время разрабатываются инструменты, с помощью которых можно прогнозировать кристаллизацию меда на ранней стадии.

Экспериментально установлено на некоторых сортах меда, что быстро кристаллизуется мед при содержании глюкозы более 28–30%, когда отношение глюкоза/вода составляет 2,1 или даже больше, когда отношение глюкоза – вода/фруктоза имеет высокое значение, когда отношение фруктоза/глюкоза меньше 1,14, а содержание мелицитозы превышает 10%.

Исследования, проведенные греческими учеными, показали, что содержание глюкозы может определять скорость кристаллизации только при низком (< 28%) или очень высоком (> 38%) ее содержании (табл. 1.6). Кроме того, в качестве информативных показателей можно использовать крайние значения соотношения глюкоза – вода/фруктоза. Если это соотношение > 0,50, то мед быстро кристаллизуется, и если < 0,20, то медленно. Отношение содержания в меде фруктозы к содержанию глюкозы (фруктоза/глюкоза) повлияло на скорость кристаллизации только в 14% случаев.

Отношение глюкоза/вода является одним из самых существенных факторов, влияющих на скорость кристаллизации меда. В случае, когда соотношения глюкоза/вода равны или выше 2,10, мед быстро кристаллизуется, если это отношение равно или менее 1,70, мед не кристаллизуется.

Таблица 1.6

Показатели кристаллизации монофлорных медов (по Крейн с соавт., 1984) [G – глюкоза,%; W – вода; F – фруктоза]

Медоносные растения	G	G /W	G-W/ F	F / G	Кристаллизация меда*
1	2	3	4	5	6
Актинодафна длиннолистная, *Actinodaphne angustifolia* (сем. Лавровые, Lauraceae)	35,50	1,89	0,44	1,07	Средняя
Алоэ, *Aloe davyana* (сем. Лилейные, Liliaceae)	39,10	2,30	0,61	0,92	Быстрая
Воловик лекарственный, *Anchusa officinalis* (сем. Бурачниковые, Boraginaceae)	37,50	2,20	0,43	1,26	Медленная
Ваточник, или ласточник, *Asclepias syriaca (*сем. Ластовниковые, *Asclepiadaceae)*	33,40	1,96	0,34	1,44	Невысокая
Капуста полевая, *Brassica campestris* (сем. Капустные, Brassicaceae)	26,40	1,45	0,22	1,40	Быстрая
Рапс, *Brassica napus* (сем. Капустные, Brassicaceae)	35,20	2,10	0,47	1,05	Быстрая
Вереск обыкновенный, *Calluna vulgaris* (сем. Вересковые, Ericaceae)	33,70	1,70	0,36	1,12	Медленная
Каштан посевной, *Castanea sativa* (сем. Буковые, Fagaceae)	32,40	1,80	0,34	1,31	Медленная
Апельсин, *Citrus sinensis* (сем. Рутовые*, Rutaceae*)	28,20	1,83	0,36	1,17	Медленная
Синяк обыкновенный, *Echium vulgare* (сем. Бурачниковые, Boraginaceae)	31,20	1,90	0,93	1,19	Медленная
Кипрей (Иван-чай), *Epilobium angustifolium* (сем. Кипрейные, Onagraceae)	28,80	1,73	0,30	1,38	Средняя
Эвкалипт белый, *Eucalyptus albens* (сем. Миртовые, Myrtaceae)	29,60	1,66	0,32	1,22	Быстрая
Эвкалипт камальдульский, *Eucalyptus camaldulensis* (сем. Миртовые, Myrtaceae)	32,70	1,92	0,41	1,16	Быстрая

Продолжение табл. 1.6

1	2	3	4	5	6
Эвкалипт ветвечашечковый, *Eucalyptus cladocalyx* (сем. Миртовые, Myrtaceae)	25,20	1,72	0,25	1,66	Нулевая
Эвкалипт белодревесный, *Eucalyptus leucoxylon* (сем. Миртовые, Myrtaceae)	29,10	1,81	0,28	1,57	Быстрая
Эвкалипт медопахнущий, *Eucalyptus melliodora* (сем. Миртовые, Myrtaceae)	30,40	2,17	0,38	1,41	Медленная
Куркума длинная, *Curcuma longa* (сем. Имбирные, Zingiberaceae)	29,90	1,66	0,35	1,29	Невысокая
Гречиха посевная, *Fagopyrum esculentum (*сем. Гречишные, Polygonaceae)	33,40	1,61	0,38	0,99	Медленная
Хлопчатник обыкновенный, *Gossypium hirsutum* (сем. Мальвовых, Malvaceae)	33,40	2,14	0,44	1,18	Средняя
Копеечник корончатый, *Hedysarum coronarium* (сем. Бобовые, Fabaceae)	44,50	2,90	0,62	1,04	Быстрая
Подсолнечник однолетний, *Helianthus annuus* (сем. Астровые, Asteraceae)	34,70	2,30	0,57	1,00	Быстрая
Гевея бразильская, *Hevea brasiliensis* (сем. Молочайные, Euphorbiaceae)	40,70	1,60	0,57	0,66	Быстрая
Падуб гладкий, *Ilex glabra* (сем. Падубовые, Aquifoliaceae)	27,40	1,77	0,30	1,44	Медленная
Липпия узлоцветковая, *Lippia nodiflora* (сем. Вербеновые, Verbenaceae)	31,60	1,41	0,25	1,14	Быстрая
Лядвенец рогатый, *Lotus corniculatus* (сем. Бобовые, Fabaceae)	42,90	2,52	0,49	1,21	Быстрая
Шандра обыкновенная, *Marrubium vulgare* (сем. Яснотковые, Lamiaceae)	26,60	1,56	0,18	1,98	Невысокая
Люцерна посевная, *Medicago sativa* (сем. Бобовые, Fabaceae)	32,60	1,90	0,43	1,11	Быстрая

Окончание табл. 1.6

1	2	3	4	5	6
Донник белый, *Melilotus albus* (сем. Бобовые, Fabaceae)	33,70	1,79	0,40	1,08	Быстрая
Эспарцет посевной, *Onobrychis viciifolia),* или О. *sativa* (сем. Бобовые, Fabaceae)	41,80	2,45	0,49	1,20	Быстрая
Оксидендрум древовидный, *Oxydendrum arboreum* (сем. Вересковые, Ericaceae)	25,50	1,53	0,21	1,59	Медленная
Фацелия пижмолистная, *Phacelia tanacetifolia* (сем. Водолистниковые, Hydrophyllaceae)	35,00	2,15	0,36	1,42	Быстрая
Вишня, *Prunus yedoensis* (сем. Розоцветные, Rosaceae)	40,40	2,12	0,40	1,25	Быстрая
Робиния (ложная акация), *Robinia pseudoacacia* (сем. Бобовые, Fabaceae)	29,00	1,90	0,33	1,42	Медленная
Малина обыкновенная*, Rubus idaeus* (сем. Розоцветные, Rosaceae)	32,90	2,15	0,50	1,06	Средняя
Шалфей лекарственный, *Salvia officinalis* (сем. Яснотковые, Lamiaceae)	34,40	2,02	0,49	1,17	Медленная
Тимьян обыкновенный, или чабрец, *Thymus vulgaris* (сем. Яснотковые, Lamiaceae)	24,30	1,42	0,19	1,50	Медленная
Клевер гибридный, или розовый, *Trifolium hybridum* (сем. Бобовые, Fabaceae)	31,00	1,86	0,37	1,23	Быстрая
Клевер луговой, *Trifolium pratense* (сем. Бобовые, Fabaceae)	49,00	2,80	0,63	1,02	Быстрая
Клевер ползучий, *Trifolium repens* (сем. Бобовые, Fabaceae)	30,10	1,50	0,23	1,33	Быстрая
Горошек мохнатый, *Vicia villosa* (сем. Бобовые, Fabaceae)	29,50	1,71	0,26	1,43	Быстрая

*Быстрая кристаллизация: мед кристаллизуется через месяц.
Средняя: мед кристаллизуется через 1–12 месяцев.
Медленная: мед кристаллизуется более 1 года.
Невысокая: мед кристаллизуется более 4–5 лет.

Исследования были проведены на медах с содержанием глюкозы от 26 до 45 %, а воды – от 14 до 21 %. Изучение кристаллизации медов, полученных в Греции, показывает, что уровень мелицитозы не оказывает влияния на скорость их кристаллизации, поскольку большинство греческих пихтовых медов содержат 10 % мелицитозы и никогда не кристаллизуются.

Существует несколько искусственных методов, изученных и предложенных для остановки кристаллизации меда. Некоторые из них включают хранение при температуре замерзания (–40 °C), термообработку для растворения кристаллов, удаление воздушных пузырей, пыли и пыльцевых зерен фильтрацией, переход на более высокие температуры (> 45 °C) во избежание образования пузырьков воздуха в процессе перетаривания, добавление ингибиторов, таких как изомасляная или сорбиновая кислоты, регулирующих соотношение глюкозы и фруктозы или содержание воды.

Использование добавок не допускается в различных странах (включая Россию), следовательно, нагревание или смешивание различных медов с известным составом являются одними из общих способов контроля кристаллизации. Нагревание меда задерживает кристаллизацию, но со временем они могут кристаллизоваться примерно так же, как свежеполученные меды.

Кислотность изменяется в процессе переработки и хранения меда и определяется содержанием органических и неорганических кислот. Со временем глюкоза расщепляется под действием ферментов с образованием глюконовой кислоты, что ведет к повышению кислотности меда. Среднее значение pH составляет 3,78 (цветочный мед), 4,57 (падевый мед). Повышенное содержание кислот указывает на закисание меда в результате брожения (за счет образования уксусной кислоты), искусственную инверсию сахарозы в присутствии кислот (искусственный мед) или же на сильный перегрев меда (за счет накопления муравьиной и левулиновой, или 4-оксовалериановой кислот в результате разрушения оксиметилфурфурола).

Пониженная кислотность может быть следствием фальсификации меда сахарным сиропом, крахмалом или переработки пчелами сахарного сиропа (сахарный мед) и др.

Цвет оценивают у свежеоткаченного меда при дневном освещении. Используют специальные градеры, например, хромпиковые. Бихромат калия в концентрациях от 0,02–1,22 % имеет цвет от белого до желтого. Для более точной характеристики цвета применяют компаратор Пфунда (Pfund color grader) или фотоэлектроколориметр.

Прибор Пфунда обеспечивает обзор всей цветовой гаммы меда при визуальном сравнении янтарного стеклянного стандарта с жидким медом, содержащимся в клиновидной камере. Интенсивность цвета меда выражается в виде расстояния (в мм) вдоль янтарного клина и обычно колеблется между 1 и 140 мм.

Результаты, полученные на разных приборах для одного и того же образца меда, несколько отличаются друг от друга. Поэтому рекомендуется использовать результаты определения цвета меда, полученные на одном и том же типе прибора. Использование физических методов позволяет точно установить цвет меда в соответствии со шкалой цветности (табл. 1.7).

Таблица 1.7

Классы цветности меда и соответствующие им значения оптических плотностей и шкалы Пфунда

Класс цветности меда	Оптическая плотность по прибору ФЭК-56М	Значения по шкале Пфунда, мм
Прозрачный, как вода	0,00–0,08	0–8
Белый экстра	0,08–0,13	8–17
Белый	0,13–0,25	17–34
Светло-янтарный экстра	0,25–0,33	34–50
Светло янтарный	0,33–0,55	50–85
Янтарный	0,55–0,73	85–114
Темный	Более 0,73	Более 114

Цвет одного сорта может колебаться, а также иметь различные оттенки. Например, с василька, пустырника – зеленоватый, с гречишных – красноватые оттенки.

Цвет меда определяется его химическим составом, содержанием в нем различных микроэлементов (железа, меди, марганца и др.), антоцианов, танинов, каротина, хлорофилла, а также меланоидов, которые образуются в меде при длительном его хранении

или прогревании в результате реакции аминокислот с кислотами меда и придают ему темно-коричневые оттенки.

Севший (закристаллизованный) мед имеет более светлые оттенки, чем тот же в сиропообразном состоянии.

На цвет меда влияет не только его происхождение, но и время сбора и место произрастания медоносов.

Цвет меда меняется со временем. При хранении в условиях перепадов температуры и при высоких температурах отмечается потемнение.

Как правило, более светлые меды имеют более мягкий вкус, а более темные – резкий вкус. Хотя есть много исключений.

Добавление меда к другим продуктам часто приводит к их окрашиванию. Например, исследования показали, что использование темных медов в кондитерских и хлебобулочных изделиях при уровнях выше 8 % (когда мука является основой изделия) может способствовать потемнению продукта.

В зависимости от цвета различают мед:

– бесцветный (прозрачный, белый) – это мед белоакациевый, кипрейный, хлопковый, малиновый, белоклеверный, белладонниковый;

– светло-янтарный (светло-желтый) – это мед липовый, желтоклеверный, желтодонниковый, шалфейный, эспарцетовый, полевой, степной;

– янтарный (желтый) – это мед горчичный, подсолнечниковый, тыквенный, огуречный, кориандровый, люцерновый, луговой;

– темно-янтарный (темно-желтый) – это мед гречишный, вересковый, каштановый, табачный, лесной;

– темный (с различными оттенками) – некоторые падевые меды, цитрусовый, вишневый (почти черный), с кускуты (красный) и др.

§ 1.4. Лечебно-профилактические свойства меда

В настоящее время очевидно, что мед обладает выраженной биологической активностью, а именно: антибактериальной, фунгицидной, антиоксидантной, противовирусной и гепатопротекторной.

Мед может действовать как противовоспалительное средство. Его используют для заживления ран. Механизмы действия меда при заживлении ран в значительной степени обусловлены перекисью водорода, входящей в состав меда, высокой осмоляльностью, кислотностью, непероксидными факторами, оксидом азота и фенолами. Мед способствует аутолитическому обезвоживанию, стимулирует рост раневых тканей и стимулирует противовоспалительную активность, тем самым ускоряет процессы заживления ран, исключает микробное загрязнение, уменьшает зону раны, улучшает исход заживления при лечении больших и сложных ран за счет снижения частоты возникновения и чрезмерного образования рубцов. Исследование меда in vivo на поврежденных тканях показало, что мед уменьшает количество раневого экссудата. Уменьшение количества воспалительных клеток было обнаружено на животных после нанесения меда на ожоги. Мед ингибирует ферменты, участвующие в воспалении, такие как циклооксигеназа-1 и циклооксигеназа-2. Также уменьшает количество воспалительных соединений, включая простагландины, такие как простагландин E2, простагландин F2a и тромбоксан B2 в плазме крови.

Представление о веществах, определяющих бактерицидные свойства меда, меняются по мере накопления экспериментальных данных. Его антибактериальные свойства обусловлены физико-химическими характеристиками: высокое осмотическое давление, кислая реакция, а также ингредиентами растительного и животного происхождения. Развитие в меде микроорганизмов предупреждают фитонциды, эфирные масла, флавоноиды, а также абсцизовая и бензойная кислоты, поступающие из растений.

Антимикробная активность большинства медов обусловлена ферментативным образованием перекиси водорода. Однако существуют сорта меда, называемые непероксидным медом (например, мед манука, *Leptospermum scoparium*), которые проявляют значительные противобактериологические эффекты при отсутствии активности перекиси водорода. Мед манука проявлял ингибирующее действие в отношении 60 видов бактерий как аэробных, так и анаэробных, как грамположительных, так и гра-

мотрицательных. Механизм в этом случае может быть связан с низким уровнем pH меда и высоким содержанием сахаров (высокой осмолярностью), что достаточно для того, чтобы препятствовать росту микробов.

Меды с антибактериальными свойствами характеризуются in vitro высокой активностью против антибиотикорезистентных бактерий. Антибактериальный механизм меда до конца не изучен до сих пор.

Мед содержит некие разнообразные антибактериальные компоненты, которые проявляют мультипликативность при совместном воздействии на бактерии: высокая концентрация сахара, низкий pH, образование перекиси водорода, белковые соединения, фенольные соединения или другие неидентифицированные компоненты, присутствующие в меде.

Высокие концентрации сахаров обеспечивают осмолярность меду, которая хорошо известна как антимикробный фактор. Низкая влажность меда приводит к значениям aw (активности воды) между 0,56 и 0,62. Это препятствует росту практически любого микроорганизма, за исключением некоторых осмофильных дрожжей и бактерий. Некоторые исследователи считают, что высокая концентрация сахаров в меде является единственным фактором, который отвечает за его антибактериальное действие.

Первое сообщение об антимикробной активности фермента глюкозооксидазы, присутствующего в меде, было сделано в 1963 г. Установлено, когда мед разбавляют до 50%, это приводит к последующему увеличению количества глюконовой кислоты и перекиси водорода, которая ингибирует рост золотистого стафилококка, *S. aureus*. Оксидаза глюкозы была рассмотрена как важный фактор, однако глюкозооксидаза не взаимодействует напрямую с микроорганизмами. Этот фермент признан антимикробным агентом, учитывая тот факт, что продукты его каталитической деятельности непосредственно способствуют антимикробной активности меда.

Один из факторов, определяющих бактерицидность меда, связан с пчелами. Это 10-оксидеценовая кислота, вырабатываемая глоточными и верхнечелюстными железами насекомых.

Было установлено, что в пищеварительном тракте пчел, а также в яде и в меде присутствует фермент лизоцим, или мурамидаза. Лизоцим способен лизировать полисахариды клеточных стенок бактерий или способен без лизиса убивать некоторые бактерии. Лизоцим термостабилен в кислотной среде, не переваривается трипсином, проявляет ферментативную активность в широком диапазоне pH, но теряет активность под действием УФ-излучения. Лизоцим широко распространен в мире животных и является фактором неспецифического иммунитета как позвоночных, так и членистоногих. Специфика действия лизоцима заключается в способности лизировать гликозаминогликаны опорных мембран преимущественно грамположительных бактерий. Глоточная и другие слюнные железы рабочих пчел продуцируют лизоцим, который поступает в маточное молочко, а также в продукты, перерабатываемые пчелой при участии секретов этих желез.

Уровень содержания лизоцима в меде различен и определяется:

1) интенсивностью нектаровыделения растениями (обильное выделение нектара приводит к понижению уровня лизоцима в меде и к снижению его бактерицидности, поскольку при интенсивном медосборе резерв фермента в организме пчелы истощается и нектар не обогащается в полной мере лизоцимом);

2) степенью развития слюнных желез пчел (высокий уровень лизоцима обнаруживается у 9- и 23-дневных пчел, а у 16-дневных гораздо более низкий);

3) силой семьи;

4) разной долей участия пчел-сборщиц и ульевых пчел в сборе и переработке нектара.

Продуцирование лизоцима имеет особый биологический смысл. Помимо того что фермент предотвращает развитие бактерий в меде, он определяет неспецифический иммунитет зимующих пчел и предотвращает заболевания личинок.

Значительная разница обнаружена между сотовым и центрифужным медом по степени бактерицидности, определяемой лизоцимом. В акациевом сотовом меде содержание фермента достигало 15 мкг/мл, а в центрифужном – менее 2 мкг/мл.

Не только ферменты, но и другие белковые молекулы, присутствующие в меде, определяют его антимикробную активность. Такие молекулы состоят из антимикробных пептидов, таких как роялизин (royalisin). Этот пептид был ранее идентифицирован в гемолимфе пчел, в головном и грудном отделе и в маточном молочке. Но все же механизм действия подробно не описан. Этот пептид можно считать антимикробным фактором меда. Основной белок маточного молочка (MRJP1) – это многофункциональный протеин, который действует как прекурсор коротких противомикробных пептидов секрета гипофоренгиальных желез пчел-кормилиц, также присутствует в меде.

Описана активность меда против респираторного вируса, но механизм действия не установлен.

Противогрибковая активность меда может быть обусловлена многими характеристиками, но исследование показало, что этанольный экстракт меда оказывает наиболее выраженное противогрибковое действие по сравнению с чистым медом или любым другим экстрагеном. Различные растительные экстракты в сочетании с медом проявляют синергические противогрибковые эффекты.

До сих пор в меде не было зарегистрировано ни одного химического соединения, которое работает как антибактериальные, противовирусные и противогрибковые препараты, но мед проявляет эффективность против бактерий, вирусов и грибов.

Не было зарегистрировано никакой антипротозойной активности меда.

Компоненты меда, ответственные за его антиоксидантное действие, – это флавоноиды, фенольные кислоты, аскорбиновая кислота, каталаза, пероксидаза, каротиноиды и продукты реакций Майяра. Однако количество и тип этих антиоксидантов в значительной степени зависят от ботанического и географического происхождения, технологии обработки, хранения и сорта меда.

Была установлена корреляция между антиоксидантной активностью и общим содержанием фенолов в медах. Поэтому мед обладает способностью противодействовать оксидативному повреждению и защищать ткани печени и почек. Биологически

активные компоненты меда улучшают гликемический контроль как ингибируя фермент PTP1B – один из основных негативных регуляторов сигнализации инсулиновых рецепторов, так и стимулируя экспрессию рецептора инсулина в клетках печени. Мед является не только значимым противовоспалительным средством, которое снимает воспаление ткани печени, но и защищает печень от дегенеративного действия синтетических противовоспалительных препаратов. Мед может предотвратить повреждение печени из-за обструкции желчных протоков и проявляет защитные свойства против некоторых лекарств, обладающих опосредованной гепатотоксичностью.

Противоопухолевые и антиоксидантные свойства меда, установленные в экспериментальных исследованиях, доказывают, что мед можно использовать как натуральное средство при лечении рака. Образцы меда проявили in vitro антипролиферативный эффект на линии клеток рака мочевого пузыря T24, RT4, 253J и MBT2. Показано, что мед содержит фениловые эфиры кофейной кислоты, которые останавливают рост клеток в фазе G1-цикла раковой клетки и провоцируют апоптоз клеток. По мнению авторов, полифенольные компоненты, присутствующие в меде, стимулируют систему противоопухолевой защиты хозяина. Вполне возможно, что мед способствует росту опухоли, так как он содержит смесь витаминов, минералов и аминокислоты, а также большое количество глюкозы. Кроме того, его высокая осмолярность вызывает отток лимфы. Это усиливает нутрификацию и оксигенацию, а его кислотность способствует высвобождению кислорода из гемоглобина в капиллярах соседних тканей. Последние открытия свидетельствуют о ключевой роли меда в различных стадиях канцерогенеза, инициации, пролиферации и прогрессии как in vitro, так и in vivo, а также о его адъювантном эффекте в терапии рака. Хотя возможное применение меда и его активных соединений в качестве лекарственных средств против рака все еще далеко от клинической практики, научные результаты подчеркивают, что меды могут быть использованы в качестве иммунного помощника для пациентов, проходящих химиотерапию. Показаны защитные свойства меда против общих побочных

эффектов химиотерапии, главным образом мукозита. Мед также был полезен в предотвращении побочных эффектов, связанных с лечением рака головы и шеи, а именно радиационно-индуцированного мукозита, ксеростомии и плохого заживления ран.

Мед также играет важную роль в улучшении репродуктивной системы млекопитающих и человека, повышая концентрацию тестостерона в сыворотке крови, количество сперматозоидов и фертильность.

Поскольку мед – это не только продукт питания, но и комбинация многих важных с медицинской точки зрения химических веществ, имеющих как растительное происхождение, так и произведенных организмом пчел, мед используется в лечебных целях, как правило, в комплексной терапии инфекционных заболеваний, таких как туберкулез, столбняк, грипп, гепатит и других. Мед, обладая выраженными антибактериальными свойствами, возможно позволит преодолеть серьезную проблему устойчивости микроорганизмов к синтетическим противомикробным препаратам.

До настоящего времени механизмы лечебных эффектов меда изучены слабо.

§ 1.5. Ботанические сорта меда

Ботанические сорта меда определяются широким разнообразием растений, с которых пчелы собирают нектар. Но и меды с одних и тех же медоносов не одинаковы по своим свойствам, поскольку существенное влияние оказывают такие факторы, как географическое месторасположение медоносов, время года и условия медосбора, условия произрастания растений, порода пчел. Например, европейский и дальневосточный липовый мед: последний более нежный по вкусу и аромату и не раздражает слизистые оболочки. Мед с фацелии в июле более светлый, чем собранный осенью.

Монофлорный мед – это мед, производимый пчелами из нектара растений преимущественно одного вида, имеет наиболее ярко выраженные, присущие только этому ботаническому сорту, физико-химические и органолептические характеристики. Для определения ботанического сорта меда используют мелиссопа-

линологический анализ – определение морфологии пыльцевых зерен и их соотношения. Доминирующий вид пыльцевых зерен определяет ботаническое происхождение меда. Степень доминирования может колебаться от 25 до 75 % в зависимости от вида растения.

Вересковый мед (медонос – вереск обыкновенный, *Calluna vulgaris*, сем. Вересковые, Ericaceae) – характеризуется темно-янтарным или красно-бурым цветом, сильным специфическим ароматом, терпким вкусом. Высокое содержание белка (до 1,86 %) определяет его студнеобразную консистенцию. При перемешивании или взбалтывании его студнеобразная консистенция разрушается, и он становится жидким, но при последующем хранении вновь густеет. Медленно кристаллизуется. Из-за высокой вязкости с трудом откачивается из сотов. Высокая ферментативная активность: диастазное число до 50 ед. Готе. Доля пыльцевых зерен вереска составляет не менее 30 % от количества всех видов пыльцевых зерен.

Для европейских вересковых медов характерным является содержание от $100 \cdot 10^3$ до $500 \cdot 10^3$ пыльцевых зерен в 10 г продукта, и доля пыльцы вереска составляет в среднем 17 % (от 10 до 33 %). Диастазная активность европейских вересковых медов в зависимости от района сбора колеблется от 8,3 до 38,5 (в среднем 24,4) и от 26 до 81 ед. Готе (в среднем 51,9), активность инвертазы – в среднем 120,5 Е/кг, содержание пролина – от 289 до 862 мг/кг, сахарозы – от 0,16 до 0,86, глюкозы и фруктозы – от 67,4 до 73,9, воды – от 14,4 до 24 г/100 г меда. Электропроводность европейских вересковых медов составляет от 0,26 до 1,22 mS/cm, показатель pH – от 3,7 до 4,98.

Желтоакациевый мед (медонос – карагана древовидная, или желтая акация, *Caragana arborescens*, сем. Бобовые, Fabaceae) – бывает прозрачный, садка от белого до золотисто-желтого цвета, содержит много фруктозы, диастазное число до 26 ед. Готе, имеет тонкий и нежный аромат. Может долго не кристаллизоваться (от 1 до 2–3 лет) при комнатной температуре. Кристаллизуется в виде мелкозернистой массы. Обладает хорошими вкусовыми качествами. При длительном хранении на поверхности может появиться более темная межкристаллическая жидкость, представ-

ляющая собой раствор фруктозы. Доля пыльцевых зерен желтой акации (караганы) составляет не менее 30 % от количества всех видов пыльцевых зерен.

Ивовый мед (медонос – виды ивовых, *Salix* sp., сем. Ивовые, Salicaceae) – светло-желтый или желтый, быстро садится из-за высокого содержания глюкозы. Садка мелко- или крупнокристаллическая.

Донниковый мед (медонос – донник, *Melilotus* sp., сем. Бобовые, Fabaceae) – белый или светло-желтый, прозрачный, медленно садится, диастазное число ≥ 15, сахарозы < 1,6 %, инвертированных сахаров ≤ 74 %, кислотность – 2,4–3,2, минеральных веществ – 0,1–0,13 %, белка – 0,04 %, азотсодержащие вещества небелковой природы составляют около 0,37 %.

Подсолнечниковый мед (медонос – подсолнечник, *Helianthus* sp., сем. Астровые, Asteraceae) – от светло-янтарного экстра до янтарного (35–14 мм по шкале Пфунда), садка – желтая, чаще крупнозернистая, диастазное число варьирует в зависимости от географического происхождения от 9 до 13 (предгорья Северного Кавказа) или от 20 до 23 ед. Готе (Башкортостан, Алтайский край), инвертированных сахаров – от 78 до 94 %, сахарозы ≤ 3 %, кислотность – 2,8, минеральных веществ – от 0,13–0,14 до 0,20–0,23 %. Содержание пролина в среднем 488±10 мг/кг. Доля пыльцевых зерен подсолнечника составляет 35–45 % от количества всех видов пыльцевых зерен.

Для европейских подсолнечниковых медов характерным является содержание от $30 \cdot 10^3$ до $50 \cdot 10^3$ пыльцевых зерен в 10 г продукта. Доля пыльцы подсолнечника составляет в среднем более 15 % (в диапазоне от 10 до 95 %). Средняя диастазная активность европейских подсолнечниковых медов в зависимости от района сбора изменяется от 15,4 до 25,3 (с колебаниями от 8,0 до 44,2), активность инвертазы – от 94,8 до 95,5 Е/кг, содержание пролина – от 419 до 720 мг/кг, сахарозы – от 0,0073 до 2,1, глюкозы и фруктозы – от 68,7 до 84,8, воды – от 14,5 до 21 г/100 г меда. Электропроводность европейских подсолнечниковых медов составляет от 0,12 до 0,60 mS/cm, показатель pH – от 2,9 до 4,2.

Гречишный мед (медонос – гречиха, *Fagopyrum* sp., сем. Гречишные, Polygonaceae) – от янтарного до темно-янтарного

(более 86 мм по шкале Пфунда), иногда с вишневым оттенком, садка светло-коричневая. Характерно высокое содержание железа и большое количество пыльцевых зерен. Небелкового азота – 0,97 %, диастазное число – 29 ед. Готе, сахарозы – 3,2–1,6 %, моносахаров – 78–81 %. Содержание пролина в среднем составляет 536±18 мг/кг. Повышено содержание минеральных веществ (0,18–0,45 %) и белка (0,29 %). Доля пыльцевых зерен гречихи составляет не менее 30 % от количества всех видов пыльцевых зерен.

Эспарцетовый мед (медонос – эспарцет, *Onobryhis* sp., сем. Бобовые, Fabaceae) – светло-желтый, имеет цветочный запах, мелкозернистая садка, невысокое диастазное число, не больше 15 ед. Готе, сахарозы – 1,2 %, минеральных веществ – 0,13 %. Доля пыльцевых зерен эспарцета составляет не менее 45 % от количества всех видов пыльцевых зерен.

Хлопчатниковый мед (медонос – хлопчатник, *Gossypium* sp., сем. Мальвовых, Malvaceae) различают по цвету: прозрачный, как вода, или белый экстра. Имеет тонкий своеобразный аромат, приятный вкус. Кристаллизуется в крупнозернистую массу в течение 2 месяцев и более. Только что собранный пчелами имеет привкус, характерный для сока самого растения, который исчезает по мере созревания меда. Для зрелого меда характерен нежный своеобразный вкус и аромат. Доля пыльцевых зерен хлопчатника составляет не менее 45 % от количества всех видов пыльцевых зерен.

Кипрейный мед (медонос – кипрей, или иван-чай, *Epilobium* sp., сем. Кипрейные, Onagraceae) – прозрачный, иногда с зеленоватым оттенком, при кристаллизации становится белым. Характеризуется нежным вкусом и ароматом, часто без запаха. Кристаллизуется быстро в салообразную или мелкозернистую массу.

Малиновый мед (медонос – малина обыкновенная, *Rubus idaeus*, сем. Розоцветные, Rosaceae) – светлый или прозрачный белый, в закристаллизовавшемся виде белый с кремовым оттенком. Кристаллизуется в мелко- и крупнозернистую массу. Сладкий, без привкусов, аромат несколько напоминает ваниль. При

обильном выделении нектара эта особенность в аромате становится незаметной.

Липовый мед (медонос – виды липы, *Tilia* sp., сем. Липовые, Tiliaceae) – от почти бесцветного до светло-янтарного (18–85 мм по шкале Пфунда), кристаллизуется из-за преобладания глюкозы. Содержание пролина колеблется от 176 до 460 мг/кг. Имеет приятный нежный аромат цветков липы, в состав которого входят фарнезол и другие терпеноидные соединения. Липовый мед, особенно из Приморского края, характеризуется предельно низким диастазным числом (до 5 ед. Готе). Кристаллизуется при комнатной температуре в течение 1–2 месяцев в мелкозернистую салообразную или крупнозернистую массу. Имеет отличный от других медов уровень концентрации водородных ионов (pH 4,5–7,0), этот показатель может быть использован для отличия липового меда от других медов. Окислительно-восстановительный потенциал водных растворов липового меда находится в пределах от –105 до –252 мв и не перекрывается аналогичным показателем других медов. Доля пыльцевых зерен липы составляет не менее 30 % от количества всех видов пыльцевых зерен.

Для европейских липовых медов характерным является содержание от $2 \cdot 10^3$ до $24 \cdot 10^3$ пыльцевых зерен в 10 г продукта, доля пыльцы липы – от 21 до 38 % или очень незначительная. Диастазная активность европейских липовых медов в зависимости от района сбора колеблется от 9,6 до 34,3 (в среднем 17,9) и от 13,9 до 29,4 ед. Готе (в среднем 20,5), активность инвертазы – в среднем от 94,0 до 157,2 Е/кг, содержание пролина – от 420 до 469 мг/кг, сахарозы – от 0,0 до 0,72, глюкозы и фруктозы – от 58,9 до 77,7, воды – от 14,9 до 21,4 г/100 г меда. Электропроводность европейских липовых медов составляет от 0,42 до 0,99 mS/cm, показатель pH – от 3,9 до 5,2.

Белоакациевый мед (медонос – акация белая, *Robinia* sp., сем. Бобовые, Fabaceae) содержит ванилин (в 25 % образцов), пинобанксин (100 %), апигенин (50 %), кемпферол (50 %), пиносембрин (100 %), кризин (100 %), акацетин (100 %). В меде с белой акации обнаружен следующий состав сахаров: фруктоза (42,39+2,73 %), глюкоза (31,93+2,6 %), мальтоза (2,94+0,98 %),

сахароза (2,26+2,63 %), трегалоза (0,91+0,65 %), а также парагидробензойная кислота (в 50 % изученных образцов), ванилиновая (25 %), паракумаровая (25 %), феруловая (100 %), транскоричная (50 %), абсцизовая кислоты (во всех образцах). Специфичны как маркеры акациевого меда феруловая кислота (содержится в количестве 3,23 мг/кг) и акацетин (до 1 мг/кг).

Для акациевых медов Краснодарского края, Тамбовской, Саратовской и Волгоградской областей содержание пыльцы белой акации составляло в среднем 24,78 % (разброс по образцам от 16,93 до 30,73 %), остальная пыльца представлена более чем 18 видами из 11 семейств раноцветущих растений, в том числе с яблони, черемухи обыкновенной, земляники, одуванчика лекарственного, мать-и-мачехи, клевера гибридного, донника, конских бобов.

Для европейских акациевых медов характерным является содержание менее $20 \cdot 10^3$ пыльцевых зерен в 10 г продукта и доля пыльцы акации составляет 17–20 %, а некоторые авторы отмечают очень низкую их долю по сравнению с другими видами пыльцы. Диастазная активность европейских акациевых медов в зависимости от района сбора колеблется от 3,1 до 21 ед. Готе, средняя активность инвертазы – от 26,4 до 51,4 Е/кг, содержание пролина – от 182 до 283 мг/кг, сахарозы – от 0,0 до 10,1, глюкозы и фруктозы – от 59,0 до 83,8, воды – от 14,2 до 20,4 г/100 г меда. Электропроводность европейских акациевых медов составляет от 0,09 до 0,30 mS/cm, показатель pH – от 3,5 до 4,3.

Мед синяка обыкновенного (*Echium vulgare* L.) содержит до 65 % пыльцевых зерен этого вида, массовая доля глюкозы – 15,8 %; массовая доля фруктозы и глюкозы суммарно составляет 74,6 %. Не обнаружена сахароза; массовая доля 5-гидроксиметилфурфурола – 2,6 мг/кг, диастазное число – 20,5 ед. Готе, pH – 7,03. Свободная кислотность составляет 23,0 мэкв/кг. Мед с синяка обыкновенного светлый, густой, ароматный, с высокими вкусовыми качествами. Кристаллизуется медленно белой мелкозерной массой. Зимовка пчел на меде с синяка проходит благополучно.

Мед мордовника шароголового (*Echinops sphaerocephalus* L.) содержит до 70 % пыльцевых зерен этого вида, массовая

доля воды – 16,0 %, массовая доля фруктозы и глюкозы суммарно – 69,7 %, массовая доля сахарозы – 3,8 %, массовая доля 5-гидроксилметилфурфурола – 3 мг/кг, диастазное число (к безводному веществу меда) –18,1 ед. Готе, концентрация водородных ионов (pH) – 3,85, свободная кислотность – 36,0 мэкв/кг. Мед с мордовника шароголового светло-янтарный с тонким ароматом, приятного вкуса.

Кориандровый мед (медонос – *Coriandrum* sp., сем. Астровые, Asteraceae) обладает темным цветом, характерным специфическим ароматом и вкусом. В нем содержатся терпеноидные соединения, которые придают ему специфический аромат. Кристаллизуется в течение 1–2 месяцев в крупнозернистую или салообразную массу.

Мед финиковой пальмы (*Phoenix dactylifera*) – янтарного цвета, pH составляет 4,460±0,02, содержание воды – 15,64±0,30 %, золы – 0,23±0,02 %, протеина – 24,2±1,72 %, глюкозы – 21,58±0,18 %, фруктозы – 50,78±0,41 %, моносахаров – 72,36 ± 0,32 %, сахарозы – 3,59±0,20 %, соотношение фруктоза/глюкоза составляет 2,35±0,02, соотношение глюкоза/вода – 1,38±0,025. Медленно кристаллизуется. Высокий показатель Пфунта – 113,82±2,19 и интенсивности окраски (722,67±1,53), что косвенно свидетельствует о высоком уровне фенольных соединений и флавоноидов. Содержание пыльцевых зерен *Phoenix dactylifera* достигает 61 %.

Ботаническое происхождение меда является определяющим фактором формирования его органолептических и физико-химических характеристик. Однако в пределах одного ботанического сорта отмечается существенное варьирование этих характеристик, обусловленное географическими, погодными и медосборными условиями.

Важными факторами, влияющими на химический состав меда, в частности на его ферментативную активность, являются физиологические, биохимические и этологические особенности медоносных пчел разных пород. Это показали исследования, проведенные в Литве, в средней полосе России, в районах предгорий Северного Кавказа. Как правило, большая пищевая ценность

и более высокая ферментативная активность меда одного ботанического происхождения характерна для образцов, полученных от аборигенных пород пчел, формирование которых шло в данных природно-климатических условиях. Выявлены генетически обусловленные отличия в секреторной активности гипофарингеальных желез разных линий приокского типа пчел, а также отличия в ферментативной активности меда, собранного пчелами разных видов рода Apis.

Таблица 1.8

Ферментативная активность южноевропейских монофлорных медов (по Persano Oddo L. et al., 1990 г.)

Медоносное растение, ботаническое происхождение меда	Диастазное число меда, ед. Готе		
	среднее	мин.	макс.
1	2	3	4
Земляничное дерево, *Arbutus* sp. (сем. Вересковые, Ericaceae)	5,2	0,0	9,2
Эрика, *Erica* sp. (сем. Вересковые, Ericaceae)	7,8	3,7	18,2
Акация белая, *Robinia* sp. (сем. Бобовые, Fabaceae)	8,4	3,1	15,0
Одуванчик, *Taraxacum* sp. (сем. Астровые, Asteraceae)	9,2	3,4	17,4
Цитрус, *Citrus* sp. (сем.Рутовые, Rutaceae)	9,8	3,4	16,3
Рододендрон, *Rhododendron* sp. (сем. Вересковые, Ericaceae)	13,7	9,1	16,7
Подсолнечник, *Helianthus* sp. (сем. Астровые, Asteraceae)	16,3	8,7	20,3
Копеечник, *Hedysarum* sp. (сем. Бобовые, Fabaceae)	19,8	12,5	33,3
Медвяная роса (падь)	22,9	10,9	34,1
Каштан, *Castanea* sp. (сем. Буковые, Fagaceae)	24,1	10,6	42,9
Эвкалипт, *Eucalyptus* sp. (сем. Миртовые, Myrtaceae)	25,5	16,2	34,9
Тимьян, или чабрец, *Thymus* sp. (сем. Яснотковые, Lamiaceae)	33,1	24,3	39,0

Многие исследователи придерживаются мнения, что меды, получаемые медоносными пчелами из нектара растений, составляющих медоносную флору средней полосы России, в силу специфики химического состава их нектара не могут характеризоваться диастазным числом, превышающим 50 ед. Готе. Это характерно для южноевропейских медов (табл. 1.8).

Изучение более 200 образцов меда Центрального федерального округа России, полученных в период с 1997 по 2005 г. из 17 областей, показало, что 44% образцов характеризовались ферментативной активностью более 20 и 55% – в диапазоне от 7,1 до 20 ед. Готе. Содержание воды от 13,3 до 17% имели 55, от 17,1 до 19% – 38 и в пределах от 19,1 до 21% – 7% образцов. Более половины образцов содержали от 91 до 99,3% редуцирующих сахаров и 40% образцов – от 82,1 до 90,0%. Среднее содержание сахарозы составляло 2,8%, причем большая доля образцов (45%) содержала от 1,1 до 3,0% сахарозы. Средняя общая кислотность медов составляла 1,8 $см^3$ с колебаниями от 1,8 до 3,6. В целом меды Центрального федерального округа России соответствуют установленному российскому стандарту.

Высокой ферментативной активностью отличаются сибирские меды. Уровень ферментативной активности и кислотности (2,9±0,11; σ = 0,66; коэффициент вариации – 22%) медов юга Западной Сибири дают основание для позиционирования их в качестве лечебно-профилактического продукта (табл. 1.9).

Таблица 1.9

Характеристика медов юга Западной Сибири

Происхождение меда	Массовая доля воды,%			Диастазное число*, ед. Готе,			Массовая доля редуцирующих сахаров*,%		
	$x \pm S_x$	σ	C,%	$x \pm S_x$	σ	C,%	$x \pm S_x$	σ	C,%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полифлорный, разнотравье, Новосибирская обл.	20,6±0,3	0,93	4,5	25,3±2,4	7,60	30,0	78,6±0,8	2,7	3,4
Полифлорный, Кемеровская обл., Кузбасс	18,6±0,5	0,90	4,9	30,4±3,8	6,60	22,0	78,5±0,5	0,5	1,2

Окончание табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Таежный, Горная Шория	17,0±0,2	0,70	4,2	43,0±2,3	7,00	16,0	90,0±1,9	5,8	6,5
Гречишный, Алтайский край	20,7±0,4	0,70	3,5	28,5±0,9	1,60	5,7	79,6±0,9	1,6	2,0

* К безводному веществу меда.

Таблица 1.10

Показатели качества медов Сибири и Алтая (по Гранцон М. Э., 1991)

Сорт меда	Показатели						
	Водность,%	Диастазное число, ед. Готе	Моносахара,%	Сахароза,%	Зольность,%	Белок, %	Кислотность, н. град.
Донниковый	19,5–22,0	15,9–26,6	73,2–81,2	0,7–1,6	0,08–0,13	0,04	2,4–3,0
Гречишный	9,8–21,2	26,6–29,4	78,0–81,2	1,6–3,2	0,16–0,18	0,29	3,2–4,0
Подсолнечниковый	–	20,0–23,0	до 78,0	3,0	0,13–0,14	–	2,8
Полифлорный, разнотравье	19,6–21,0	15,8–38,0	79,6–81,2	1,6	0,11–0,15	–	2,8–3,4

Монофлорные сибирские меды характеризуются меньшим разбросом по содержанию воды, моносахаров и ферментативной активности, чем полифлорные из разных районов юга Западной Сибири (табл. 1.10).

Разнообразие источников пади в природе формирует различные **виды падевого меда**, которые отличаются друг от друга по органолептическим характеристикам и химическому составу, но имеют общие для группы характеристики. Впервые выделение разных видов падевого меда было проведено Е. Цандером (1931 г.), который изучал сорта падевого меда, полученного в южных районах Германии. Падевый листовой мед бурой или почти черной окраски с зеленоватым отливом, очень клейкой консистенции, со слабым ароматом кристаллизуется медленно с образованием хлопьев, при этом окраска светлеет. Еловый мед темно-зеленый, очень клейкий, со смолистым ароматом, при кристаллизации темнеет и образует крупные кристаллы. Пихтовый мед золотисто-желтый, с солодообразным вкусом и ароматом. Лиственничный мед лимонно-желтый или светло-бурый с клее-

вой консистенцией, быстро кристаллизуется в крупнокристаллическую массу буроватого цвета. Сосновый мед по цвету (водянисто-прозрачный) и консистенции напоминает клей. Водность падевых медов разного происхождения оценивалась в пределах от 7,8 до 15,2%, содержание инвертированных сахаров – от 57,8 до 80,9%; сахарозы – от 0,57 до 1,7%; фруктозы – от 24,8 до 46,5%; глюкозы – от 27,1 до 37,4%.

Падевые меды, получаемые пчелами из выделений равнокрылых насекомых – цикадок, *Metcalfa pruinosa*, характеризуются низким содержанием пыльцевых зерен (300/10 г меда), янтарным цветом (от 98 до 102 мм по шкале Пфунта), высокой электропроводностью (от 1,64 до 1,92 mS/cm), низкой кислотностью (pH от 5,0 до 5,4) и водностью (содержание воды от 13,5 до 16,4). Для этого меда установлена высокая вариабельность ферментативной активности: диастазное число – от 8,9 до 42,9 ед. Г., инвертазное – от 135,9 до 206,4 Е/кг. Содержание пролина варьирует от 200 до 636 мг/кг, глюкозы и фруктозы – от 45,5 до 68,8, сахарозы – от 0,0 до 0,4 г/100 г меда. Этот вид цикадок (*Homoptera:* Fulgoroidea: Flatidae: *Metcalfa pruinosa* Say, 1830) впервые описан на территории России в 2009 г. – это первый представитель семейства Flatidae в фауне России, потенциальный вредитель сельскохозяйственных и декоративных растений. Поэтому весьма вероятно, что появятся российские падевые меды этого сорта.

Российские падевые меды были изучены В.Г. Чудаковым (1979 г.), который характеризовал их окраску от светло-янтарной до почти черной в зависимости от вида. Свежеоткачанный мед с лиственницы имеет желто-золотистый цвет, с сосны – желтый, с ели и пихты – коричнево-зеленый, листовой падевый мед имеет темно-коричневую окраску.

Ботанические сорта медов часто определяют их географическое происхождение, поскольку отражают специфику кормовой базы пчеловодства в конкретной местности.

Идентификация ботанического происхождения меда может быть проведена по потенциометрическим и спектрофотометрическим показателям. Установлено, что активная кислотность липовых медов колеблется в пределах от 4,5 до 7,0, тогда как у всех

остальных медов активная кислотность была существенно ниже (для подсолнечникового меда этот показатель не превышал 4,15, для верескового меда – 4,14, для белоакациевого – 4,11, для донникового – 3,95, для эспарцетового – 3,85, для малинового – 3,80, для фацелиевого – 3,78). Таким образом, показатель pH вполне может быть использован для отличия липового меда от других и являться показателем его ботанического происхождения.

Окислительно-восстановительный потенциал водных растворов липового меда колебался в пределах от –105 до –252 мв, тогда как окислительно-восстановительные потенциалы для подсолнечникового меда не превышали –95 мв, для белоакациевого и верескового –72,5 мв, для донникового –69 мв, для фацелиевого –54 мв. Таким образом, липовый мед можно надежно отличать от других по показателю окислительно-восстановительного потенциала его водных растворов.

Выявлено, что только подсолнечниковый мед имеет специфические спектры с двумя минимумами коэффициента пропускания в области 460 и 490 нм и быстрым переходом к максимуму этого коэффициента в области 500–520 нм. Наличие ярко выраженной специфики спектров пропускания подсолнечникового меда проверяли на образцах меда из Восточно-Казахстанской, Куйбышевской областей, Краснодарского и Ставропольского краев.

Для идентификации подсолнечниковых медов от других целесообразно использовать отношения величин оптических плотностей, полученных на светофильтрах с максимумами пропускания 440, 490, 540 нм к величине оптической плотности, полученной на светофильтре с максимумом пропускания 400 нм, при этом первое отношение является основным. В данном случае для подсолнечниковых медов характерны следующие фотометрические показатели: $D440/D400 \geq 0{,}840$ $D490/D400 \geq 0{,}525$ $D540/D400 \leq 0{,}280$, где D400, D440, D490, D540 – величины оптических плотностей меда, полученные соответственно на светофильтрах с максимумами пропускания 400, 440, 490, 540 нм.

В таблице 1.11 представлены обобщенные идентификационные показатели состава сахаров некоторых ботанических видов пчелиного меда при экспертной оценке. Однако в ряде случаев

некоторые показатели состава сахаров отдельных видов меда количественно перекрываются.

Таблица 1.11

Идентификационные показатели состава сахаров некоторых ботанических видов пчелиного меда России (по Чепурному И. П., 2002)

Наименование	Содержание, %		Отношения		Содержание, %		Степень сладости
	фруктозы	глюкозы	α-глюкоза/β-глюкоза	фруктоза/глюкоза	сахарозы	мальтозы	
Липовый	32,8–41,5	51,0–55,0	около 1,00	< 0,80	–	5,0–7,0	≤ 113
Белоакациевый	39,0–44,0	47,0–58,0	< 1,00	< 0,95	0,5–0,9	2,5–5,7	109–113
Подсолнечниковый	37,5–44,1	52,0–57,0	> 0,98	0,72–1,11	0,3–0,8	0,8–2,3	114–116
Донниковый	40,0–50,0	45,0–55,0	≥ 0,97	0,73–1,11	0,6–0,7	3,5–4,3	> 112
Эспарцетовый	38,0–44,0	48,0–57,0	≥ 0,97	≤ 0,91	0,0	1,5–3,7	110–115

§ 1.6. Технические требования

Мед – это натуральный пищевой продукт, который должен соответствовать стандартам качества и безопасности пищевых продуктов. Некоторые стандарты связаны с регламентацией собственно физико-химических характеристик качества, определяющих состав и подлинность меда, в то время как другие законодательные акты устанавливают стандарты для остатков ветеринарных препаратов и для загрязняющих веществ, таких как пестициды, тяжелые металлы, антибиотики, радиоактивные элементы. Мед также должен соответствовать микробиологическим критериям качества и безопасности, таким как содержание осмофильных дрожжей, ксерофильных плесеней и спор клостридий, *Clostridium botulinum*, и обеспечивать соблюдение законодательства о ГМО (генетически модифицированных организмах). Другие факторы, связанные с безопасностью для

здоровья, как пирролизидиновые алкалоиды в меде до сих пор не регулируются. Применяются особые спецификации по органолептическим или физико-химическим характеристикам для меда определенного ботанического или географического происхождения. В глобальном масштабе существует стандарт Кодекса ФАО по меду, приложение к которому предназначено для добровольного применения (международные рекомендации) коммерческими партнерами, а не для применения правительствами. В Европейском сообществе директива Совета 2001/110/ЕС от 20 дек. 2001 г. в отношении меда устанавливает критерии для определения состава, качества и маркировки меда. Государства – члены ЕС должны, по возможности, использовать международно признанные валидированные методы анализа. Международная комиссия по меду (МКМ) публикует подборку согласованных методов.

Контроль качества меда в мировом пчеловодстве осуществляют международные организации:

– Европейская федерация фасовщиков и дистрибьюторов меда (Federation Europeen Des Embalmers Et Distrebuteurs De mile – FEEDM) работает с 1989 г., в нее входят индивидуальные компании и их ассоциации, которые занимаются импортом, оптовой торговлей и переработкой меда, из 14 стран ЕС. Члены федерации обязаны соблюдать требования к качеству меда, иначе налагаются штрафные санкции и исключаются из членов федерации;

– Международная комиссия по меду (International Honey Commission – МКМ) организована в 1990 г. МКМ разработала Директиву Е.С. по меду, вступившую в силу в 2001 г. В составе МКМ сформированы 5 рабочих групп, в 1-й группе готовят методики для характеристик меда; во 2-й разрабатывают критерии качества (органолептические, палинологические, физико-химические) монофлорных европейских медов; в 3-й разрабатывают новые методики для характеристики меда; в 4-й разрабатывают стандарты для биологически активных продуктов пчеловодства (прополис, пыльцевая обножка, перга, маточное молочко, пчелиный воск); в 5-й разрабатывают максимально допустимые уровни

(МДУ) и методы определения вредных веществ (пестициды, антибиотики и др.) в продуктах пчеловодства;

– в 2004 г. создана Международная ассоциация фасовщиков меда (Honey international Packers Association) – МАФМ, которая объединяет 26 компаний из 17 стран Европы, Азии, Америки и Австралии. Среди них Российское Межрегиональное общественное объединение пчеловодов. Председателем избран Питер Мартин (Англия). МАФМ ставит задачи добиваться, чтобы производимый пчеловодами мед был чистым, нефальсифицированным, свободным от остатков антибиотиков и других веществ продуктом, качество которого соответствовало бы законным требованиям страны-импортера. Ассоциация располагает фондом для повышения квалификации пчеловодов в различных странах.

Активно занимается проблемами качества продуктов пчеловодства Апимондия.

В России надзор за качеством продуктов пчеловодства возложен на ветеринарные лаборатории, а их безопасность контролируют органы Роспотребнадзора. На каждую партию пчеловодной продукции, в том числе меда, выдается ветеринарное заключение, где указываются установленные стандартом показатели качества, мед подлежит добровольной сертификации.

Показатели качества меда

При определении качества меда учитывают его органолептические характеристики.

Цвет оценивают у свежеоткаченного меда при дневном освещении. Цвет меда является производным от его химического состава и варьирует от бесцветного до черного.

Вкус меда многообразен и может варьировать от нежного до терпкого и горьковатого, от приятного до неприятного.

Совокупность вкуса и запаха меда формирует его **аромат**. Он может быть от нежного цветочного до резкого с неприятным запахом.

Вкус, аромат и цвет меда зависят от его ботанического и географического происхождения, медосборных условий, консистенции, технологии обработки и условий хранения.

Таблица 1.12

Показатели качества меда, регламентированные ГОСТ 19792–2017

Наименование показателя	Характеристики и значение показателя
Внешний вид (консистенция)	Жидкий, частично или полностью закристаллизованный
Аромат	Приятный, от слабого до сильного, без постороннего запаха
Вкус*	Сладкий, приятный, без постороннего привкуса
Массовая доля воды,%, не более	20
Массовая доля редукцирующих сахаров,%, не менее	65
Массовая доля глюкозы и фруктозы, суммарно,%, не менее для цветочного меда для падевого и смешанного медов	 60 45
Массовая доля сахарозы,%, не более для цветочного меда для меда с белой акации для падевого и смешанного медов	 5 10 15
Диастазное число ед. Готе, не менее для всех видов меда для меда с белой акации при содержании гидроксиметилфурфурола (ГМФ) не более 15млн$^{-1}$ (мг/кг)	 8 5
Массовая доля ГМФ, млн (мг/кг), не более	25
Качественная реакция на ГМФ**	Отрицательная
Механические примеси	Не допускаются
Признаки брожения	Не допускаются

*Для медов с каштана, табака и падевого допускается горьковатый привкус.

**При положительной качественной реакции массовую долю определяют количественно

Межгосударственный стандарт ГОСТ 19792-2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 янв. 2019 г. Требования Государственного стандарта регламентируют показатели при характеристике пчелиного

меда как пищевого продукта под названием «мед натуральный» (табл. 1.12).

Вид меда определяют по соотношению количества пыльцевых зерен (ПЗ) и падевых элементов (ПЭ). Если отношение ПЭ/ПЗ составляет 1, то мед относят к категории цветочных медов, при отношении ПЭ/ПЗ от 1 до 3 – к категории смешанных, при отношении ПЭ/ПЗ ≥ 3 – к категории падевых.

Сотовый мед должен быть запечатан не менее чем на 2/3 площади сотов. Соты должны быть однородного белого или желтого цвета.

Мед натуральный по органолептическим и физико-химическим показателям должен соответствовать определенным требованиям (см. табл. 1.12).

Европейские региональные нормы устанавливают для цветочного меда следующие показатели, отличающиеся от российских требований: массовая доля воды – не более 21%; массовая доля редуцирующих сахаров – не менее 80% к безводному веществу; стандарт на мед в Польше: диастазное число – 8,3; 5-гидроксиметилфурфурол – 3 мг/100 г; сахароза+мелицитоза – не более 5% (для цветочного), не более 7% (для цветочно-падевого) и 10% (для падевого); редуцирующие сахара – не менее 70% (для цветочного), 65% (для цветочно-падевого) и 60% (подевый).

Диастазное число меда характеризует активность амилолитических ферментов. Диастазное число выражает количество 1%-го раствора крахмала (в мл), которое разлагается в стандартных условиях за 1 час диастазой (амилолитическими ферментами), содержащейся в одном грамме безводного остатка меда. Один миллилитр крахмала соответствует одной единице активности – ед. Готе. Единица ферментативной активности названа в честь ученого, предложившего использование данного метода для определения ферментативной активности меда. Мед, обладающий высокой ферментативной активностью (более 15 ед. Готе), относится к категории лечебных продуктов.

В странах Европы принято оценивать ферментативную активность меда по содержанию инвертазы. Некоторые иссле-

дователи объясняют это тем, что инвертаза обладает большей чувствительностью к нагреванию, чем диастаза. Согласно Методам Европейской комиссии для меда, активность инвертазы определяют фотометрическим методом путем измерения распада субстрата р-нитрофенила-α-D-глюкопиранозида на р-нитрофенол при 400 нм. Результаты выражают числом инвертазы (NI) и в мг/кг. NI указывает на объем сахарозы на грамм, гидролизованной в течение часа ферментами, содержащимися в 100 г меда в условиях теста. Активность инвертазы, например в полифлорных медах Болгарии, оценивается в пределах от 6 до 16 NI (или от 44 до 124 мг/кг), в падевых – от 22 до 37 NI (или от 162 до 270 мг/кг).

В спорных случаях или по требованию потребителя или контролирующих организаций для подтверждения качества меда дополнительно определяют показатели свободной кислотности, электропроводности, массовой доли пролина, массовой доли нерастворимых в воде веществ и соотношение массовых долей фруктозы к глюкозе. Свободная кислотность по ГОСТ 19792-2017 должна составлять не более 40 мэкв/кг. Электропроводность для падевого, каштанового медов и смесей с ними – не менее 0,8, для всех других видов меда и смесей с ними – не более 0,8, мСм/см, для липового, верескового и эвкалиптового медов величина электропроводности не регламентирована. Массовая доля пролина должна составлять не менее 180 млн$^{-1}$ (мг/кг). Массовая доля нерастворимых в воде веществ для всех видов меда, кроме прессового (не более 0,5 %), должна составлять не более 0,1 %. Соотношение массовых долей фруктозы к глюкозе должно быть не менее 1,05.

Определение показателей качества медов проводят в соответствии с регламентами, установленными ГОСТ 31774-2012 «Мед. Рефрактометрический метод определения воды», ГОСТ 34232-2017 «Мед. Методы определения активности сахаразы (инвертазы), диастазного числа, нерастворимого вещества», ГОСТ 32167-2013 «Мед. Метод определения сахаров (с Изменением № 1, с Поправкой», ГОСТ 32169-2013 «Мед. Метод определения водородного показателя и свободной кислотности», ГОСТ 31770-2012 «Мед.

Метод определения электропроводности (с Поправкой)», ГОСТ Р 54947-2012 «Мед. Метод определения пролина», ГОСТ 31769-2012 «Мед. Метод определения частоты встречаемости пыльцевых зерен».

Падевый мед по органолептическим, микроскопическим и физико-химическим показателям должен соответствовать требованиям, приведенным в Межгосударственном стандарте ГОСТ 32168-2013 «Мед. Метод определения падевого меда» (табл. 1.13).

Под падевыми элементами понимают части мицелия, споры и спорангии грибов, микроскопические водоросли. Под структурными элементами меда понимают падевые элементы и пыльцевые зерна.

Целесообразность идентификации монофлорных медов обусловлена необходимостью повышения их качества, защиты отечественных производителей, а также объективной информации о ботаническом происхождении медов. Стандарт ГОСТ 31766-2012 распространяется на отдельные виды натуральных цветочных медов – монофлорные меды, производимые медоносными пчелами из нектара цветков растений преимущественно определенного вида.

Таблица 1.13

Показатели падевого меда (ГОСТ 32168-2013)

Наименование показателя	Характеристика и нормируемое значение показателя
1	2
Массовая доля глюкозы и фруктозы суммарно,%, не менее	45,0
Массовая доля сахарозы,%, не более	15,0
Электропроводность**, мС/см, более	0,8
Массовая доля мелецитозы,%, более	0,60
Цвет	От светло-янтарного, бурого до очень темного, иногда с зеленоватым оттенком

Окончание табл. 1.13

1	2
Аромат	Слабый, своеобразный: традиционный медовый аромат менее выражен
Вкус	Сладкий, специфический, иногда с горьковатым или кисловатым привкусом
Отношение числа падевых элементов к числу пыльцевых зерен растений (ПЭ/ПЗ): для цветочного меда, менее для смешанного меда для падевого меда, не менее	 1 От 1 до 3 3
Качественная реакция на падь	Положительная

* Для пересчета массовых долей сахаридов на безводное вещество меда следует использовать коэффициент, учитывающий массовую долю воды.

** Цветочных медов, таких как каштановый, липовый, вересковый, эвкалиптовый. Остальные технические требования и показатели качества – по ГОСТ 19792-2017.

Для трех монофлорных медов установлены особые нормативные требования, которые отражены в ГОСТ 31766-2012 «Меды монофлорные. Технические условия» (табл. 1.14).

Таблица 1.14

Органолептические и физико-химические показатели монофлорных медов

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя для меда		
	гречишного	липового	подсолнечникового
1	2	3	4
Аромат	Сильный, приятный, свойственный меду из цветков гречихи	Приятный, обладает нежным ароматом цветков липы	Приятный, обладает слабым ароматом цветков подсолнечника
Вкус	Сладкий, приятный, острый, от которого першит в горле	Сладкий, приятный, с ощущением слабой горечи, которая быстро исчезает	Сладкий, приятный, нежный с терпким привкусом

Окончание табл. 1.14

1	2	3	4
Цвет	От янтарного до темно-янтарного	От почти бесцветного до светло-янтарного	От светло-янтарного экстра до янтарного
Содержание доминирующих пыльцевых зерен,%, не менее	30	30	45
Массовая доля воды,%, не более	19,0	20,0	18,0
Массовая доля редуцирующих сахаров,%, не менее	82,0	80,0	87,0
Массовая доля сахарозы,%, не более	6,0	7,0	3,0
Диастазное число, единиц Готе, не менее	18,0	11,0	15,0
Концентрация водородных ионов (pH) водного раствора меда массовой долей 10%	3,0–4,5	4,2–6,9	3,0–4,0
Общая кислотность, $см^3$*	1,0–4,0	0,5–2,5	1,0–3,0
Массовая доля золы,%	0,15–0,20	0,30–0,45	0,10–0,25

*К безводному веществу меда.

Санитарно-гигиенические требования к меду

На территории Российской Федерации действуют федеральные санитарные правила, изложенные в санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах (СанПиН). Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, к которым относится и мед, изложены в СанПиН 2.3.2.1078-01. Содержание токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов, микробиологические показатели в меде не должны превышать допустимых норм, установленных в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (табл. 1.15, 1.16).

Таблица 1.15

Показатели микробиологической безопасности

Показатели	Допустимые уровни
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, (г)	0,1
E. coli, не допускаются в массе продукта, (г)	1,0
S. aureus, не допускаются в массе продукта, (г)	1,0
Плесени и дрожжи КОЕ/г, не более	200

Таблица 1.16

Гигиенические требования безопасности

Показатели	Допустимые уровни
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	
свинец	1,0
мышьяк	0,5
кадмий	0,05
Пестициды:	
альдрин	Не допускается (<0,002)
гептахлор	Не допускается (<0,002)
ДДТ и его метаболиты	0,005
ГХЦГ (a-, b-, g-изомеры)	0,1
диоксины	Не допускаются
Антибиотики:	
гризин	Не допускается (<0,5 мг/кг)
бацитрацин	Не допускается (<0,02 мг/кг)
тетрациклиновая группа	Не допускается (<0,01 мг/кг)
левомицетин	Не допускается (<0,01 мг/кг)

В разделе VIII Технического регламента ТС 021/2011 изложены следующие требования, предъявляемые к натуральному меду. К обращению допускаются натуральный мед и продукты пчеловодства, полученные из хозяйств (пасек) и административной территории в соответствии с регионализацией, свободных от опасных заразных болезней сельскохозяйственных и домашних животных, а также: американского гнильца, европейского гнильца, нозематоза – в течение последних 3 месяцев

на территории хозяйства. К обращению не допускается мед, имеющий измененные органолептические, физико-химические показатели; содержащий натуральные или синтетические эстрогенные гормональные вещества, тиреостатические препараты. Не допускается наличие в натуральном меде остатков таких лекарственных препаратов, как хлорамфеникол, хлорфармазин, колхицин, дапсон, диметридазол, нитрофураны, ронидазол, а также кумафос (не более 100 мкг/кг) и амитраз (не более 200 мкг/кг). Не допускается в меде и продуктах пчеловодства содержание остатков других лекарственных препаратов, которые применялись для лечения и обработки пчел. Производитель должен указывать все пестициды, которые были использованы в ходе сбора меда и производства продуктов пчеловодства.

Мед не должен содержать вещества, не свойственные его природному составу.

Массовые доли токсичных элементов, пестицидов, гидроксиметилфурфурола, ветеринарных препаратов, в т.ч. антибиотиков, в меде должны соответствовать требованиям, установленным Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и Едиными ветеринарными (ветеринарно-санитарными) требованиями, предъявляемыми товарам, подлежащим ветеринарному контролю, от 18.06.2010 г.

Фасованный в потребительскую упаковку мед (переработанный) и не фасованный в потребительскую упаковку мед (не переработанный) по показателям безопасности должен соответствовать требованиям ГОСТ 19792-2017, технических регламентов или нормативных правовых актов, действующих на территории РФ.

Каждую партию меда, поступающую с пасеки для реализации населению или промышленной переработки, сопровождают документом (ветеринарным свидетельством), установленным нормативными правовыми актами, действующими на территории РФ.

Санитарно-гигиеническими требованиями (2001 г.) установлены предельно допустимые нормы содержания в меде свинца, мышьяка и кадмия, которые составляют 1,0; 0,5 и 0,05 мг/кг соответственно. Содержание радионуклидов цезия-134, цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах постоянно пересматривается. Так, для меда временно допустимые уровни (ВДУ) содержания радионуклидов, установленные НИИ радиационной гигиены, составляли в 1988 г. $2 \cdot 10^{-8}$, в 1993 г. – $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг.

Исследования института пчеловодства показали, что необходимы ограничения по содержанию в меде ионов тяжелых металлов. Нормы предельно допустимых уровней содержания в меде меди, цинка, свинца и кадмия не должны превышать 9,0; 3,5; 0,2 и 0,04 мг/кг соответственно. Концентрация тяжелых металлов в меде зависит от экологической характеристики территорий расположения пасеки, условий медосбора и силы пчелиной семьи. Например, контаминация алтайского меда свинцом соответствовала требованиям СанПиН (ПДК не более 1,0 мг/кг), была в 2 раза ниже, чем у медов, собранных в Тюменской области (0,34 мг/кг) и ниже, чем загрязненность медов Измайловской опытной пасеки (0,21 мг/кг), но сопоставима с образцами с пасек средней полосы России (от 0 до 0,2 мг/кг) и с пасек Краснополянской опытной станции пчеловодства (от 0 до 0,3 мг/кг). Загрязненность кадмием составляла от 0,057 до 0,389 мг/кг, что превышало установленные нормативы (ПДК не более 0,05 мг/кг) и уровень содержания этого элемента в медах из других регионов России, за исключением образцов Измайловской пасеки Московской области. Исследованные образцы алтайского сотового меда, собранного в 2006 г., характеризовались высоким содержанием цинка, но не более максимальных значений по России, средним типичным для российских медов содержанием меди, низким уровнем загрязненности свинцом и несколько повышенным – кадмием (табл. 1.17).

Таблица 1.17

Содержание ТМ в пробах меда из различных регионов России

Место сбора	Zn	Cu	Cd	Pb	Автор
1	2	3	4	5	6
Разные регионы РФ	0,87–13,65	0,08–0,28	0,00–0,10	0,10–1,30	Кадиров Р.А., 1998
Краснополянская опытная станция пчеловодства (КОСП), Краснодарский край	1,06 0,01–3,16	3,30 0,30–8,82	0,04 0,00–0,02	0,045 0,000–0,300	Сокольский С.С. и др., 2004
Измайловская пасека Московская область	1,81±0,25	0,85±0,01	6,16±0,14	0,21±0,01	Еськов Е.К., 2006
Тюменская область	15,94	6,80	0,00	0,34	Пашаян С.А., 2006
Пасеки средней полосы России (Рязанская, Орловская и др. обл., Краснодарский край)	0,00–25,87 0,00–2,86	0,19–6,39 0,00–16,74	0,00–0,12 0,00–0,22	0,00–0,20 0,00–1,00	Русакова Т.М. и др., 2006 (образцы 2001–2004 г.)
Дагестан	0,700–1,200	0,065–0,400	0,012–0,015	0,080–0,180	Гасанов А.Р., 1997
Краснодарский край	0,978–5,120	1,455–5,850	–	–	Русакова Т.М., Мартынова В.М., 1994
Одесская область	1,240–1,844	1,591–1,636	–	0,296	
Курская область	1,620	2,250	–	–	
Тамбовская область	2,087	2,250	–	0,593	
Рязанская область	1,900±0,187 1,240 1,110–1,9110	0,840±0,070 < 0,050 1,500–1,710	0,019±0,005 < 0,400 –	0,240±0,019 < 2,100 0,440	Лебедев В.И. Мурашова Е.А., 2004 Федоров В.Д и др., 1995 Русакова Т.М., Мартынова В.М., 1994
Смоленская область	-	1,000–2,700	0,000	0,000	Макаров Ю.И. и др., 1995
Северный Кавказ	1,000–5,900 0,100–8,000	0,260–0,500 2,100–15,000	0,000–1,000	0,010–0,160 0,000–1,000	Василиади Г.К., Кочур Л.Н., 2005 Русакова Т.Н. и др., 2004
Удмуртия	0,60 0,20–12,20	0,05 0,01–0,08	–	–	Еськов Е.К. и др., 2001

Окончание табл. 1.17

1		2	3	4	5	6
Усть-Каменогорск (Казахстан)		1,30 0,10–2,30	0,80 0,05–1,52	0,06 0,05–0,03	0,14 0,01–0,67	Еськов Е.К. и др., 2001
Рязанская, Орловская, Владимирская, Пензинская области и Краснодарский край	2001	2,86 0,01–25,87	6,39 0,09–16,74	0,012 0,000–0,220	0,14 0,00–0,46	Русакова Т.М. и др., 2006
	2002	0,59 0,00–2,44	0,65 0,00–1,00	0,01 0,00–0,05	0,20 0,00–1,00	
	2003	0,97 0,23–2,11	0,69 0,29–1,00	0,00	0,03 0,00–0,34	
	2004	0,00	0,19	0,00	0,00	
Алтайский край		0,020 0,017–0,019	1,80 1,65–2,01	0,026 0,024–0,028	0,090 0,089–0,106	Осинцева Л.А. и др., 2009
Новосибирская область		0,270 0,205–0,307	0,90 0,32–1,26	0,029 0,024–0,034	0,070 0,065–0,081	Осинцева Л.А. и др., 2008
По России		3,800	0,650	0,026	0,190	Баранников В. Д., Кириллов Н. К., 2005

При реализации меда необходимо наличие свидетельства ветеринарно-санитарной экспертизы и подтверждение следующих показателей: аромат, цвет, вкус, запах, содержание свинца, кадмия, мышьяка, пестицидов, радионуклидов, гидроксиметилфурфурола и диастазы. Процедура ветеринарно-санитарной экспертизы меда гарантирует безопасность этого продукта для потребителя и его соответствие обязательным требованиям государственного стандарта.

Не допускается содержание антибиотиков, которые при определенных условиях могут попадать в мед из организма пчел, пролеченных препаратами на основе окситетрациклина, доксициллина и др. Для предотвращения загрязнения меда антибиотиками необходимо соблюдение сроков и доз применения препаратов при лечении пчелиных семей. В соответствии с ГОСТ Р 54655-2011 «Мед натуральный. Метод определения антибиотиков» базовым принципом для количественного определения антибиотиков тетрациклиновой группы в меде является твердофазный конкурентный ИФА (иммуноферментный анализ) на планшетах из полистирола. Метод основан на конкуренции свободного антибиотика из меда и антибиотика, предварительно адсорбированного на твердой фазе (лунке планшета) в составе белкового конъюгата, за центры связывания специфичных к тетрациклинам антител во вносимом растворе. После отделения несвязавшихся реагентов количество антител, прореагировавших с иммобилизованным антигеном, определяют с помощью вторичных антивидовых антител, меченных пероксидазой хрена. Количество связавшегося с антителами конъюгата вторичных антител определяют с помощью субстрат-хромогенной смеси. Количество определяемого антибиотика, содержащегося в анализируемой пробе, обратно пропорционально регистрируемой оптической плотности продукта ферментативной реакции.

Показатели качества меда характеризуют его натуральность, пищевые, диетические и лечебные свойства. По количеству и виду пыльцевых зерен устанавливают натуральность и ботаническое происхождение цветочных медов. Содержание редуцирующих

сахаров (глюкозы и фруктозы) указывает на пищевую ценность продукта. Чем выше этот показатель, тем в большей степени мед усваивается организмом, тем выше его пищевая и диетическая ценность. Соответственно, пищевая ценность меда снижается при возрастании количества дисахаров (сахарозы). Высокой пищевой и диетической ценностью характеризуется мед, содержащий до 85–90% инвертированного сахара и не более 0,5–0,1% сахарозы.

О лечебных свойствах меда свидетельствует уровень его ферментативной активности. Высокая ферментативная активность амилолитических ферментов или инвертазы может косвенным образом свидетельствовать об отсутствии факторов, разрушающих и другие ферменты меда, например лизоцима, который оказывает непосредственное влияние на уровень неспецифического иммунитета человека.

Гидроксиметилфурфуральдегид, или гидроксиметилфурфураль (HMF=ГМФ), является продуктом разложения фруктозы и образуется в меде в ходе естественных специфических преобразований углеводов. В свежем меде он присутствует только в следовых количествах и его концентрация увеличивается при хранении и длительном нагревании меда.

Интенсивность процесса накопления ГМФ зависит от pH, и, таким образом, в цветковом меде он идет более высокими темпами, чем в падевом, из-за более высокого pH. Непродолжительная термическая обработка (даже при относительно высокой температуре) не приводит к значительному увеличению ГМФ.

Регламентированный уровень ГМФ, установленный Кодекс Алиментариус и ЕС, составляет максимум 40 мг/кг, а для меда из тропиков и смесей с ними максимальное значение составляет 80 мг/кг. Пчеловодческие организации некоторых стран, таких как Германия, Италия, Финляндия, Швейцария, установили максимум 15 мг/кг для специально маркированных «качественных» или «девственных» медов. Стандарты Японии, Европейских региональных норм, Польши к качеству меда регламентируют содержание гидроксиметилфурфураля в пределах 50, 40 и 30 мг/кг соответственно.

Требования Российского стандарта к содержанию гидроксиметилфурфураля являются достаточно жесткими и их обоснованность в настоящее время оспаривается. Известно, что содержание этого вещества в кофе достигает 250 мг/кг. Таким образом, уровень содержания ГМФ в меде, регламентированный Российским ГОСТом, исключает токсическое воздействие на организм и использование меда с длительным сроком хранения или неправильно переработанного. В свежем откачанном меде выявляли от 4 до 10 мг/кг ГМФ.

В процессе переработки и хранения меда изменяется и его кислотность. Повышенная кислотность может свидетельствовать о наличии процессов брожения или искусственно инвертированного сахара в присутствии кислоты, т.е. о натуральности продукта. Пониженная кислотность меда может стать результатом фальсификации сахарным сиропом или сахарным медом. Кислотность натурального меда определяется его ботаническим происхождением и у падевых медов несколько ниже, чем у цветочных, и обуславливает бактерицидные свойства меда.

Отклонение от требований государственного стандарта по комплексу показателей может свидетельствовать о натуральности меда или его фальсификации.

Мед является концентрированным раствором сахаров с высоким осмотическим давлением, что делает невозможным рост любых микроорганизмов. Мед содержит меньше микроорганизмов, чем другие естественные продукты, особенно опасные разновидности бацилл *Bacillus*. Энтомопатогенные бактерии, выявляемые в меде, – опасные возбудители заболеваний пчелы – не опасны для людей. Из бактерий, присутствующих в меде, большинство безопасны для человека.

Впервые в 1976 г. сообщали о присутствии в меде спор *клостридий* (*Clostridium botulinum*), с тех пор во всем мире было проведено множество исследований. В большинстве из них ботулин – токсичный метаболит *Cl. botulinum* – не был найден, в немногих образцах были найдены споры. В некоторых образцах меда выявляются низкие количества вегетативных клеток и спор *клостридий.* Было признано, что споры могут сохранять жизне-

способность, но не могут размножаться в меде из-за его бактерицидных свойств.

В настоящее время нет никакого метода, который мог удалять или убивать споры *Cl. botulinum* в меде, не снижая его качества, кроме того, риск поражения ботулизмом ничтожен. Основные аспекты микробиологии меда связаны с микроскопическими грибами – дрожжами.

Мед содержит различные осмофильные и осмотолерантные виды дрожжей, которые попадают в него естественным путем и могут вызвать нежелательное брожение. Дрожжи размножаются в медах с высоким содержанием воды. В итоге исследований соотношения влажности и брожения на 319 образцах меда было установлено, что при влажности меда меньше 17,1% при любом количестве дрожжей брожение не происходит. При влажности меда от 17,1 до 18,0% брожения не происходит, если количество дрожжей $<1 \cdot 10^3$ КОЕ/г. При влажности меда от 18,1 до 19,0% брожения не происходит, если количество дрожжей <10 КОЕ/г. При влажности меда от 19,1 до 20% брожения не происходит, если количество дрожжей <1 КОЕ/г. Если влажность меда превышает 20%, то брожение может происходить независимо от количества дрожжевых клеток. Некоторые типы меда, например подсолнечниковый, и также меды из тропических стран имеют более высокое содержание дрожжей и менее устойчивы к брожению, чем другие меды с типичным содержанием дрожжей. Количество дрожжей и грибов, обнаруживаемых в большинстве образцов меда, обычно меньше $1 \cdot 10^2$КОЕ / г.

Свежесобранный сибирский монофлорный мед с донника (Новосибирская область, Коченевский район) отличается высокой вариабельностью микробиологических характеристик. Образцы центрифужного и сотового меда содержали мезофильных аэробных и факультативно анаэробных бактерий – показатель КМАФАнМ $(1,80 \pm 0,06) \cdot 10^2$ и $(0,05 \pm 0,03) \cdot 10^2$ КОЕ/г соответственно. Никаких признаков брожения в образцах центрифужного и сотового меда не регистрировалось, грибы и дрожжи обнаруживались в количестве $(8,90 \pm 0,67) \cdot 10^2$ и $(0,25 \pm 0,15) \cdot 10^2$ КОЕ/г.

Контроль брожения меда осуществляется по трем показателям: количество дрожжевых клеток и содержание продуктов метаболизма осмофильных дрожжей – этанола и глицерина. Мед должен соответствовать следующим качественным критериям: содержание дрожжей достигает максимум $5 \cdot 10^5/10$ г, максимальное содержание глицерина – 300 мг/кг, этанола – 150 мг/кг.

Российские исследователи разработали методику, позволяющую на основе учета количества и физиологического состояния дрожжей, а также их тинкториальных свойств судить о процессах брожения меда и диагностировать его прогревание. Метод используется при экспертной оценке меда, но не включен в нормативные документы. Установлены следующие параметры: мед с отсутствием признаков брожения содержит в 1 г менее $4 \cdot 10^2$ мелких (от 0,1 до 3,0 мкм) дрожжевых клеток, в том числе менее 15% почкующихся; мед с признаками брожения содержит в 1 г более $4 \cdot 10^2$ крупных (от 0,5 до 11 мкм) дрожжевых клеток, из которых более 15% почкующихся. Если в препарате преобладают мелкие неокрашенные или слабоокрашенные метиленовой синью клетки с едва заметной оболочкой, однородной протоплазмой и небольшими вакуолями, то мед свежий и не подвергался нагреванию.

§ 1.7. Технология получения меда

Отбор медовых сотов из улья

Отбирают полномедные соты, на которых не менее трети ячеек запечатаны восковыми крышечками, а незапечатанные ячейки доверху заполнены медом. Вместо отобранных сотов ставят сушь или освободившиеся после откачки меда соты. Отбор медовых сотов проводят в конце дня, желательно по окончании лета пчел.

Удаление пчел с медовых сотов. Наиболее распространенным методом удаления пчел с медовых сотов является стряхивание или сметание щеткой. Манипуляции выполняются над гнездом пчел.

Используют также механические удалители пчел, выдуватели пчел и репелленты.

Удалитель помещают между гнездом и магазином с медовыми сотами за 24–48 ч до снятия магазина. Пчелы проходят в гнездо из магазина с медовыми сотами, раздвигая тоненькие пластинки удалителя, обратно они попасть уже не смогут.

Установки для выдувания пчел обеспечивают скорость струи воздуха до 1800 м/мин, которая сбивает насекомых из улочек (пространство между двумя соседними сотами). Магазин или корпус с медовыми сотами предварительно помещают на специальную подставку вне улья.

В качестве репеллентов используют бензальдегид и пропионовый альдегид, которыми увлажняют ткань, натянутую на испарительные рамы. Последние помещают на магазинные надставки или корпуса с медовыми сотами на 2–3 мин.

Распечатывание сотов

Перед откачкой меда из сотов их распечатывают, т.е. удаляют восковые крышечки (забрус) путем срезания, прокалывания или сбивания. Используют ножи, нагретые в горячей воде, или паром, или электричеством, а также виброножи, цепные механические устройства и вилки для распечатывания сотов. Оборудуют специальные столы или станки для распечатывания, в которых предусмотрен сбор забруса обычно на металлической сетке и стекаемого с него меда – на поддоне.

Откачка меда из сотов

Рамки с распечатанными сотами помещают в медогонки различных типов. Медогонки вмещают от 2 до 50 рамок и по расположению в них медовых рамок делятся на хордиальные (рамки располагают в баке медогонки по хорде), радиальные (рамки располагают в баке медогонки по радиусу) и универсальные хордиально-радиальные. Работа медогонки основана на принципе центрифугирования, она может иметь ручной или электрический привод. Продолжительность одного цикла откачки меда на хордиальных медогонках 3–4, на радиальных – 12–15, на электрифицированной МР-50А – 15–20 мин. Последняя имеет автоматический бесступенчатый вариатор скорости, обеспечивающий

плавное увеличение частоты вращения ротора до максимума (250 об./мин) за 9 мин.

Откачка меда выполняется сразу после изъятия сотов из улья в помещении, недоступном для пчел, с температурой 25–30 °С. Остывший мед перед откачкой из сотов прогревают в помещении при температуре 28–30 °С.

В 2015 г. австралийские пчеловоды Стюарт и Седар Андерсоны разработали новый метод извлечения меда непосредственно из улья. В потоковом улье (Flow Hive) гнездовая часть заполняется традиционными сотовыми рамками, а второй корпус – специально сконструированными рамками с почти готовыми сотовыми ячейками из пищевой пластмассы (Flow Fram – поточные рамки). Эти поточные рамки пчелы достраивают воском, заполняют медом и закрывают забрусом. Когда ячейки рамки заполнены, их разделяют по вертикали в районе средостения при помощи ключа – специального инструмента, мед стекает вниз по центральной оси к основанию рамки и через изолированный канал – за пределы улья, где он сразу попадает в сборную емкость. Когда мед стечет полностью, ключ поворачивают в обратную сторону и этим возвращают ячейки сота проточной рамки в исходное состояние. Пчелы далее удаляют забрус, чистят ячейки и наполняют их медом повторно, как обычно. Эта технология исключает потребность в снятии забруса, центрифугировании и фильтрации меда (https://www.youtube.com/watch?v=sf2xlskLM8c).

Схема технологий производства и переработки меда

После окончания медосбора корпуса с медом снимают с ульев, погружают на автомашины и транспортируют в цех по переработке и расфасовке меда. Корпуса сгружают в люк приемного отделения, здесь их взвешивают на весах и берут пробы меда для анализа, затем из приемного отделения на тележках завозят в утепленный зал, где поддерживают температуру 25 °С. В термозале мед нагревается до нужной температуры, после чего корпуса на тележках вывозят в отделение переработки.

Распечатывают соты на специальном столе с помощью паровых ножей или установки с виброножами. Распечатанные рамки навешивают на стеллажи, а срезки от распечатывания сотов собирают в поддон стола. Мед, содержащийся в срезках, стекает через сетку во второй поддон. Со стеллажей распечатанные соты переносят в электрическую медогонку на 50 рамок. Пустые рамки складывают в корпуса и на тележках вывозят в отдельное помещение для сортировки и дезинфекции. Затем корпуса доставляют в сотохранилище или возвращают на пасеку. Из медогонки мед стекает в промежуточную двухсекционную ванну, из которой ротационным насосом подается в ванны ВДП-1000, где происходит отстаивание и дозревание меда. Ванны имеют рубашки, по которым проходят вода и пар, что позволяет подогревать мед до необходимой температуры (не выше 50 °С) и поддерживать эту температуру в течение 8–12 ч. Ванны используют для разделения по сортам и дальнейшей расфасовки меда. Ванны ВДП-1000 емкостью по 1400 л устанавливают на высоте 1,3–1,5 м, что обеспечивает доставку меда самотеком к полуавтомату ПНД-3 для расфасовки полувязких продуктов, на котором мед фасуют в стеклянные банки емкостью 0,2 и 0,5 л.

Для мойки банок используют бутыломоечную машину ОМГ-3. Чистые банки от машины к расфасовочному полуавтомату подают по транспортеру. Банки, наполненные медом, поступают на подающий транспортер закаточного автомата БУ-КЭС-13М. Закатанные банки поступают на стол, где на них наклеивают этикетки, а затем укладывают в ящики, поступающие по транспортеру, и на специальных тележках тельфером подают в подвал (склад готовой продукции). Ящики моют в ящикомоечной машине ОЯ-3М.

В цехе по переработке и расфасовке меда предусматривается приемка и переработка меда из фляг. В приемном отделении фляги обмывают и на тележках доставляют в утепленный зал для предварительного нагревания до температуры 40–50 °С. В термозале происходит разжижение меда у стенок фляг. Для полного разжижения используют специальную камеру, в которой циркулирует поток сухого воздуха, нагретого до 50 °С. В камере уста-

навливают ванну ВК-2,5, на которой лежит решетка из труб. По трубам решетки циркулирует вода, подогретая до 50 °С. Фляги вручную ставят на решетку горловиной вниз так, чтобы монолит меда, отделившийся от стенок фляги, свободно опускался на решетку. Горячие трубы расчленяют массу меда на куски, которые окончательно разжижаются в ванне. Таким образом, за смену в термокамере можно разжидить 2,25 т меда. Освобожденные от меда фляги удаляют из термокамеры и перевозят в отделение мойки тары, где их моют в баках и пропаривают на флягопропаривателе. Растопленный мед выпускают в промежуточную двухстенную ванну через фильтр грубой очистки, представляющий собой металлическую сетку, покрытую тремя слоями марли или двумя слоями капроновой ткани. Затем ротационным насосом мед подают в ванну ВДП-1000 для отстаивания и созревания при температуре не выше 50 °С. Дальнейший технологический процесс идет, как описано выше.

Научно-исследовательский институт пчеловодства разработал технологию первичной обработки и расфасовки меда в стеклянные банки емкостью 0,25 и 0,5 л. Эта технологическая линия была успешно освоена на пасеке в 500 пчелиных семей.

По этой технологии мед от пчелиных семей отбирают и в магазинных надставках или корпусах транспортируют к пасечному домику. Магазинные надставки (корпуса) разгружают с машины через окно в сотохранилище, откуда на тележках перевозят в теплый отсек. Здесь рамки с медом подогревают до 25 °С в течение суток, чтобы уменьшить вязкость меда и тем самым улучшить его откачку и уменьшить процент поломки сотов при откачке меда. Из теплого отсека корпуса с медом перевозят на тележках к столу для распечатывания сотов. Соторамки распечатывают паровым ножом и устанавливают на стеллаж, а затем помещают в 32-рамочную радиальную электрическую медогонку, установленную на бетонном фундаменте.

Медоотстойник имеет рубашку, через которую пропускают воду, подогретую до 50 °С автоматическим газовым водонагревателем АТВ-120. Система водяного обогрева автономно соединена с каждым медоотстойником. Водонагреватель снабжен

автоматическим прибором для регулирования температуры воды в пределах 40–90 °С и автоматикой безопасности. Подогретый до 40–50 °С мед быстрее отстаивается и частично дозревает, если выдерживается при такой температуре 12–24 ч. Образовавшуюся сверху пену рабочий периодически снимает шумовкой. В крышке каждого медоотстойника смонтирован съемный фильтр, выполненный из металлической сетки и покрытый капроновой тканью. Диаметр труб медопровода 36 мм, подвешивают его на кронштейнах к потолку, с уклоном горизонтальной части в сторону медоотстойников. Все трубы медопровода выполнены из нержавеющей стали и соединены в торцах разборными муфтами.

Каждый медосборник имеет внизу патрубок для слива меда с запорным краном. Патрубки соединены между собой медопроводом, который имеет уклон в сторону стола. На конце медопровода навернут кран ручного наполнения медом банок различной емкости. Таким образом, мед из медоотстойников самотеком поступает к крану, где рабочий наполняет медом банки и передает их на закаточный станок МЗ-1, где рабочий закрывает банки металлическими крышками и устанавливает на приемный стол. Здесь на банки наклеивают этикетки и упаковывают в ящики. Наполненные банками ящики транспортируют на тележках на склад готовой продукции.

В производственном цехе имеется комната, где установлены две ванны для мойки стеклянной посуды. В одной ванне с горячей водой и раствором кальцинированной соды банки моют, а в другой – ополаскивают теплой водой. Чистые банки укладывают в ящики вверх дном и подают в отделение для расфасовки меда. В отделении мойки посуды установлен также электрический котел КПЭ-160, который за 1 ч доводит до кипения 160 л воды. Из котла вода поступает в ванны для мойки банок. Загрязненная вода сливается по трубам в сборный колодец, расположенный недалеко от производственного цеха. Котел КПЭ-160 используется на пасеке также для приготовления сахарного сиропа для подкормки пчел осенью и весной. За 1 ч можно приготовить 320 л сахарного сиропа 60%-й концентрации.

Для монтажа технологической линии по первичной обработке и расфасовке меда может быть использовано только отечественное оборудование. За 8-часовой рабочий день трое рабочих могут расфасовать 1–1,2 т меда в банки емкостью 0,5 л. На наполнение одной банки медом, ее закатку, наклеивание этикетки и установку в ящик затрачивается в среднем 10 секунд. С каждой тонны расфасованного меда хозяйство получает дополнительную прибыль, которой может окупить стоимость технологического оборудования в первый же год эксплуатации.

Технология производства секционного меда

Четыре предварительно навощенные секционные рамочки вставляют в магазинную полурамку. Возможна установка 8-секционных рамочек в стандартную гнездовую рамку. Но в этом случае, во-первых, есть вероятность засева маткой секционных сотиков, а во-вторых, сложней добиться равномерности заполнения всех секций медом. Рамки с секциями ставят плотно друг к другу. В процессе медосбора пчелы отстраивают, заливают и запечатывают секции. По мере заполнения рамок в полурамочной надставке рамки с запечатанными сотиками вынимают, на их место ставят рамки, укомплектованные секциями с вощиной. Процедуру отбора проводят один раз в 7–10 дней в зависимости от силы семьи и интенсивности медосбора. Далее секции вынимают из магазинных или гнездовых рамок, взвешивают и упаковывают двумя прозрачными крышками. Практически все секции получаются массой нетто около 330 г. Расхождения в массе, как правило, в пределах, допускаемых стандартами (± 2 %). Для взвешивания используют электронные весы. После чего секции упаковывают в индивидуальную красочную картонную коробочку, на которой проштамповывают дату упаковки. Коробочка имеет большое шестигранное окошко для того, чтобы был виден сам сотик. Варианты упаковки сотового меда могут различаться, но материал, используемый для упаковки, должен соответствовать требованиям, регламентированным нормативными документами.

§ 1.8. Очистка меда и способы его обработки

Очистка меда

Для удаления механических примесей мед фильтруют. Используют металлические фильтры с плотностью от 10 до 86 отверстий на 1 $см^2$. Применяют двухсекционные фильтры, которые состоят из ровной верхней секции с крупными ячейками и нижней – полушарообразной – с мелкими ячейками.

Для очистки меда от частиц воска, насекомых, растительных волокон, сора и пузырьков воздуха применяют отстаивание. Насыщение меда воздухом (аэрация) возможно при центрифугировании, процеживании, перемешивании, перетаривании. Аэрация меда нежелательна, поскольку пузырьки воздуха придают ему мутный вид, являются центрами кристаллизации, дают пену и способствуют развитию дрожжей. При отстаивании более тяжелые примеси оседают на дно, легкие, которые составляют до 90 % загрязняющих мед компонентов, поднимаются на поверхность.

Медоотстойники могут быть любого размера из алюминия или другого металла, луженного оловом, или из полимерных пищевых материалов. Нельзя использовать оцинкованное железо, поскольку цинк растворяется в кислотах меда, образуя вредные соли. Медоотстойники оборудуют тремя кранами. Верхний – на уровне 15–20 см от верхнего края, средний – на 8–15 см выше дна, нижний – на 2–3 см выше дна или в дне. Продолжительность отстаивания меда зависит от его температуры. При высоте слоя меда в 1 м сроки отстаивания составляют 15; 6; 5; 3; 0,75, и 0,6 суток при температуре меда 10, 15, 20, 25, 30 и 35 °С соответственно.

В мире используют различные способы обработки меда после его извлечения из сотов. Технологии рассчитаны на обработку как сиропообразного, так и закристаллизованного меда. Наиболее широко используются следующие способы обработки меда.

1. Отстаивание в емкостях (закрытых или открытых) в течение 4 суток в помещении при 20–24 °С.

2. Процеживание через двухсекционный металлический фильтр.

3. Процеживание через двухсекционный фильтр с последующим отстаиванием в закрытых емкостях в течение 4 суток при 20–24 °С.

4. Нагрев закристаллизованного меда на водяной бане до 42 °С, процеживание через двухсекционный фильтр и отстаивание в емкостях в течение 1 суток.

Обработка по 1, 2 и 3-му способу не приводит к изменению количества пыльцевых зерен в меде и скорости кристаллизации, а также не влияет на уровень загрязненности меда тяжелыми металлами. Обработка по 4-му способу уменьшает количество пыльцевых зерен в меде и скорость его кристаллизации, но не снижает содержание тяжелых металлов.

5. Нагрев с целью пастеризации процеженного и закристаллизованного меда до 78 °С в течение 5 мин (методика М. Гоне) и последующая фильтрация с охлаждением через нейлоновое сито. Это уменьшает содержание пыльцевых зерен на 90% и в 8 раз увеличивает время кристаллизации меда. Кроме того, снижает уровень загрязнения тяжелыми металлами.

6. Нагрев процеженного и закристаллизованного меда до 80–82 °С в течение 5 мин и фильтрация через фильтрованную бумагу (метод переработчиков США). Фильтрация может осуществляться сначала через нейлоновые или металлические сита, затем под давлением через кремнеземный песок, измельченный гранит, плотную ткань или фильтрованную бумагу. Рабочий орган фильтра может представлять собой металлический параллелепипед (45×45×80 см), 32 секции которого ежедневно наполняют диатомитом и отделяют друг от друга листами фильтрованной бумаги, а затем жестко прижимают друг к другу с помощью специальных устройств.

Этот способ обработки меда снижает содержание в нем пыльцевых зерен на 91%, тяжелых металлов и увеличивает период кристаллизации в 8,5 раза. Активность диастазы снижается более чем в 2 раза, а содержание оксиметилфурфурола возрастает.

В технологии обработки меда с целью его роспуска (перевод из закристаллизованного в сиропообразное состояние) запатентован метод ультразвукового воздействия, который позволяет

в течение 1 ч сжижать 1500 кг меда при воздействии сверхзвуковых волн с частотой 18 кГц. Впервые метод был предложен в 1995 г. Авторы сообщили, что высокочастотные звуковые волны (9 кГц) не только устраняют кристаллы глюкозы в меде, но и препятствуют дальнейшей его кристаллизации и снижают жизнеспособность осмофильных дрожжей. Однако такая обработка приводит к снижению диастазной активности и повышению содержания ГМФ, хотя и в меньшей степени, чем метод темперирования.

Темперирование меда

Темперирование меда – это выдерживание меда при определенной температуре определенное время для его распускания, кристаллизации, пастеризации.

Распускание меда проводят при его перетаривании, фасовке или перед очисткой в случае его кристаллизации. Для перевода меда из закристаллизовавшегося состояния в жидкое используют емкости с водяной рубашкой, или пропускают через обогреваемый извне змеевик, или помещают на нагретую поверхность. При нагревании меда необходимо применять перемешивание механическими мешалками, поскольку из-за низкой теплопроводности затруднено прогревание меда по всей его массе. С другой стороны, из-за низкой теплоемкости мед быстро нагревается до температуры нагревателя. Это ведет к местному перегреву. Чем выше температура нагрева меда, тем быстрее следует нагревать, а затем охлаждать мед.

При распускании меда необходимо учитывать, что повышение температуры свыше 40 °С снижает качество продукта. Для распускания меда в течение 8–12 ч требуется его прогрев до 50–55 °С. В практическом пчеловодстве наиболее часто нагревают мед до 40 ºС (24 ч) и 50 ºС (12 ч); пастеризовать мед рекомендуют при 75 ºС в течение 5 мин. Сотрудниками ФГБНУ «ФНЦ пчеловодство» установлено, что более длительное (в течение 24 ч) нагревание меда до 40 ºС меньше снижает показатели качества меда, чем более короткое (в течение 12 ч), но при 50 ºС. Термическая обработка меда существенно не влияет на измене-

ние массовой доли воды, электропроводности и активной кислотности. Водорастворимые витамины B_6 (пиридоксин) и B_9 (фолиевая кислота) сохраняют биологическую активность при нагревании меда до 75 ºС в течение 5 мин. Активность витамина B_3 (никотинамид) уменьшается при нагревании меда выше 50 ºС. Нагревание меда до 40, 50 и 75 ºС в течение соответственно 24 ч, 12 ч и 5 мин не приводит к накоплению гидроксиметилфурфурола.

При необходимости возможно **получение садки меда** желательной консистенции. Искусственная кристаллизация меда включает в себя процессы пастеризации, внесения затравки (около 5–10 % севшего меда от массы обрабатываемого) и темперирования. Например, для получения салообразной садки меда его пастеризуют и растворяют имеющиеся зародышевые кристаллы, быстро нагревая до 65,5 °С. Затем сразу фильтруют и охлаждают до 24 °С. После охлаждения вводят до 10 % растертой в однородную консистенцию затравки, перемешивают. Фасованный продукт выдерживают при 14 °С в течение 5–14 дней, в зависимости от водности меда, которая может колебаться от 17,2 до 20,2 %.

Мед с повышенной водностью имеет меньшую насыщенность сахарами, поэтому садится медленнее, чем зрелый.

Резкие перепады температуры вызывают изменения в степени пересыщенности раствора сахаров и ускоряют садку.

Оптимальной для кристаллизации является температура 13–14 °С. Понижение температуры повышает вязкость меда, и он медленнее садится. При 27–30 °С мед не кристаллизуется, а при температуре 40 °С и более севший мед начинает распускаться.

Пастеризация меда

Пастеризация меда производится с целью предотвращения его брожения. В меде обнаружен особый вид осмофильных дрожжей, способных сбраживать растворы сахаров высоких концентраций (до 80 %). Сахара под действием дрожжей образуют винный спирт и углекислоту. Образование углекислоты увеличивает объем меда, появляется пена, мед разжижается. Винный спирт ис-

пользуется уксуснокислыми бактериями (*Bacterium aceti*) и при окислении кислородом воздуха образует уксусную кислоту. Это приводит к появлению кислого запаха.

Мед, содержащий 17–18% воды, не сбраживается, а при водности более 20% может происходить закисание. Наиболее быстро мед закисает при температуре 11–19 °С. Повышение и понижение температуры замедляет брожение, при температуре 4,4 и 30 °С оно прекращается. При температуре ниже + 5 °С не закисает незрелый мед и напрыск.

Пастеризация меда, как правило, снижает его лечебные свойства, но не оказывает существенного влияния на его пищевую ценность. Режим темперирования меда при пастеризации для уничтожения споровых форм микроорганизмов – 60–63 °С, 70–71 °С и 80 °С в течение 30, 10 и 2 мин соответственно. Для предотвращения или прекращения брожения необходимо выдержать мед при температуре 57, 60 и 63 °С в течение 60, 22 и 7,5 мин соответственно.

Для пастеризации используют то же оборудование, что и для распускания меда. Помещают мед в емкости с водяной рубашкой, или обеспечивают стекание по прогретой поверхности, или пропускают через обогреваемый извне змеевик.

§ 1.9. Хранение меда

Зрелый мед в благоприятных условиях сохраняет свои свойства длительное время. Однако в процессе хранения его потребительские свойства могут ухудшаться. Основными дефектами меда являются повышенная влажность, брожение, вспенивание, появление на поверхности более рыхлого белого слоя, темной жидкости, присутствие посторонних запахов, потемнение.

Рекомендации по режиму хранения меда отличаются у разных авторов. По Гранцон (1991) мед следует хранить при температуре около 0 °С и в темноте, по Темнову (1967) – при температуре от 0 до 5 °С, не выше 10 °С и в темноте.

Влияние температуры воздуха на физико-химические процессы, протекающие в меде, рассмотрено ранее. Из приведенной информации можно заключить, что оптимальной температурой

хранения является нулевая, но повышение ее до 10 °С не приведет к изменению качества продукта. Установлено, что минусовые температуры (хранение в зимний период в неотапливаемом помещении) не вредны для меда. В соответствии с ГОСТ 19792–2017, температура хранения натурального меда не должна быть выше 20 °С.

Влажность воздуха имеет существенное значение, и при хранении следует учитывать высокую гигроскопичность меда. Оптимальная относительная влажность воздуха для хранения негерметично упакованного меда составляет 60 %, для меда в герметичной упаковке – до 75 %. Нежелательно ее повышение более 70 %, при влажности ≥ 80 % происходит закисание меда. В силу высокой гигроскопичности мед впитывает влагу, его водность повышается, дрожжи, которые всегда обнаруживаются в составе меда, начинают использовать сахара для роста. Под действием фермента, который продуцируют дрожжи, происходит спиртовое брожение, накапливается этиловый спирт и углекислота: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$. Мед вспенивается, его объем увеличивается. Аромат меда усиливается. Процесс идет дальше под влиянием жизнедеятельности уксуснокислых бактерий, спирт окисляется до уксусной кислоты: $C_2H_5OH + O_2 = CH_3COOH + H_2O$. Мед закисает.

Поскольку мед легко адсорбирует посторонние запахи (кожа, соленья, керосин и т. п.), необходимо исключать хранение совместно с продуктами, имеющими резкий запах. При хранении должно соблюдаться товарное соседство. Нельзя хранить с медом остро пахнущие продукты (нефтепродукты, ядохимикаты, рыбу и рыбные изделия, пряности, чай, кофе и др.), пылящие вещества (мука, цемент, гипс и др.), а также плоды, овощи и продукты их переработки в негерметичной таре. Помещение должно быть защищено от проникновения мух, ос, пчел, муравьев и других насекомых.

Во время хранения в меде продолжаются ферментативные процессы стабилизации состава сахаров, происходит дальнейшее разложение сахаров до более простых веществ, накопление летучих соединений, придающих меду его специфический аромат.

При низких температурах происходит кристаллизация глюкозы и мелицитозы.

Под действием солнечного света ускоряется разложение ферментов, входящих в состав меда, поэтому не следует хранить его на свету.

Хранение меда при комнатной температуре (23–38 °С) вызывает потерю диастазной активности за 1 месяц в среднем на 2,95 %, а за 20 месяцев – более 50 % от первоначальной.

Уменьшение температуры хранения резко снижает скорость потери диастазной активности за счет увеличения вязкости меда и кристаллизации глюкозы.

Инвертазная активность меда тоже снижается при хранении. Понижение температуры хранения на 5–8 °С уменьшает ферментативную активность на 1/5–1/6 часть первоначальной активности. Уменьшение активности ферментов приводит к тому, что происходит накопление продуктов неполного гидролиза сахаров. В начале хранения меда ферменты разрушают сахара до простейших спиртов, альдегидов, кетонов. Однако при «старении» некоторых ферментов эта цепочка превращений нарушается. Чем дольше хранился мед, тем короче цепочка превращений углеводов, и все больше накапливается побочных продуктов. Некоторые из этих продуктов не безопасны для человека (оксиметилфурфурол, фурфурол и другие фурановые производные).

Свободные аминокислоты меда в процессе хранения вступают во взаимодействие со многими другими веществами, а также подвергаются окислению, восстановлению, декарбоксилированию и дезаминированию. Свободные аминокислоты вступают во взаимодействие с сахарами и образуют меланоидины. Накопление меланоидных веществ ведет к потемнению меда, снижению растворимости азотистых (белковых) веществ, участвующих в реакциях, а также к изменению вкуса и аромата.

Кислоты меда также претерпевают изменения в процессе хранения. В начальный период хранения органические кислоты меда в основном представлены кислотами нектара. В процессе хранения накапливаются органические кислоты, которые являются продуктами ферментативного разложения сахаров. Общее

представление о количестве кислот можно получить по показателю активной кислотности меда. Наибольшее изменение активной кислотности происходит в первый месяц хранения, когда активно протекают процессы созревания меда, формируется медовый аромат. При дальнейшем хранении происходит незначительное увеличение кислотности меда.

Зольные и красящие вещества, попадающие в мед из нектара, существенно не изменяются при хранении и в меде не синтезируются.

Ароматические вещества являются наиболее лабильными соединениями в меде. Ароматические соединения нектара цветков окисляются, восстанавливаются, гидролизуются, этерифицируются, в результате чего появляется широкая гамма новых веществ. Чем дольше хранится мед, тем меньше остается исходных ароматических соединений нектара и все больше появляется производных этих веществ.

При хранении меда снижаются его антимикробные свойства. Установлена зависимость этого процесса от температуры хранения. После 12 месяцев хранения меда при 8 °С антимикробное действие по отношению к золотистому стафилококку не снижается, а при 18 °С – понижается на 8,3–1,6 % от исходного значения.

При хранении меда в оптимальных условиях не удается избежать изменения его химического состава, поскольку с течением времени происходит естественное снижение ферментативной активности, содержания сахарозы, повышение содержания моносахаров, гидроксиметилфурфурола (который разрушается ферментами в свежем меде), изменяется содержание воды (которая расходуется на расщепление сложных сахаров до моносахаров, на кристаллизацию).

Возможные дефекты меда, которые возникают из-за несоблюдения условий хранения, – это вспенивание, потемнение, формирование поверхностного рыхлого белого слоя.

Вспенивание меда возникает в процессе длительного перемешивания, а также при многократном перетарировании меда с повышенным содержанием белковых веществ. Проявляется в виде обильных мелких пузырьков воздуха, находящихся на по-

верхности или во всем объеме. Устраняют нагреванием меда при 40–42 °С в течение нескольких часов и последующим отстаиванием до устранения указанного дефекта.

Рыхлый белый слой возникает на поверхности при хранении меда с высоким содержанием глюкозы. Устраняется дефект путем тщательного перемешивания меда и последующего хранения при низких температурах.

Потемнение меда возникает при длительном хранении в комнатных условиях (20–25 °С) или хранении в алюминиевой таре. Темнеет мед после длительного нагревания при высоких температурах (свыше 60 °С).

В соответствии с ГОСТ 19792-2017, натуральный мед хранят в помещениях, защищенных от прямых солнечных лучей. Не допускается его хранение вместе с ядовитыми, пылящими продуктами и продуктами, которые могут придать меду не свойственный ему запах. Формирование штабеля с транспортной упаковкой должно обеспечивать сохранность и качество меда.

Срок хранения меда устанавливает изготовитель. Рекомендуемый срок хранения меда:

– в плотно укупоренных емкостях, бочках и другой транспортной упаковке – 1 год от даты проведения экспертизы;

– в герметично укупоренной упаковке – 2 года от даты упаковывания;

– после вскрытия герметичной упаковки срок хранения – не более года, но не более срока хранения, указанного на потребительской упаковке.

§ 1.10. Тара для меда

Требования к условиям хранения меда обуславливают необходимость фасовки его в не пропускающую свет и герметично закрывающуюся тару. Потребительская и транспортная упаковка должна быть плотно или герметично укупорена и обеспечивать сохранность продукции при транспортировании, хранении и реализации.

На рынок мед может доставляться в однородной и неоднородной таре: в деревянных бочонках, алюминиевых флягах, сте-

клянной, эмалированной, глиняной (глазурованной) посуде, посуде из пищевого пластика

Не допускается тара из хвойных пород и дуба, а также крашеные, ржавые, медные и оцинкованные емкости. От дуба мед чернеет, от хвойных приобретает смолистый запах, от осины – горечь. Эти недостатки деревянной тары можно устранить промыванием горячим раствором соды. Или деревянную тару покрывают изнутри тонким слоем воска. В настоящее время фасовку меда чаще осуществляют в тару из стекла, пищевой пластмассы. Потребительская и транспортная упаковка, упаковочные материалы, контактирующие с медом, должны соответствовать требованиям безопасности и обеспечивать сохранность продукции при транспортировании, хранении и реализации.

Требования государственного стандарта регламентируют тип тары для фасовки меда следующим образом. Мед фасуют в чистую, без посторонних запахов потребительскую упаковку вместимостью от 0,01 до 1,0 дм^3 и транспортную упаковку вместимостью от 1 до 200 дм^3:

– банки стеклянные и другие виды стеклянной упаковки по нормативным документам;

– сосуды керамические, покрытые изнутри глазурью, по нормативным документам, действующим на территории государства, принявшего стандарт;

– упаковки из полимерных, термопластичных и комбинированных материалов по нормативным документам, действующим на территории государства, принявшего стандарт;

– бочки металлические с внутренним покрытием лаком по ГОСТ 13950;

– фляги из листовой или нержавеющей стали, алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 5037;

– бочки деревянные по ГОСТ 8777 с полимерными вкладышами.

Допускается использование других видов упаковки и упаковочных материалов, соответствующих требованиям или нормативным правовым актам, действующим на территории РФ.

При фасовании меда допустимые отклонения для массы НЕТТО 0,03–1,5 дм^2 составляют 2%, для массы НЕТТО более 1,5 дм$^{2-}$1%.

Тару наполняют медом не более чем на 95% ее полного объема. Тара должна быть укупорена герметично или плотно металлическими крышками закатыванием или навинчиванием. Тара из полимерных материалов укупоривается термосвариванием.

Маркировка включает текст этикетки или литографии и наносится на корпус или крышку потребительской упаковки. Маркировка потребительской упаковки меда должна содержать следующие сведения: наименование продукта, массу нетто, год сбора, дату фасования (упаковки) при фасовании в потребительскую упаковку, дату упаковывания, срок годности, условия хранения, условия хранения после вскрытия упаковки, наименование и место нахождения изготовителя, показатели пищевой ценности, единый знак обращения: продукции на рынке, товарный знак изготовителя (при наличии). Допускается наносить на потребительскую упаковку дополнительные сведения информационного и рекламного характера, а также штриховой код.

Маркировка транспортной упаковки должна содержать следующие сведения: наименование изготовителя, его юридический адрес и (при несовпадении с юридическим адресом) адрес производства, наименование продукта, вид меда (падевый, цветочный или смешанный), год сбора, дату упаковывания, массу брутто и нетто, количество единиц продукции в транспортной упаковке, срок годности, условия хранения, сведения, позволяющие идентифицировать партию продукции (например, номер партии). В соответствии с ГОСТ 14192, на верхней крышке транспортной упаковки, в которую помещена продукция в стеклянной или керамической упаковке, наносят предупредительные надписи и манипуляционные знаки: «Хрупкое», «Осторожно».

Приемка меда. Мед принимают партиями. Партией считают любое количество натурального меда одного вида и ботанического происхождения, одного года сбора, произведенного одним изготовителем по одному нормативно-техническому документу в определенный промежуток времени, сопровождаемое товаро-

сопроводительной документацией, обеспечивающей прослеживаемость продукции.

Для проверки качества меда от каждой партии составляют выборку упаковочных единиц. Выборку производят от продукции, упакованной в неповрежденную тару. Продукцию отбирают в произвольном порядке из разных мест партии. Выборку меда, фасованного в мелкую тару, проводят от каждой партии в соответствии с ГОСТ 19792-2017. Масса меда в отобранных единицах продукции должна быть не менее 500 г суммарно. Для проверки соответствия меда требованиям настоящего стандарта проводят контрольные испытания. Контрольные испытания проводят методом выборочного контроля для каждой партии натурального меда на соответствие требованиям ГОСТ 19792-2017 по показателям безопасности, качеству упаковки, правильности нанесения маркировки, массе нетто продукта, органолептическим, микроскопическим и физико-химическим показателям. При неудовлетворительных результатах испытаний хотя бы по одному показателю проводят повторные испытания на удвоенном количестве выборок, взятом от той же партии. Результаты повторных испытаний распространяют на всю партию.

§ 1.11. Фальсификация меда

За последние 5 лет борьба с продовольственным мошенничеством стала одной из главных глобальных проблем. Мед входит в десятку продуктов питания с экономически мотивированными фальсификациями. Для потребителя мед является ценным натуральным продуктом, следовательно, необходим жесткий контроль качества с использованием современных методов для проверки его чистоты и подлинности.

В специальном заявлении Апимондии на церемонии закрытия 46-го конгресса Апимондии, проходившей в Канаде (Монреаль, 8–12 сентября 2019 г.), была дана общая оценка положения дел в мировом пчеловодстве, в котором, в частности, подчеркивалось следующее: «Большинство пчеловодов мира в настоящее время сталкиваются с огромными трудностями из-за нестабильных цен на свою продукцию. Тем не менее, Апимондия и в этих

весьма неблагоприятных условиях будет продолжать выступать за повышение качества продуктов пчеловодства, за решение проблемы фальсификации меда. В январе 2018 г. была выпущена первая версия "Заявления о мошенничестве с медом". Этот документ отражает официальную позицию Апимондии и открыт для дальнейшего совершенствования по мере поступления новых знаний». Это свидетельствует о признании проблемы фальсификации натурального меда на мировом уровне. Ситуацию на мировом медовом рынке отражает и тот факт, что качество медов, представленных на конкурс (Всемирный медовый чемпионат), проводившийся во время работы Конгресса, и впервые проверявшихся лабораторией, аккредитованной по ISO 17025, оказалось таким, что около половина медов не прошло тест на соответствие международным стандартам.

Мед является одним из самых фальсифицируемых продуктов питания, и наиболее распространенными мошенничествами являются преднамеренное добавление сахарных сиропов и ложных деклараций географического и ботанического происхождения. **Фальсификация меда** – это добавление к меду разных примесей (тростниковый и свекольный сахар, сахарный сироп, мука, крахмал, желатин, сахарная и крахмальная патоки). Фальсификатами натурального меда являются также сахарный мед (продукт переработки пчелами сахарного сиропа) и искусственный мед (искусственно инвертированный сахар). Сегодня в торговле часто встречаются продукты, содержащие значительные количества промышленных сахарных сиропов (в том числе из кукурузы, риса, пшеницы), похожих по составу на мед. Некоторые компоненты, пригодные в качестве маркеров фальсификации, сильно варьируются в зависимости от биотехнологических методов получения фальсификатов, особенно ферменты, используемые для расщепления и синтеза полисахаридов в этих процессах. Существует несколько различных видов фальсификации меда, наиболее трудно решить вопрос о фальсификации ботанического или географического происхождения меда.

При фальсификации меда искусственным, продукт приобретает вкус и аромат натурального, что затрудняет органолепти-

ческое определение фальсификата. Для установления подделки используют реакцию Селиванова – Фиге в модификации А. В. Аганина. Суть ее в том, что при искусственной инверсии распадается часть фруктозы с образованием водорастворимого гидроксиметилфурфурола, который в присутствии концентрированной соляной кислоты дает вишнево-красное окрашивание. Чувствительность реакции позволяет определить добавление к меду свыше 10 % искусственно инвертированного сахара. Дополнительным свидетельством фальсификации служит низкое диастазное число.

Состав *сахарного меда* зависит от продолжительности и степени его переработки пчелами. По содержанию воды (15–21 %), глюкозы (≈32 %), фруктозы (≈35 %), диастазы (9–15 ед. Готе), а в некоторых случаях и сахарозы (1,7–13,3 %) сахарный мед мало отличается от натурального. Выявление фальсификата возможно по аромату (запах старых сотов), вкусу (пресный, пустой), консистенции (жидкая или густая, клейкая, липкая, студенистая), кристаллизации (салообразная), пыльцевому составу (отсутствие доминирующего вида пыльцы или ее малое количество), по общей кислотности (не более 1 град.), по зольности (значительно ниже 0,1 %), по повышенному содержанию сахарозы (более 5 %), по правому вращению на поляриметре.

Добавление *сахарного песка* при начальных признаках кристаллизации определяется микроскопированием мазка меда на предметном стекле при малом увеличении. Кристаллы натурального меда (глюкозы) имеют вид нитей игольчатой или звездчатой формы. Кристаллы сахара имеют фигуры неправильной геометрической формы или квадрата, прямоугольника.

Добавление *сахарного сиропа* при подогреве меда определяется по снижению диастазного числа, количества моносахаров и минеральных веществ и по повышению количества сахарозы.

Примесь *муки и крахмала* обнаруживают по появлению синей окраски при добавлении к раствору меда раствора Люголя.

Примесь *желатина* устанавливают по образованию белых хлопьев при добавлении к раствору меда (1:2) нескольких капель 5 %-го раствора танина.

Добавление к меду *свекловичной (сахарной) патоки*, которая содержит трисахарид рафинозу и следы хлоридов, вызывает помутнение и осаждение в растворе меда (1:2) при действии 5%-го раствора азотнокислого серебра или уксуснокислого свинца с метиловым спиртом.

Фальсификаты *крахмальной патокой* определяются по реакции: 1) с хлористым барием (реагирует с остаточными количествами углекислого кальция, который применяют для нейтрализации серной кислоты, включенной в процесс технологической обработки крахмальной патоки); 2) с нашатырным спиртом (бурный цвет и осадок при наличии остатков серной кислоты, используемой для осахаривания крахмала); 3) со спиртом (декстрины крахмальной патоки под действием спирта в присутствии кислот дают помутнение и осадок, декстрины меда из-за их незначительного количества не осаждаются и дают незначительное помутнение).

Прогревание меда при повышенной температуре вызывает его потемнение, аромат ослабевает, появляется привкус карамели. Снижается активность диастазы и накапливается гидроксиметилфурфурол.

Для обнаружения фальсифицированного меда были разработаны различные хроматографические методы, в том числе тонкослойная хроматография, газовая хроматография, масс-спектрометрия и высокопроизводительная жидкостная хроматография с электрохимическим обнаружением рассеяния. Маркеры фальсификации меда включают дифруктозные ангидриды, полисахариды и 2-ацетилфуран-3-глюкопиранозид в зависимости от типа сиропа, используемого для фальсификации меда. Однако эти методы требуют сложной пробоподготовки и очень трудоемки. В качестве альтернативы были предложены методы на основе спектроскопии, в частности метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР), который использовали в 2015 г. в качестве метода скрининга образцов меда.

Анализ соотношения стабильных изотопов углерода с целью обнаружения фальсификации меда является одним из современных направлений в этой области.

Известно, что растения могут реализовать различные химические пути фотосинтеза. Путь ассимиляции углерода при фотосинтезе, установленный Кальвином (цикл Кальвина), является общим для всех автотрофных организмов. Однако существуют разные пути передачи CO_2 в цикл Кальвина. У некоторых растений, преимущественно тропических и субтропических (кукуруза, сахарный тростник, амарант, просо, сорго), фотосинтез идет несколько по-иному. В этом случае первым продуктом карбоксилирования является соединение, содержащее 4 атома углерода. Поэтому этот путь получил название C_4-пути, в отличие от цикла Кальвина, в котором образуется фосфоглицериновая кислота, содержащая 3 атома углерода (C_3-путь). Большинство растений (около 90 %) использует C_3-путь и обозначаются как C_3-растения (сахарная свекла, пшеница, рис). Альтернативно растения обозначаются как C_4-растения и, как правило, адаптированы к жаркому климату (кукуруза, сахарный тростник). Третья группа растений обладает уникальным метаболизмом, который может включать оба пути фотосинтеза, – это C_4- и C_3-растения. Они, как правило, обитают в очень засушливых условиях (ананас, кактусы и агавы).

Элементный анализ соотношения изотопов масс-спектрометрией (EA-IRMS Elemental Analyser – Isotope Ratio Mass Spectrometry IRMS) считается одним из самых мощных аналитических методов обнаружения фальсификации меда с использованием недорогих сладких сиропов, которые часто по характеру углеводного профиля очень похожи на настоящий мед. Это специализированная техника, которая включает точное измерение изменений в естественном изотопном соотношении стабильных изотопов углерода ($^{13}C/^{12}C$). Изотопные отношения измеряются по отношению к рабочему эталонному газу, калиброванному с использованием международных стандартов, обозначаются дельта (δ), выражаются в единицах промилле (‰). В случае анализа стабильных изотопов углерода дельта определяется как

$$\delta^{13}C\ (‰) = [R\ (\text{образец}) / R\ (\text{стандарт}) - 1] \cdot 1000,$$

где R представляет собой отношение $^{13}CO_2 / {}^{12}CO_2$ соответственно для анализируемого образца и международного стандарта.

Растения C_3 характеризуются значениями $\delta^{13}C$ от –23 до –28 ‰, тогда как растения C_4 имеют изотопные коэффициенты от –9 до –15 ‰.

Метод AOAC (Association of Official Analytical Chemists – Ассоциация официальных химиков-аналитиков) 998.12, основанный на элементном анализе соотношения изотопов масс-спектрометрией (EA-IRMSEA-IRMS Elemental Analyser – Isotope Ratio Mass Spectrometry), обнаруживает фальсификации меда с использованием сахарных сиропов, производимых из C_4-растений, такие как кукуруза и сахарный тростник. Этот метод может обнаружить фальсификацию меда с использованием сахаров C_4 на уровнях $\geq$ 7 %, но не удается обнаружить фальсификацию меда с помощью сиропов, полученных из C_3-растений.

Масс-спектрометрия, дополненная высокоэффективной жидкостной хроматографией, позволяет определять $\delta^{13}C$-изотопного соотношения отдельных сахаров, присутствующих в меде (т.е. глюкозы, фруктозы и сахарозы), и различия в изотопных соотношениях между отдельными сахарами могут быть использованы в качестве критериев подлинности для обнаружения меда, фальсифицированного сахарами не только C_3-растений (сахарной свеклы), но и C_4-растений (тростниковым сахаром) и сиропом с высоким содержанием фруктозы (кукурузный сироп).

Вместо того чтобы использовать несколько различных методов для тестирования фальсификации, желательно тестировать различные вещества одним аналитическим методом. Это возможно при использовании методов ядерного магнитного резонанса и скринингом масс-спектрометрии высокого разрешения (МС). Оба метода позволяют выявить маркеры фальсификации на основе скрининга больших коллекций (баз данных) аутентичных медов и сладких сиропов, которые впоследствии позволяют целенаправленно выявлять фальсификации. В то время как МС может обнаружить вещество в очень малой концентрации, ЯМР имеет преимущество в том, что дает количественную оценку для всех обнаруженных компонентов, включая традиционные показатели качества меда. ЯМР – самый мощный и информативный метод исследования молекул, позволяющий проводить химическую

идентификацию и конформационный анализ природных химических веществ. Основных недостатков у ЯМР два. Во-первых, это низкая чувствительность по сравнению с большинством других экспериментальных методов (оптическая спектроскопия, флюоресценция). Это приводит к тому, что для усреднения шумов сигнал нужно накапливать долгое время. В некоторых случаях ЯМР-эксперимент может проводиться в течение нескольких недель. Во-вторых, это его дороговизна. ЯМР-спектрометры – одни из самых дорогих научных приборов, их стоимость измеряется как минимум сотнями тысяч долларов, а самые дорогие спектрометры стоят несколько миллионов. Далеко не все лаборатории, особенно в России, могут позволить себе иметь такое научное оборудование. С развитием методологии и инструментов ЯМР стал одним из самых мощных и универсальных спектроскопических методов анализа биомакромолекул.

Высокая воспроизводимость ЯМР была доказана на образцах тысяч подлинных медов из многих частей мира. Это в настоящее время позволяет целенаправленно проверять географическое и ботаническое происхождение меда, даже в образцах, где пыльца была удалена. Кроме того, знание индивидуальной картины ЯМР (своеобразные «отпечатки пальцев») тысяч подлинных образцов меда также позволяет тестировать неожиданные или новые варианты натурального продукта.

Мед тестируется на фальсификацию уже несколько десятилетий. В настоящее время единственным официальным методом является 998.12 AOAC, который нацелен на установление соотношения ^{13}C и ^{12}C в сахаре и белка в меде. Он очень хорошо работает при добавлении сиропов из C_4-растений, таких как кукуруза и сахарный тростник, но практически не чувствителен к добавкам сахаров от C_3-растений, например риса и сахарной свеклы. Это требует использовать метод, независящий от растительного источника сахара, добавляемого в мед. Такой подход разрабатывается в настоящее время с учетом того, что, как и мед, любой сахарный сироп содержит воду. Изотопный состав природных вод озер, рек и морских вод уже известен по всему миру, и «изотопные карты» легко доступны. Пробы воды, извлеченные из меда из

разных мест по всему миру, показывают различную изотопную картину, что является основой этого метода. Добавление воды к меду либо непосредственно, либо через добавление сахарного сиропа приведет к изменению изотопного состава воды в меде по отношению к природным пробам воды и указывает на фальсификацию или, возможно, незаконный способ обработки. Изотопные значения ^{2}H и ^{18}O воды, извлеченной из аутентичных медов, очень отличаются от таковых природных вод. Любое добавление природной воды или сиропа, приготовленного из природной воды, вызовет сдвиг в сторону изотопного состава природных вод, тем самым указывая на фальсификацию. Этот подход подготовлен к процессу патентования.

Количество аналитических методов, необходимых для выявления различных видов фальсификации меда, неуклонно увеличивается, в том числе совершенствуются изотопные методы, специфические методы выявления индивидуальной фальсификации по маркерным соединениям и чужеродным ферментам, методы установления многоориентированных характеристик («отпечатков пальцев») образцов меда, включая вкусовые характеристики и состав фенольных соединений. Основное направление – это комбинирование нескольких отдельных методов для выявления маркеров фальсификации в один мультиметод обнаружения нескольких сотен различных маркеров фальсификации одновременно. Благодаря комбинированному подходу возможно выявление еще неизвестных фальсификаций и вновь возникающих типов сахарных сиропов. Если новые фальсификации появятся, то имеющиеся данные могут быть повторно оценены ретроспективно, чтобы отследить их первое появление и происхождение. Кроме того, некоторые методы (такие как ЯМР) имеют большее преимущество над другими, поскольку для интерпретации результатов не требуется обширная база данных аутентичных эталонных образцов меда.

Физико-химические методы, применяемые для проверки критериев качества меда, в соответствии с директивой 110/2001/ЕС имеют ограниченную ценность для обнаружения и доказательства примесей постороннего сахара в меде. Причина в том,

что мед является натуральным продуктом с широкой вариацией химического состава в зависимости от географического происхождения, ботанического типа и факторов окружающей среды, которые затрудняют определение как точных технических характеристик продукции, так и отличий от неаутентичных продуктов. Кроме того, розничные меды часто представляют собой коммерческие смеси различного географического и ботанического происхождения, которые еще более затрудняют задачу.

Добавление сахаров сахарного тростника или маиса может быть надежно обнаружено элементным анализом методом масс-спектрометрии (EA-IRMS) с чувствительностью 7%. Фальсификация кукурузным крахмалом, который легко доступен по очень конкурентоспособным ценам, может быть легко обнаружена методом EA-IRMS, что может иметь сдерживающий эффект для мошенников.

Фальсификация сахарами C_4- и C_3-растений может быть обнаружена элементным анализом методами жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии отношения изотопов (EA/LC-IRMS) для определения $\delta\,^{13}C$ значения фруктозы, глюкозы и сахарозы в меде, и расчетом различия ($\Delta\,\delta^{13}C$) между этими значениями, включая значение белка. Чувствительность метода составляет 1% для обнаружения фальсификации с сахарами C_4 и 10% – для сахаров C_3.

Тесты на основе элементного анализа методами жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии отношения изотопов (EA/LC-IRMS) показали, что 14,2% образцов из 893 проанализированных медов в 2016 г. содержали добавленные сахарные сиропы в соответствии с критериями подлинного меда, основанными на $\delta\,^{13}C/\delta\,^{12}C$. Эти критерии были определены эмпирически и основаны на анализе 451 образца аутентичного меда. Хотя эти критерии часто используются для проверки подлинности меда, они не были официально одобрены компетентными органами, разработчиками стандартов или торговыми ассоциациями.

Элементный анализ методом жидкостной хроматографии – масс-спектрометрии соотношения изотопов (EA/LC-IRMS) – имеет повышенную чувствительность и обеспечивает обнаруже-

ние различных видов сахаров, не выявленных другими методами. В этом отношении ди- и трисахариды, несмотря на незначительное количество в медах, важны как молекулы-маркеры добавления сахара и сахарных сиропов. Пределы обнаружения метода EA/LC-IRMS были оценены эмпирически, однако пределы обнаружения могут быть выше, особенно когда меды и сиропы (C_3- сахара или смесь C_4/C_3-сахаров), используемые для купажирования, тщательно отбираются, так как имеют сходные изотопные картины. В таких случаях изотопный скрининг дополняется альтернативными аналитическими методами, которые являются более чувствительными для этих типов фальсификации. Существуют методы обнаружения олиго- и полисахаридов, которые не встречаются в цветочных или падевых медах.

Для дальнейшего развития способов доказать происхождение и качество меда и борьбы с продовольственным мошенничеством в Российской Федерации следует присоединиться к странам ЕС, которые нацелены на выполнение следующего:

1. Согласование аналитических методов.

2. Создание информационного банка характеристик меда, сахарных сиропов и продуктов, используемых для подкормки пчелиных семей. Условия функционирования такой информационной базы должны быть определены экспертами и согласованы с компетентными органами.

3. Централизованное хранилище подлинных образцов меда для разработки критериев чистоты меда с использованием современных методов проверки подлинности меда. Биобанк должен отразить разнообразие меда, произведенного в государствах-членах под наблюдением Национальных компетентных органов, с тем чтобы удостовериться в их подлинности. Не только создание, но обслуживание биобанка, которое необходимо для поддержания его в актуальном состоянии, и учет новых научных разработок потребуют значительных ресурсов.

4. Европейская справочная база данных по меду должна содержать информацию, полученную на основе проверенных современных стандартных методов оценки критериев качества чистоты и их естественной изменчивости. Все аналитические

данные и история отбора проб образцов меда в биобанке должны храниться в централизованной справочной базе данных по меду. Такая база данных будет иметь много преимуществ, таких как ее юридическая ценность, признанная национальными органами для проверки подлинности меда и в случаях разрешения споров. Управление работой биобанка и связанной с ним базы данных должно осуществляться экспертами.

5. Необходима валидация новых аналитических методов. На сегодняшний день не существует универсального метода, который способен определить все различные типы медов. Золотым стандартом для проверки подлинности меда в настоящее время рассматриваются следующие методы: высокоэффективная жидкостная хроматография, масс-спектрометрия отношения изотопов, методы ЯМР.

Ограниченная прослеживаемость и отсутствие контроля облегчают продажу поддельного меда. Добавление подсластителей и неверная маркировка меда уменьшают доверие потребителей, и это угрожает доходам пчеловодов по всему миру, поскольку становится все труднее отличить натуральный мед. В частности, производители сортового или регионального меда страдают от конкурирующих, возможно поддельных видов меда. Новые технологии, такие как блокчейн (blockchain), могут восстановить доверие к меду, они позволяют хранить информацию в блоках данных, которые сохраняются в криптографически защищенном формате. Каждый новый блок информации однозначно связан с предыдущим блоком, так что каждый блок в цепи может иметь только одно возможное местоположение. Таким образом, блокчейн обеспечивает безопасную и надежную запись всех вводимых данных. Поскольку каждая запись помечена точным временем, а цепочка постоянно обновляется, происхождение и производственный процесс связаны с информацией и могут быть сохранены децентрализованным, неизменным и проверяемым способом. Главное, сохраняя точные и уникальные данные о характеристиках ульев и пчелиных семей, можно устранить многие из информационных несоответствий, которые существуют на рынках, связанных с пчеловодством. В силу своей природы,

технология блокчейн имеет потенциал, чтобы позволить честным пчеловодам отделить рынок чистого меда от рынка, возможно, поддельного меда. Это также может увеличить ценовые надбавки, доказав местное происхождение, сортовые или органические свойства меда. Технология блокчейн разрабатывается для обеспечения подлинности меда через прослеживаемость пути от улья к столу.

§ 1.12. Товароведная экспертиза меда

Мед, как и другие продовольственные товары, может подвергаться различным видам экспертизы: товарной, технологической, гигиенической, ветеринарно-санитарной, экономической, патентно-лицензионной и другой. Экспертиза меда проводится для оценки его качества, для определения ботанического и географического происхождения меда, для установления срока хранения, с целью выявления фальсификации.

Проведение экспертизы поручается экспертам. Экспертом является сведущее в вопросах химического состава и физико-химических свойств меда, в области технических и санитарно-гигиенических требований к качеству и безопасности меда, обладающее исчерпывающей информацией о ботанических сортах меда, о технологии его получения, о фальсификации меда и методах ее выявления, нейтральное лицо, не зависимое от заинтересованных сторон. При проведении экспертизы эксперты должны соблюдать принципы объективности, компетентности, независимости, системного подхода, эффективности.

Товарная экспертиза меда заключается в оценке экспертом его основополагающих характеристик, а также их изменений в процессе получения, хранения и товародвижения для принятия решений, выдачи независимых и компетентных заключений по идентификации, качеству и безопасности. При проведении экспертизы оценке могут подвергаться все характеристики меда: ассортиментная, качественная, количественная, стоимостная и прочие или только их часть.

Экспертная оценка представляет собой процедуру по выбору комплекса или единичных характеристик данного продукта

пчеловодства, определению их действительных значений и подтверждению экспертами соответствия их установленным требованиям и/или товарной информации. При экспертной оценке требования к характеристикам меда могут устанавливаться не только нормативными документами, но и самими экспертами на основании их компетентности.

Причинами проведения товароведной экспертизы могут служить: разногласия между получателем и поставщиком в определении количества и качества меда; потеря первоначального качества при транспортировке, хранении или нарушении упаковки, а также в случае форс-мажорных обстоятельств; разногласия между потребителями и розничными торговыми предприятиями о качестве и происхождении меда; поручения государственных и ведомственных арбитражей, судебно-следственных органов, федеральной службы безопасности, министерства внутренних дел и др.

Разнообразие ассортимента меда, его уникальные свойства, высокая пищевая ценность и вкусовые качества открывают широкие возможности как для развития рынка меда, так и для увеличения количества фальсификатов на рынке. В связи с этим объективно возрастает ответственность контролирующих организаций в вопросах своевременного выявления и изъятия контрафактной продукции. Такая деятельность невозможна без надежного инструментария экспертизы и повышения информированности потребителей.

При товароведной экспертизе меда в основном используют органолептические и измерительные методы. Необходимость лабораторных исследований меда возникает в случаях его идентификации (цветочный, падевый, монофлорный или полифлорный), при определении качества, установлении фальсификаций или когда отдельные показатели качества меда вызывают разногласия.

Для идентификации и оценки качества меда проводят органолептическое исследование (определяют внешний вид и консистенцию, цвет, аромат, вкус, наличие механических примесей и признаков брожения) в комплексе с лабораторными методами

(устанавливают содержание воды, редуцирующих сахаров и сахарозы, диастазное число, общую кислотность, количество оксиметилфурфурола, проводят реакции на различные фальсификации и т. д.).

Для определения качества меда отбирают средние пробы. **Средняя проба** – это часть меда, характеризующая количество всей партии продукта. Правила ее отбора регламентированы нормативными документами. Из органолептических показателей в меде проверяют цвет, вкус, аромат, консистенцию, наличие примесей, признаки брожения.

Интенсивность аромата зависит от качества и состава летучих ароматических соединений. Оценку аромата проводят дважды: до и во время определения вкуса, так как аромат усиливается при нахождении меда в ротовой полости. При отсутствии аромата или его недостаточной выраженности мед следует подогреть. Пробу меда (около 40 г), плотно закрытую в сосуде, помещают на водяную баню (40–45 °С) на 10 мин, затем снимают крышку и определяют аромат, который служит наиболее объективным показателем при органолептической оценке меда. Он может быть слабым, сильным, нежным, тонким, с приятным и неприятным запахом. Некоторые виды меда (клеверный, гречишный, вересковый, липовый, ивовый) имеют очень выраженный аромат и запах цветов, с которых они собраны, а такие, как кипрейный, подсолнечниковый, рапсовый, имеют слабый цветочный аромат.

Аромат может служить критерием для браковки меда (несвойственные меду запахи). Цветочный аромат исчезает при брожении, длительном и интенсивном нагревании, долгом хранении, при добавлении инвертированного, свекловичного и тростникового сахарных сиропов, патоки, а также при кормлении пчел сахарным сиропом.

Необходимо учитывать, что некоторые падевые меды обладают непривлекательным и даже неприятным запахом. Слабый аромат бывает обычно у старого и подогретого меда.

Вкус меда обычно сладкий, приятный. Сладость его зависит от концентрации сахаров и их вида. Некоторые сорта меда

характеризуются сладким, приторным вкусом, например белоакациевый мед или мед с фруктовых деревьев, в которых большое содержание фруктозы. Некоторые сорта меда, такие как каштановый, табачный, падевый, имеют своеобразную горечь, которая может быть очень сильной.

Мед, выдержанный при высокой температуре, имеет карамельный привкус, который недопустим. Неприемлем также мед с излишне кислым, прогорклым, плесневелым вкусом.

Натуральный мед может раздражать слизистую оболочку рта и гортани при его потреблении из-за присутствия полифенольных соединений, переходящих в мед с нектаром. Сахарный мед такого ощущения не дает.

Вкус меда определяют после предварительного нагревания пробы до 30 °С в закрытом стеклянном бюксе.

Меды с кислым, горьким и другими неприятными привкусами не рекомендованы для реализации. Допускается слабогорький привкус в каштановом, ивовом, табачном и падевом медах.

Консистенция меда зависит от его химического состава, температуры, сроков хранения. По консистенции жидкого меда судят о его водности и зрелости. Она может быть жидкой, вязкой, очень вязкой, плотной или смешанной. Свежеоткачанный мед представляет собой вязкую сиропообразную жидкость. При стекании струйка такого меда напоминает рулон материи, который складывается слоями в пирамиду. При дальнейшем хранении он кристаллизуется. Консистенцию определяют погружением шпателя в мед (при температуре не менее 20 °С). Вынимая шпатель из образца, отмечают характер стекания меда. Перегретый мед при стекании в блюдце образует ямку.

Жидким считается мед, когда на шпателе сохраняется небольшое количество меда, который стекает мелкими нитями и каплями. Жидкая консистенция специфична для следующих свежеоткачанных созревших медов: белоакациевого, кипрейного, клеверного, а также для всех видов незрелого меда с повышенным содержанием влаги (более 21 %).

Вязким считается мед, когда на шпателе остается значительное количество меда, он стекает редкими нитями и вытянутыми

каплями. Эта консистенция присуща большинству видов зрелого цветочного меда, получаемого в России.

Очень вязким считается мед, когда на шпателе сохраняется значительное количество меда, он стекает редкими толстыми нитями, не образующими отдельных капель. Такая консистенция характерна для вересового, эвкалиптового и некоторых падевых медов, а также наблюдается в период зарождения кристаллов глюкозы при кристаллизации остальных видов цветочного меда.

При плотной консистенции шпатель погружается в мед в результате приложения дополнительной силы. Это характерно для меда, который закристаллизовался.

При смешанной консистенции в меде наблюдается расслоение на две части: внизу – выпавшие кристаллы глюкозы, образующие сплошной слой, а над ним образуется жидкая часть. Наблюдается при кристаллизации меда, подвергнутого тепловой обработке, а также в первые месяцы хранения меда, при фальсификации сахарным сиропом.

Иногда на рынок доставляют мед незрелый, но с признаками кристаллизации. В этом случае он разделяется на два слоя: жидкий и плотный, причем соотношение слоев неодинаковое – жидкого больше, чем плотного. Водность незрелого меда всегда выше допустимой величины, и его не допускают к реализации.

Если жидкого отстоя значительно меньше, чем плотного, то такой мед после перемешивания допускают к реализации.

Наличие пыльцы с определенного вида растений служит подтверждением ботанического происхождения меда, но пыльцевой анализ не является определяющим, особенно для фасованного меда. Его результаты корректнее применять для нефильтрованного меда, поскольку в процессе переработки часть пыльцевых зерен, особенно крупных, может отфильтровываться, что значительно изменяет пыльцевой спектр меда, но не может изменить его ботаническое происхождение. Для установления ботанического вида меда необходимо, чтобы процентное содержание цветочной пыльцы было не ниже установленного государственным стандартом, а если для данного сорта этот показатель не регламентирован, то установление ботанического

происхождения меда является компетенцией эксперта. Эксперт опирается на свой опыт комплексной оценки индикационных показателей и знание морфологии пыльцевых зерен. Идентификация меда по ботаническому происхождению производится экспертом на основании данных органолептического анализа. Эксперт обращается к физико-химическим показателям, характерным для данного вида меда, как к справочным для подтверждения результатов идентификации. Основным критерием идентификации ботанического происхождения меда являются органолептические характеристики.

По сравнению с цветочными медами у падевых очень слабо выражен аромат или вовсе отсутствует, наиболее ароматные меды с хвойных растений. Они менее сладкие на вкус, причем при увеличении содержания мелицитозы их сладость понижается. Для большинства сортов падевого меда характерен кисловатый неприятный привкус. При кристаллизации в осадок выпадают кристаллы глюкозы и мелицитозы, у некоторых падевых медов формируется непривлекательная хлопьевидная консистенция, и часто хлопья формируются только в нижней части закристаллизовавшегося слоя. Скорость кристаллизации различается в зависимости от происхождения падевого меда: с лиственных пород кристаллизуется очень медленно, а с хвойных – может формировать садку уже в сотах.

Механические примеси меда дифференцируются на естественные, желательные (пыльца растений), нежелательные (трупы или части пчел, кусочки сот, личинки) и посторонние (пыль, зола, кусочки различных материалов и др.). Кроме того, они могут быть видимыми и невидимыми невооруженным глазом.

При наличии трупов пчел и их частей, личинок, остатков сот мед не выпускают в продажу, его очищают для дальнейшей реализации. В случае загрязнения меда посторонними частицами (пыль, зола, щепки, песок, волос и т. д.) его бракуют. В меде могут быть механические примеси: древесные опилки, мел и другие сыпучие вещества. Для их обнаружения мед растворяют в воде, при этом примеси всплывают или оседают.

При органолептической оценке обращают внимание на наличие пены и признаков брожения меда. Брожение чаще всего возникает в незрелом меде, в котором содержание воды достигает 22% и выше. Это создает благоприятные условия для развития дрожжей, всегда содержащихся в меде. Проявляется брожение в появлении большого количества пузырьков углекислого газа, кислого запаха и вкуса. Забродивший мед в продажу не допускают.

Физико-химические показатели качества меда дают более точную характеристику его состава и свойств. Эти показатели определяют в лабораториях ветеринарных и санитарных служб контроля качества пищевых продуктов, в лабораториях по сертификации и других организаций.

Порядок определения стандартных физико-химических показателей качества меда описан в действующих государственных стандартах.

Показатели содержания гидроксиметилфурфурола и диастазное число включены в качестве международных стандартов качества меда, однако инвертаза считается лучше диастазы в качестве индикатора свежести, так как она чувствительнее к нагреву.

Диастаза и инвертаза широко используются в Европе для определения свежести меда, так как их активность слабее в старом или подвергнутом нагреву меде.

Кроме того, активность инвертазы значительно варьирует в случае сортов полифлорного меда (6,60 ± 3,26 IN) и падевого (22,18 ± 5,92 IN) и может быть использована в качестве теста для оценки происхождения меда

Показатель «диастазное число» не является определяющим для установления ботанического происхождения меда и может иметь только справочное значение, как и при подтверждении географического происхождения различных монофлорных медов. Так, для гречишного и подсолнечникового медов количественные величины по этому показателю значительно варьируются не только от региона к региону, но и от года к году в пределах одного региона.

Определение подлинности ботанического происхождения меда проводят методом спектроскопии в ближней инфракрасной

области. Метод позволяет быстро дифференцировать акациевый, каштановый, цветочный и падевый меда. Контроль микроэлементов меда – атомной абсорбционной спектрометрией.

В последнее время большое внимание уделяется продуктам питания, обладающим высокой пищевой ценностью, обогащенным витаминами и минеральными веществами за счет введения функциональных ингредиентов, в качестве которых используют пчелиный мед. Введение меда в молочные продукты позволяет максимально скорректировать их состав и свойства. Мед хорошо сочетается с молоком. Добавление меда в кондитерские изделия улучшает их вкусовые качества, увеличивает сроки хранения, способствует распространению ценного продукта среди широких слоев населения. Изделия с медом содержат целый комплекс необходимых для здоровья витаминов и ферментов, которых недостаточно в обычных продуктах питания. Идентификация меда в составе других продуктов питания также проводится органолептическими методами, но с привлечением результатов современных физико-химических методов, которые используются для исследования продуктов питания.

Вопросы и тесты для самоконтроля к главе 1

Ответьте на вопросы

1. Какие свойства меда делают возможным применение его в качестве лечебного и диетического продукта?
2. Какие вещества входят в состав меда?
3. Дайте характеристику сахаров, входящих в состав меда.
4. В чем состоит процесс созревания меда? Почему незрелый мед плохо хранится?
5. Какова разница в химическом составе нектара и меда?
6. Чем отличаются по составу цветочные и падевые меды?
7. Почему падевый мед непригоден для использования в качестве зимнего корма для пчел?
8. Какие ферменты содержатся в меде, при каких условиях они наиболее активны?
9. Что такое водность меда? От чего зависит величина водности, как она определяется?

10. Каково значение гигроскопичности меда?

11. Что такое вязкость меда? Почему ее необходимо учитывать при определении качества меда?

12. Что такое кристаллизация меда? Как можно ее ускорить или замедлить?

13. Какие процессы происходят при закисании меда? Почему закисание недопустимо и как его предотвратить?

14. Какие существуют методы классификации медов? По каким признакам ведется классификация?

15. Какие вы знаете монофлорные и полифлорные меды, их особенности?

16. Каковы принципы классификации медов?

17. Какие методы можно использовать для определения натуральности меда?

18. Действие нагревания на качество меда. Почему при расфасовке закристаллизовавшийся мед нельзя распускать при высокой температуре?

19. Тара для меда и особенности упаковки продукта.

20. Оптимальные условия хранения меда.

21. Какие технологические процессы могут повлиять на физические характеристики меда?

22. Какие технологические процессы могут повлиять на химические характеристики меда?

23. Какие технологические процессы могут повлиять на пищевые и лечебные свойства меда?

24. Какие технологические процессы могут повлиять на безопасность меда?

Выберите правильные ответы

1. Является ненатуральным мед:
   а) полученный при переработке пчелами нектара;
   б) полученный при переработке пчелами пади;
   в) полученный при переработке пчелами сахарного сиропа;
   г) смешанный.
2. Центрифугированный мед получают следующим способом:
   а) вырезают медовый сот из рамки;

б) используют медогонку;
в) прессуют медовый сот.

3. Зрелым считается мед:
а) в котором содержится много углеводов;
б) в котором содержится мало углеводов;
в) в котором содержится много воды;
г) в котором содержится мало воды.

4. О лечебных свойствах меда судят по следующему физико-химическому показателю:
а) по содержанию воды;
б) по цвету;
в) по содержанию ферментов;
г) по содержанию углеводов.

5. О сроке хранения меда судят по следующему физико-химическому показателю:
а) по содержанию воды;
б) по консистенции;
в) по содержанию гидроксиметилфурфурола;
г) по содержанию ферментов.

6. Вкус меда определяется:
а) тем, каким способом его получили;
б) тем, с каких растений был собран нектар или падь;
в) тем, какой он консистенции.

7. Качество меда определяется:
а) его цветом;
б) его консистенцией;
в) его химическим составом.

8. Сертификацию меда проводят для:
а) оценки его качества;
б) оценки его вкуса;
в) оценки его безопасности.

9. Скорость кристаллизации меда зависит от:
а) вязкости меда;
б) водности меда;
в) содержания в меде глюкозы;
г) соотношения вода/глюкоза.

10. Отбирать из улья медовые соты следует:
а) когда это необходимо;
б) после главного медосбора;
в) в период главного медосбора;
г) перед зимовкой пчел.
11. Отбирать из улья медовые соты можно:
а) любые;
б) только магазинные;
в) запечатанные восковой крышкой на 2/3 по поверхности сота;
г) полностью запечатанные восковой крышечкой.
12. Удалить пчел с медовых сотов можно, если:
а) хорошенько «продымить» сот;
б) хорошенько встряхнуть сот;
в) хорошенько уговорить пчел;
г) использовать специальные соты.
13. Продолжительность откачки меда из сотов на медогонке составляет:
а) 5–15 мин;
б) 16–25 мин;
в) 26–40 мин.
14. Допускается темперирование меда при режиме:
а) 40–42 °С; 10–12 ч;
б) 60–65 °С; 5–10 мин;
в) 40–42 °С; 5–10 мин;
г) 60–65 °С; 10–12 ч.
15. При каких условиях не рекомендуется хранить мед:
а) в прозрачной таре;
б) на холоде;
в) при комнатной температуре;
г) на свету.
16. Срок хранения меда в негерметично укупоренной таре составляет:
а) ≤ 6 мес.;
б) ≤ 8 мес.;
в) ≤ 1 год;
г) бессрочно.

17. Срок хранения меда в герметично укупоренной таре составляет:

а) ≤ 6 мес.;

б) ≤ 8 мес.;

в) 1 год;

г) бессрочно.

18. Более эффективно использовать мед с повышенным содержанием моносахаров в целях:

а) пищевых;

б) диетических;

в) лечебных.

19. Более эффективно использовать мед с повышенной ферментативной активностью в целях:

а) пищевых;

б) диетических;

в) лечебных.

20. Консистенция меда зависит от:

а) породы пчел, которые его произвели;

б) места сбора (географического происхождения);

в) ботанического происхождения;

г) срока хранения.

21. «Зрелость» меда в соте можно определить по:

а) запаху;

б) вкусу;

в) консистенции;

г) виду медовой ячейки.

22. Мед используется пчелиной семьей:

а) в любой период;

б) в зимний период;

в) в весенний период;

г) при отсутствии медосбора.

23. Кислотность медов составляет:

а) pH 2,5–3,5;

б) pH 3,5–5,5;

в) pH 5,5–7,5;

г) pH 7,5–6,5.

24. Водность зрелого меда составляет:
    а) 12–15 %;
    б) 16–19 %;
    в) 20–23 %;
    г) 24–25 %.
25. Количество сахаров, содержащихся в меде:
    а) 60–75 %;
    б) 75–95 %;
    в) 95–99 %;
    г) 50–60 %.
26. В меде содержится больше:
    а) моносахаров;
    б) дисахаров;
    в) декстринов.

Ответы: 1 – в, 2 – б, 3 – г, 4 – в, 5 – в, 6 – б, 7 – в, 8 – в, 9 – г, 10 – б, 11 – в, 12 – б, 13 – б, 14 – а, 15 – а и г, 16 – б, 17 – в, 18 – б, 19 – в, 20 – в и г, 21 – г, 22 – г, 23 – б, 24 – а и б, 25 – б, 26 – а.

Глава 2. ВОСК

§ 2.1. Биологические основы получения воска

Восковыделительная деятельность пчел

Восковые железы имеются только у рабочих пчел, они расположены на четырех последних стернитах брюшка. Железы представлены слоем клеток, которые выстилают изнутри парные участки на каждом стерните неправильной пятиугольной формы с гладким прозрачным хитином, окаймленные утолщенным хитиновым ободком. Это восковые зеркальца. На поверхность каждого из восьми восковых зеркалец поступает секрет восковыделительных клеток, разливается по его поверхности и застывает в виде тонких прозрачных пластин. Это восковые пластинки. Воск производится в виде жидкости, которая формируется каплями. Они проникают сквозь мелкие отверстия на поверхность восковых зеркалец, твердеют, образуя сплошной слой восковой пластинки.

Восковые пластинки являются материалом, из которого рабочие пчелы строят соты своего гнезда. Обнаружить восковые пластинки пчелы можно при раздвижении стернитов брюшка, поскольку наружные края стернитов своими концами прикрывают начала стернитов последующих сегментов, где расположены восковые зеркальца, образуя подобие кармана, в котором и помещается выделившаяся восковая пластинка. Пластинки воска имеют форму неправильного пятиугольника, удлиненного и заостренного к средней линии брюшка. Одновременно формируются четыре пары восковых пластинок. Масса каждой из них достигает в среднем 0,25 мг, на 1 кг воска производится 4 млн таких пластинок.

Развитие клеток восковыделительной железы начинается с момента отрождения рабочей пчелы и заключается в увеличении их размера и формировании вакуолей, наполненных жидким воском. Максимального развития клетки железы достигают у пчел весеннего поколения в 12–18-дневном возрасте. Первые восковые пластинки обнаруживаются уже у 3–5-дневных пчел.

У летных пчел (старше 20-дневного возраста) наблюдается дегенерация восковыделительных клеток, и по морфологии они становятся похожими на другие клетки гиподермы. Пчелы-сборщицы воска не выделяют, но при определенных условиях наблюдается восковыделительная деятельность и у летных пчел. Например, при отсутствии в семье ульевых пчел и разрушенном гнезде. Вторичное развитие восковых желез у пчел старшего возраста происходит за счет резервов жирового тела при благоприятных условиях, особенно при хорошем медосборе, и большой потребности в воске.

Пластинки воска пчела поочередно снимает щеточками задних ног, подает к ротовому аппарату и обрабатывает мандибулами, добавляя секреты слюнных желез, для последующего использования при построении ячеек сота. Пластинки обрабатываются и пчелами старшего возраста, у которых клетки восковых желез уже редуцированы. Они же принимают участие и в строительных работах. Пчелы-строители размещаются преимущественно в пустых местах гнезда, свисая цепочками. Построение ячейки начинается с донышка. В центре оно глубже, потому что три плоскости в форме ромбов сходятся здесь под углом. Каждый из трех ромбов составляет треть донышка ячеек с противоположной стороны сота. Совокупность донышек практически является серединой (средостением) сота, от которого начинается построение стенок шестигранных ячеек с отверстиями в противоположные стороны. Каждая стенка является общей частью для двух ячеек. При таком строении достигается самая экономная затрата воска и высокая прочность сота. В рамке размером 435×300 мм может содержаться 3,6 кг меда, а иногда и больше. На построение одной пчелиной ячейки тратится 50 (воска 13 мг), трутневой – 120 (воска 30 мг) восковых пластинок. Количественное соотношение в гнезде пчелиных (для вывода рабочих пчел, хранения перги и меда) и трутневых (для вывода трутней, хранения меда) ячеек зависит от физиологического состояния семьи, условий медосбора, возраста матки, породных особенностей пчел.

Только что выделенный пчелами воск имеет белый цвет, в дальнейшем он приобретает желтую окраску, которую ему при-

дают красящие вещества прополиса, перги, меда. Соты, в которых вывод пчел и трутней повторялся несколько раз, постепенно становятся темно-желтыми, затем коричневыми и, наконец, совершенно черными. Чем более темный цвет имеют соты, тем меньше относительное содержание воска. Старение сота связано не только с загрязнением воска невосковыми компонентами (линочные покровы личинок и куколок, остатки перги, меда, прополиса), но и с уменьшением размера ячеек сота. Чем меньше объем ячейки, тем меньшей массы отрождающиеся из нее пчелы. Мелкие пчелы характеризуются низкой работоспособностью и короткой продолжительностью жизни. Кроме того, накопление в ячейках сота органических остатков приводит к созданию благоприятного субстрата для развития микроорганизмов, в том числе и энтомопатогенных. В старом гнезде пчелы чаще подвергаются инфекционным заболеваниям. В целом старение гнезда может привести к гибели пчелиную семью. Задача пчеловода сводится к своевременной замене старых сотов на новые и к стимулированию восковыделительной и строительной деятельности пчелиных семей.

Практическая реализация воскопродуктивности пчелосемей

Чтобы пчелы быстро строили качественные соты, в современном пчеловодстве используют искусственно изготовленное из пчелиного воска средостение сота – **вощину**. На поверхности воскового листа кроме донышек пчелиных ячеек оттиснуты зачатки стенок. На строительство сота, основой которого является вощина, расходы воска уменьшаются в 1,5–2 раза.

В условиях Сибири максимальное развитие восковых желез у пчел наблюдается в июне, июле и первой половине августа. Зимующие пчелы, восковые железы которых осенью максимально развиты, весной воск практически не выделяют. Поэтому принуждать пчел отстраивать соты после выставки из зимовника нецелесообразно. При появлении в семье молодых пчел и наличии поддерживающего медосбора начинается восковыделительная деятельность пчелиной семьи. Первым признаком для начала постановки в семью рамок с вощиной служит появление «побелки

сотов» – начало обновления гнезда пчелами, которое проявляется с момента появления в природе хотя бы небольшого медосбора. Для эффективного строительства сотов пчелиные семьи должны быть обеспечены углеводным и белковым кормом (не менее 1 и 0,3 кг на улочку пчел). Гнездо семьи следует расширять постановкой рамок с вощиной после смены перезимовавших пчел (по средним многолетним данным – через месяц после выставки семей из зимовника) с наступлением благоприятных условий для строительства сотов (наличие медосбора, обилие пыльцы, благоприятная погода). С этого времени пчелиные семьи начинают выращивать в 3–4 раза больше расплода и реализуют способность к выделению воска и строительству сотов.

Пчелиная семья быстро отстраивает соты и выделяет много воска при следующих условиях:

– породная принадлежность пчел относится к группе, характеризующейся высокой воскопродуктивностью;

– сохранена биологическая целостность семьи и она имеет необходимое количество пчел (силу семьи) различного возраста, открытый расплод и молодую матку;

– в природе есть источник нектара, имеется хороший медосбор;

– в природе есть источник белкового корма – пыльцы, в гнезде – запасы перги;

– разрушена часть гнезда или в гнезде имеется место для отстройки сотов;

– благоприятные для сбора нектара и пыльцы погодные условия.

Повреждения в верхней части гнезда стимулируют пчел к более интенсивному выделению воска, чем повреждения гнезда в нижней части. В период главного медосбора восковыделительная деятельность пчел настолько высока, что семья не использует все восковые пластинки на строительство и откладывает воск в виде комочков на стенки улья, бруски рамок и т. д., часто пчелы роняют восковые пластинки на дно улья.

Учитывая биологические особенности восковыделительной деятельности пчел, рекомендуется помещать в ульи не менее

4 рамок с вощиной в начале главного медосбора. Вощину следует помещать в середине верхнего корпуса, а сушь – по краям. Основная отстройка сотов должна проводиться до начала главного медосбора путем расширения гнезд вощиной. Рамки с вощиной помещают в центре гнезда между рамками с расплодом. Или проводят расширение целыми корпусами с вощиной или магазинами с вощиной, помещая их «на разрыв» или сверху гнезда. По мере отстройки сотов семьям постоянно подставляют новые рамки с вощиной, это позволяет получить от сильных семей до 20 новых сотов за сезон.

Можно повысить выход воска от пчелиной семьи путем использования строительных рамок – рамок без вощины. Для этого сильным семьям кроме гнездовых рамок с вощиной ставят в гнездо 2 строительные рамки. Пчелы в строительных рамках отстраивают (через 3–4 дня) трутневые соты, удовлетворяя этим инстинктивную потребность в строительстве трутневых ячеек. Строительные рамки можно использовать в борьбе с клещами и в производстве гомогената личинок трутней. В последнем случае строительные рамки отбирают из гнезд после запечатывания пчелами трутневого расплода. Вырезанные соты тут же распечатывают, прессуют для выделения гомогената личинок трутней и перетапливают. Применение строительных рамок связано с высокими затратами труда пчеловода, что снижает их эффективное использование на крупных пасеках.

Запас сотов рекомендуется пополнять за счет интенсивного использования строительной энергии роев. Для этого рои, вышедшие до главного медосбора, сажают в гнездо, собранное из одной рамки с медом, а остальные – с вощиной. Рои, вышедшие в начале главного медосбора, помещают в гнезда, собранные из рамок с сушью (50 %) и с вощиной (50 %).

Интенсивная отстройка сотов на пасеке является основой получения большого количества воскового сырья и реализацией возможности максимального использования пчел на медосборе. Высокая сотообеспеченность пасеки позволяет проводить своевременную ежегодную браковку сотов, которые являются основным восковым сырьем.

Первую браковку сотов выполняют весной в период проведения весенней ревизии на пасеке при пересадке пчелиных семей. Все опоношенные, плесневелые, попорченные мышами и старые соты вынимают из гнезда для последующей переработки на воск. Вторую браковку проводят при сборе гнезд на зиму. Восковым сырьем являются кривые, дырявые и старые соты.

Для увеличения выхода товарного воска на пасеке следует постоянно тщательно собирать восковые языки, маточники, восковые перемычки, наросты и прочие восковые постройки, которые пчелы отстраивают в гнезде вне рамок и этим затрудняют уход за семьями. Все это является ценным восковым сырьем и используется для перетапливания на солнечной воскотопке.

По многолетним статистическим данным, на пасеках РФ получают в среднем 400–450 г товарного воска от пчелиной семьи, что соответствует отстройке 5–6 сотов, тогда как биологический потенциал полноценной семьи в 4–5 раз выше.

При низкой обеспеченности пчелиных семей сотами это сдерживает их рост и продуктивность. Экспериментально доказано, что на пасеках с высокой обеспеченностью сотами (до 20 соторамок на семью) продуктивность семей почти в 2 раза выше, чем на пасеках с низкой (10–12) обеспеченностью сотами.

§ 2.2. Сорта воска и воскового сырья

Восковое сырье

Современная технология получения воска основана на переработке основного воскового сырья на пасеке.

Восковое сырье – это сушь, вытопки, пасечная мерва, заводская мерва, а также забрус, маточники, восковые перемычки, восковые наросты и восковые языки со стенок улья и рамок.

Сушь – это пустые соты, которые уже использовались пчелами для вывода расплода или для складывания меда и перги и которые выбраковывают вследствие их старости или механических повреждений. Старение сотов происходит из-за загрязнения их линочными шкурками и экскрементами личинок, остатками меда и перги. Величина ячеек сота со временем уменьшается, а цвет

меняется с желтоватого на коричневый, а затем черный. Такие соты становятся непригодными для воспитания полноценных пчел, а мед в них быстро кристаллизуется. Чем старше возраст сотов, тем меньше доля воска в их массе.

Содержание воска в процентах от массы воскового сырья характеризует его **восковитость**. В зависимости от восковитости сушь делят на 3 сорта:

1. Сушь белая или желтая, хорошо просвечивающаяся, сухая, без перги, меда и посторонних примесей, с восковитостью 70 % и более.

2. Сушь темно-коричневая, просвечивающаяся в донышках, сухая, без перги, меда и других примесей или сушь 1 сорта с примесью перги до 15 % от объема сота, с восковитостью от 55 до 70 %.

3. Сушь темно-бурая, черная, не просвечивающаяся, сухая, без меда, с восковитостью от 40 до 55 %.

Остальная сушь с восковитостью менее 40 % приравнивается к вытопкам.

Вытопки – это отход, получаемый при переработке воскового сырья на солнечной или других воскотопках, в виде комкообразных слитков коричневого или черного цвета, которые при дроблении рассыпаются на отдельные коконы.

Пасечная мерва – отход, получаемый при переработке воскового сырья развариванием в кипящей воде с последующим прессованием, в виде землистой массы темно-коричневого или черного цвета, в которой отдельные коконы ячеек неразличимы.

Заводская мерва – отход после переработки воскового сырья на воскобойных заводах.

Забрус – восковые крышечки, которыми пчелы закрывают ячейки с созревшим медом. Забрус с сотов, в которых расплод не выводился, имеет восковитость более 98 %, а с сотов, в которых раньше был расплод, – около 95 %.

При перетапливании воскового сырья на солнечной и других воскотопках из него выделяется воск, который не связан с невосковыми частями сырья, и поэтому легко отделяется при расплавлении. Воск, который в виде мельчайших частиц находится

в капиллярах невосковых частей сырья, удерживается с такой силой, что нагревание или разваривание мервы с высокой восковитостью (30, 40 и до 50 %) не приводит к выделению воска. В этих случаях применяют прессование. При прессовании невосковые составные части сырья сближаются, объем, занимаемый капиллярами, уменьшается, воск из них выжимается. Оставшийся после прессования воск может составлять в сырье 20–25 %. Эту часть воска извлекают на воскоэкстракционых заводах, обрабатывая заводскую мерву веществами, растворяющими воск (например, бензином). Растворитель проникает в капилляры сырья при нагревании, что приводит к их расширению и извлечению растворенного воска. Отход экстракционного производства – шрот – содержит 1,5–2 % воска.

При выделении воска, связанного с невосковыми частями сырья, из вытопков и мервы извлекают вместе с ним и загрязняющие примеси. Такой воск будет всегда более низкого качества, чем извлеченный вытапливанием. Поэтому чем выше восковитость сырья, тем более высокого качества получается из него воск.

Восковое сырье 1-го сорта, в том числе забрус, восковые наросты, маточники, перерабатывается на солнечной воскотопке. **Солнечные воскотопки** обеспечивают получение воска наивысшего качества. Основными конструктивными элементами солнечной воскопотки являются: герметично закрывающийся ящик из дерева, крышка которого представлена рамой с двойным стеклом; противень из нержавеющей стали, помещаемый в ящик с уклоном к передней стенке на 15–20 °С, с перфорированным ограничителем в нижней части; лоток или корытце шириной 10–15 см, высотой и длиной в соответствии с размерами передней стенки ящика. Перерабатываемое сырье помещают на противень. Под действием тепла солнечных лучей, падающих через стекло, оно нагревается до 70–95 °С. Расплавленный воск стекает по наклонной поверхности и через отверстия в передней части капает в сборный лоток. Поэтому воск, полученный таким способом, называют воск-капанец. Отход, остающийся на противне (вытопки), содержит до 50 % воска. Из одной гнездовой рамки суши 1-го сорта на солнечной воскотопке получают 118 г воска, а с учетом

содержания воска в вытопках выход составляет 147 г. С понижением восковитости сырья выход воска на солнечной воскотопке резко снижается, поэтому для переработки суши 2-го и 3-го сорта используют паровые воскотопки.

В **паровых воскотопках** вытапливание воска происходит за счет нагревания паром. Основными конструктивными элементами являются: емкость, в которую помещают металлический каркас для постановки рамок с сушью (40 штук и более), под ним – металлическая сетка; паровой котел, из которого пар поступает в емкость с сушью, или водяная рубашка, нагреваемая электричеством. Пар, поступающий из парообразователя по трубке или образующийся за счет нагревания водяной рубашки, нагревает сушь. Размягчившиеся соты вываливаются из рамок и падают на сетку, которая задерживает вытопки и процеживает жидкий воск. Пар, заполняющий емкость с сушью, конденсируется на ее стенках и стекает на дно, куда попадает через сетку расплавленный воск. Спуск воды и воска производится через сливной кран, расположенный у дна емкости.

Вытопки, получаемые на паровой воскотопке, содержат от 18 до 30% воска, поэтому они приравниваются к пасечной мерве. Такая мерва требует обязательного просушивания сразу же после извлечения из воскотопки.

Преимуществом паровой воскотопки является совмещение процессов получения воска и дезинфекции рамок, а также высокая производительность по сравнению с получением воска методом прессования. Однако выход воска из воскового сырья на паровой воскотопке ниже, чем при прессовании. Например, при переработке одной гнездовой рамки суши 3-го сорта получают 121,6 г воска, а с учетом воска в мерве выход составляет 140 г.

Получить воск из суши 2-го и 3-го сорта и из вытопок можно путем разваривания их в воде и последующего отжима.

Пасечные вытопки и мерву перерабатывают на воскозаводах. В основе заводской технологии лежит влажный метод переработки сырья путем прессования или центрифугирования. Из воскового сырья с низкой восковитостью извлечение воска на заводах

осуществляется методом экстрагирования органическими растворителями – бензином или петролейным эфиром.

В соответствии с ГОСТ 31775-2012 «Сырье восковое. Технические условия» (с Поправкой), восковое сырье подразделяется на два класса: пасечные вытопки (восковитость не менее 36%) и заводская мерва (восковитость не менее 18%). Для определения класса воскового сырья оценивают содержание в нем воска и воды (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Органолептические и физико-химические показатели воскового сырья

Наименование показателя	Характеристика и норма для воскового сырья	
	Пасечные вытопки	Заводская мерва
Цвет	От светло-коричневого до темно-коричневого	От темно-коричневого до бурого
Структура	Рассыпчатая, с комочками, сохранившими форму ячеек, размером не более 75 мм	
Посторонние примеси (комки земли, камни, деревянные стружки, щепки и др.)	Не допускаются	
Массовая доля воды,%, не более	10,0	
Массовая доля воска,%	От 36,0 до 60,0	От 18,0 до 35,0
Пораженность восковой молью	Не допускается	

При сдаче и приемке воскового сырья проводят испытания его качества по таким показателям, как цвет, структура, пораженность восковой молью, наличие механических примесей. По органолептическим и физико-химическим показателям восковое сырье должно соответствовать показателям, приведенным в табл. 2.1, и иметь ветеринарное свидетельство, подтверждающее благополучие места выхода продукции.

Упаковку производят в мешки массой не более 30 кг. Неупакованную заводскую мерву допускается перевозить только специально оборудованным транспортным средством.

Каждую транспортируемую единицу упаковки маркируют. Маркировка должна включать наименование предприятия-изготовителя, наименование продукта, его класс (пасечные вытопки или заводская мерва), станцию отправления и назначения, номер партии, число мест в партии, массу брутто и нетто партии, дату упаковки и обозначение стандарта (ГОСТ 31775-2012).

Хранят восковое сырье в сухих складских помещениях слоем до 1,5 м по высоте, которые хорошо вентилируются и не отапливаются. Заводскую мерву допускается хранить под навесом на цементированной площадке без доступа влаги. Срок хранения составляет один год со дня производства.

При испытаниях цвет, структуру, пораженность восковой молью, наличие механических примесей определяют визуально, крупные комочки измеряют линейкой. Массовую долю воды определяют весовым методом, высушивая образец до постоянной массы при 103–105 °С. Воск экстрагируют четыреххлористым углеродом и определяют его массовую долю в образце.

Сточные воды при производстве заводской мервы должны соответствовать требованиям санитарных правил и норм, гигиеническим нормативам, техническим регламентам или нормативным правовым актам, действующим на территории РФ. Контроль за выбросами вредных веществ в атмосферу, охрану почвы от загрязнения отходами осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005 и санитарными правилами и нормами, гигиеническими нормативами, техническими регламентами или нормативными правовыми актами, действующими на территории РФ. Промышленные отходы используют как органическое удобрение.

Сорта воска

По способам переработки воскового сырья, а следовательно, и по качеству получаемого продукта воск делят на несколько групп.

Воск-капанец – это наилучший по качеству воск, полученный при перетопке светлой суши, забруса, восковой крошки, восковых наростов и языков или другого сырья с высокой восковитостью в солнечной воскотопке.

Пасечный воск получают в условиях пасеки методом прессования или вытапливания. Пасечный воск иногда разделяют по способу получения: ярый, полученный путем перетапливания свежеотстроенных сотов на водяной бане без контакта с водой и при отсутствии давления; прессованный, полученный на пасечных воскопрессах; топленый, полученный на паровой воскотопке.

Прессовый (заводской или пробойный) воск получают развариванием и последующим прессованием в заводских условиях на гидравлических или других прессах пасечных вытопок или мервы под высоким давлением.

Центрифугированный воск получают путем отгона на фильтрующей центрифуге в заводских условиях пасечных вытопок или мервы.

Экстракционный воск получают в заводских условиях в результате экстрагирования его из заводской мервы органическими растворителями (бензином) с последующей отгонкой.

Технический воск получают соединением натурального пчелиного воска с парафином или церезином.

Отбеленный – воск, полученный путем воздействия на него физических, химических агентов или их комбинацией с целью разрушения нежелательных химических соединений (для приготовления лекарственных и косметических препаратов).

Некондиционный – воск, содержащий эмульсии или загрязняющие примеси, в частности прополис, отличающийся не присущим натуральному воску цветом, который нельзя удалить очисткой (из-за образования солей жирных кислот с железом, медью, латунью, никелем, цинком и т.д.), полученный с пасек, неблагополучных по гнильцовым заболеваниям, а также с другими пороками.

В соответствии с ГОСТ 21179-2000 «Воск пчелиный. Технические условия», который распространяется на пчелиный воск, полученный переработкой воскового сырья и предназначенный для изготовления вощины для различных отраслей промышленности, в зависимости от технологии переработки воскового сырья пчелиный воск подразделяют на **пасечный**, получаемый на

пасеках перетапливанием сот, крышечек ячеек, восковых обрезков, и **производственный**, получаемый на воскозаводах при переработке пасечных вытопок.

§ 2.3. Технология получения воска

Исследованиям процесса переработки воскового сырья посвящено очень много работ. Способы переработки воскового сырья в настоящее время базируются на извлечении из него воска при помощи нагревания и стекания, растворения и отжима. В настоящее время известно множество воскотопок различных конструкций: солнечные, паровые, водяные, центробежные и т. д., но наиболее удачными по конструкции и производительными из всех орудий для пасечного извлечения воска стали «горячие» и «холодные» воскопрессы. Вклад в развитие устройств для переработки воскового сырья внес ученый, пчеловод, конструктор А. Рут. Он создал воскопрессы, способные извлечь из воскового сырья большое количество воска. Несмотря на большой выход, получаемый воскопрессами собственной конструкции, сам А. Рут написал в энциклопедии пчеловодства, что не получен такой метод переработки воскового сырья, при помощи которого возможно получить весь воск без остатка. Известный специалист, разработавший большое количество пчеловодческого инвентаря, ученый и инженер Л. В. Давыдов считает, что обязательным условием отжима является сохранение прессуемой массы при такой температуре, чтобы воск находился в подвижно-горячем состоянии. Данное условие является ключевым для повышения выхода воска, поэтому «холодные» воскопрессы не способны получать такой объем воска, что и «горячие». По анализам А. Ф. Губина, в мерве после «холодного» пресса остается от 20 до 40 % воска от ее веса, а для «горячего» этот показатель составляет от 13 до 25 %.

Существует два метода тепловой переработки воскового сырья – сухой и влажный. Сухой метод – это переработка воскового сырья без соприкосновения с водой или влажным паром. Нагревание сырья происходит с помощью передачи тепловой энергии

лучеиспусканием (энергия солнца, ИК- и СВЧ-излучатели), при непосредственном контакте с нагретыми стенками элементов технологического оборудования, перегретым паром или сухим горячим воздухом. Применение такого метода способствует получению качественного воска, он эффективен при обработке светлого воскового сырья с высокими показателями восковитости (1–2 сорта). Полученный с помощью сухого метода воск фактически не содержит воды. Недостатком такого метода является то, что в полученном воске часто присутствуют растворимые в нем красящие компоненты, растительные смолы и загрязняющие примеси.

Влажный метод – это переработка воскового сырья путем взаимодействия с горячей водой, влажным паром или конденсатом. При применении разваривания исходного воскового сырья увеличивается выход чистого воска. Это позволяет перерабатывать влажным методом старые соты, использующиеся на пасеке больше года. Воск, получившийся при влажном методе обработки, будет содержать больше воды, чем при сухом. При постоянном контакте с нагретой водой и постоянном перемешивании в ней воскового сырья высок риск образования эмульсии, что может снизить качество сырья.

На воскоперерабатывающих заводах используют технологии получения воска из пасечных вытопок (мервы). Экстракция бензином, трех- и четыреххлористым углеродом предусматривает размачивание заводской мервы (вытопок после прессования) в одном из растворителей и упаривание в мягких условиях отфильтрованного экстракта. Такая технология является энергозатратной и дорогой.

Сухой метод извлечения воска из воскового сырья

Наиболее доступен и повсеместно используется в пасечном хозяйстве сухой способ извлечения чистого воска из воскового сырья на солнечных воскотопках. Применяется солнечная энергия. Использование сухого извлечения возможно только для сырья с высокой восковитостью. Солнечная воскотопка состоит из плоского деревянного короба прямоугольной или квадратной формы, в нем смонтирован наклонный лоток (противень) из не-

ржавеющей стали или стекла. Восковое сырье размещается на лотке. Затем воскотопку накрывают откидной крышкой со стеклом, которая бывает одинарной или двойной. Стенки воскотопки снаружи и внутри выкрашены в черный цвет. Лучи солнца падают на восковое сырье. Температура в таких воскотопках при благоприятной погоде и правильной установке достигает около 100 °С. Вытопленный воск по лотку попадает в размещенную для этого емкость, которая имеет вид продолговатого корытца. Наклон воскотопки нужно установить и поддерживать в необходимом положении (под углом 36–45°) по направлению к расположению солнца. В течение дня желательно регулировать положение воскотопки относительно солнца. Главной отличительной особенностью и преимуществом солнечных воскотопок является использование дешевой солнечной энергии в летний период. Воск (воск-капанец), вытопленный таким способом, получатся высокого качества. Другим плюсом использования этого способа является то, что можно перерабатывать все восковые отходы, получающиеся в летний период при работе с пчелами. Ключевой недостаток использования солнечной воскотопки заключается в том, что в вытопках (остающиеся отходы при переработке тепловым способом) преимущественно от темных сотов остается большое количество воска (45–66 %). При перетопке светлого воскового сырья в пасечных вытопках содержится 28–38 % чистого воска, в то время как свежеотстроенные соты перерабатываются в воск с минимальными потерями. Кроме этого, сезонность эксплуатации солнечных воскотопок является недостатком их применения.

Влажный метод извлечения воска из воскового сырья

Водяная воскотопка состоит из двустенного бака, между его стенками наливается вода. Бак размещается на любой источник тепловой энергии (газовые и электрические плиты, открытый огонь). Вода, которая находится в пространстве между стенками, нагревается до температуры кипения и растапливает воск, содержащийся в восковом сырье. Внутренний бак выполняется из алюминия или из пищевой стали.

Паровые воскотопки различаются по конструкции, это связано с изменением объема загружаемого сырья. Воскотопка содержит наружный и внутренний баки, закрывающиеся общей крышкой, кроме этого воскотопка снабжена решетчатым листом, смонтированным над дном, и сливным патрубком. Для начала работы через горловину в пространство между стенками заливают воду. Восковым сырьем заполняют доверху внутренний бак (или помещают рамки с сушью) и плотно накрывают крышкой. После этого воскотопку располагают на любом источнике тепла. Сливной патрубок постоянно открыт. При кипении воды образуется пар, проходящий через отверстия во внутреннем баке, растапливает воск, который впоследствии стекает в соответствующую емкость, находящуюся под воскотопкой, через решетчатый лист и сливной патрубок. На решетке остаются вытопки.

Известны паровые воскотопки, создающие в процессе вытопки давление выше атмосферного. Использование таких устройств позволяет достигать высокого выхода воска. Конструкция представляет собой двустенный бак, между стенками заливается вода. В бак вставляется сетчатая кассета из жести для загрузки измельченного воскового сырья. Наружный бак накрывают толстостенной крышкой, ее уплотнение происходит путем закручивания барашков. Через центр крышки проходит болт воскопресса, который предназначен для отжима остающихся восковых отходов, находящихся в сетчатой кассете. На крышке бака имеется предохранительный клапан. На небольшом отдалении от дна имеется сливной патрубок, снабженный краном для удаления жидкого воска в сборную емкость. Процесс вытопки воска состоит из следующих операций: через заливной патрубок в межстенное пространство бака заливают воду (до одной трети общей высоты воскотопки). Восковое сырье загружают в сетчатую кассету и размещают в паровой воскотопке. Воскотопку накрывают крышкой и устанавливают на нагревательный прибор. При нагревании воды образуется пар, переходящий через трубку-удлинитель выше, попадает через отверстия кассеты к загруженному восковому сырью. Действие насыщенного пара растапливает воск, который падает на дно бака воскотопки. Через некоторое

время от начала действия пара под сливной патрубок устанавливают сборную емкость. Затем открывают сливной кран, через который течет воск. Через полчаса после интенсивного кипения воды воск перестает течь. После этого вращают болт, с помощью которого происходит отжим восковых отходов (вытопки), оставшихся в кассете. После полного отжима воскового сырья воскотопку открывают, вынимают кассету, а оставшиеся в ней вытопки удаляют. В остающейся мерве находится около 22 % от воска, содержащегося в восковом сырье.

Вырезка суши из рамок занимает много времени. Избавиться от этой трудоемкой процедуры можно лишь при погружении целых рамок с восковым сырьем в воскотопку. Весь процесс вытопки сырья строится из последовательного выполнения следующих операций: загрузка сотов в кассеты, первая обработка паром сотов с параллельным встряхиванием, разгрузка воскотопки. При таком извлечении воска каркас рамки, особенно верхний брусок, необходимо чистить ножом, на что затрачиваются усилия и время. После переработки рамок на паровой воскотопке и незначительной чистки они становятся пригодными для натягивания проволоки и наващивания. Воск, получаемый на паровых воскотопках, при соблюдении технологии имеет хорошее качество.

Извлечение воска с использованием воскопрессов

Переработка исходного сырья на воскотопках-воскопрессах позволяет полностью разваривать и отжимать сырье, что позволяет получить больший выход воска.

Воскопрессы делят на пасечные и заводские. По способу давления классифицируют на клиновые, рычажно-винтовые, гидравлические и др. В гидравлических и рычажно-винтовых прессах отпрессовка происходит в ступе (баке), которая может быть выполнена из нержавеющего металла или дерева. Характеристикой любых прессов является мощность, которая обозначается создаваемым давлением на 1 $см^2$ прессующей плиты. Мощность пресса равна силе, передаваемой по центральной оси, поделенной на площадь прессующей поверхности. Пасечные воскопрессы

способны создавать давление не более 7 кг/см^2, а заводские – от 10 кг/см^2.

Воскопресс, разработанный В. А. Темновым, содержит деревянные прессующую плиту и ступу, связанную с отстойником в единый механизм. На данном воскопрессе разваренное восковое сырье прессуется «сухим» методом, при этом воск не остается в ступе, а стекает через предусмотренные для этого отверстия у ее основания непосредственно в отстойник. Высокая и узкая форма ступы подразумевает создание высокого давления на прессуемое восковое сырье, а сообщение с отстойником позволяет сократить потери тепла прессуемой массы.

Заводские воскопрессы характеризуются большей мощностью и высокой производительностью в отличие от пасечных. Воскозаводы оборудуют гидравлическими прессами, способными создать давление около 20 кг/см^2. Ключевой частью такого воскопресса является гидравлический насос, который состоит из труб, цилиндра и поршня. Гидравлический насос работает от электромотора. Подача рабочей жидкости в цилиндр пресса регулируется автоматически клапаном-регулятором. При беспрерывно работающем насосе он сохраняет давление напорной жидкости на заданном уровне.

Центрифужный метод извлечения воска

Высокопроизводительным способом переработки воскового сырья по сравнению с другими видами является центробежный. Существуют различные центробежные воскотопки. Воскотопка-центрифуга, созданная Н. А. Тормановым, работает следующим образом: мешок помещается в ротор центрифуги, после чего в мешок загружается сушь. Крышка одевается на ось ротора, ложится на уплотнение корпуса и закрепляется на корпусе с помощью обруча с защелкой. Ось ротора уплотняется для предотвращения выхода пара сальником путем закручивания гайки. Затем в воскотопку-центрифугу от парообразователя через шланг, одетый на полую ось ротора, подается пар. Пар через отверстия оси ротора поступает в мешок с сушью. Сушь разваривается (расплавляется воск). После полного расплавления воска шланг

подачи пара отсоединяется. Далее выполняется операция центрифугирования. Для этого к поводку с фиксатором присоединяется дрель. Дрель приводится во вращение. Вращение от дрели передается ротору. За счет возникающих центробежных сил капельки расплавленного воска проходят через ткань мешка и отверстия сетки в пространство между ротором и корпусом. В мешке остаются невосковые компоненты. Расплавленный воск из пространства между ротором и корпусом через сливной штуцер вытекает в приемную емкость.

Существует технология вытопки сырья непосредственно из рамок с сырьем. И для этого необходима центрифуга-воскотопка. Она работает следующим образом. В полость парообразователя заливают воду, на держателе устанавливают рамки с сотами. Затем центрифугу-воскотопку устанавливают на источник тепла, например над костром. При нагреве вода в парообразователе закипает, образовавшийся пар проникает через отверстия в полость корпуса центрифуги, расплавляет соты и дезинфицирует рамки. Когда расплавленный воск полностью стекает на диск ротора, его приводят во вращение с помощью ручного привода, вращая ручку. Под действием центробежных сил весь воск проходит через сетчатую стенку ротора и вытекает из полости корпуса через сливной штуцер. Все невосковые компоненты внутри ротора удаляются вручную после окончания работы.

При использовании метода центрифугирования для получения воска в вытопках сохраняется еще около 30% воска, а для пасечных вариантов – до 37%, который извлекают с помощью воскоэкстракционного аппарата.

Современные паровые устройства способны извлекать около 70% воска из воскового сырья. Усовершенствованный процесс вытопки воска на центробежном агрегате позволяет получить 810 г воска из 1 кг воскового сырья. Работа на центробежном агрегате, разработанном Н.Б. Нагаевым в 2015 г., организована следующим образом. Восковое сырье в рамках (сторамки), установленных в центрифуге, разваривается насыщенным паром, затем под действием силы тяжести попадает на наклонное дно камеры центрифуги и, скатываясь по нему, попадает в воскопресс.

После того как основная масса воскового сырья разварилась и попала в воскопресс, включается в работу ротор центрифуги с целью отделения остатков воскового сырья от рамок и последующей отпрессовкой из него воска шнеком. Агрегат для вытопки воска из рамок с восковым сырьем достигает рационального режима по потреблению энергии и максимальных значений выхода воска при следующих параметрах: частота вращения ротора центрифуги – 310 об./мин, время вращения рамок в центрифуге – 2 мин, частота вращения шнека воскопресса – 190 об./мин, подача пара – 30 г/мин. Удельные энергозатраты на вытопку воска с применением этого агрегата составляют 0,989 кВт·ч/кг, удельные затраты труда – 0,26 чел·ч/кг.

Невзирая на большую производительность и высокое качество получаемого воска, у существующих центрифуг есть ряд недостатков: сложность в использовании, громоздкость и применение острого пара, для его получения требуются большие затраты энергии.

Также известна СВЧ-установка для вытопки пасечного воска непрерывного действия. Она содержит цилиндрический экранный корпус, внутри которого коаксиально расположена цилиндрическая резонаторная камера, выполненная в виде перфорированного барабана из неферромагнитного материала, с возможностью вращаться в вертикальной плоскости. Для этого в основание барабана вмонтирован вал для привода, а вторым основанием служит диэлектрическая дверь, имеющая отверстие для измельчающего механизма (набора ножей и решеток) волчка. Параллельно этой двери находится общая дверь из неферромагнитного материала, куда вмонтирован СВЧ-генераторный блок так, что излучатель направлен в сторону барабана. Измельчающий механизм волчка состыкован с отверстием, имеющимся на диэлектрической двери, а подающий шнек и электропривод волчка находятся за пределами двери. В зазоре между барабаном и экранным корпусом в нижней части установки имеется нагревательный элемент. Экранный корпус содержит выходной и входной патрубки. Исходное восковое сырье загружается в приемный патрубок измельчителя; измельченное восковое сырье попадает

внутрь резонаторной камеры. Вытопленное восковое сырье протекает через перфорацию резонаторной камеры. СВЧ-воскотопка предусматривает: загрузку предварительно измельченного воскового сырья в перфорированную резонаторную камеру; подачу пароводяной смеси в резонаторную камеру; нагрев сырья за счет электромагнитного поля СВЧ-диапазона и электронагревателя (ТЭН); центрифугирование расплавленного воска; слив расплавленного воска; выгрузку твердого осадка из перфорированного барабана.

Экстракционный метод извлечения воска из воскового сырья

Для экстракции специальной смесью бензинов существует воскоэкстракционный аппарат АВ-171, предназначенный для обработки воскового сырья и мервы. Рабочий процесс включает следующие операции. Мерва загружается в экстрактор. Бензин из бензосборника-конденсатора подается в загрузочную камеру экстрактора для начального смачивания мервы, затем подают пар в загрузочную камеру. Пар проходит по змеевикам, это способствует нагреванию смеси бензинов, которая с течением времени растворяет воск, находящийся в мерве. После того как воск растворится, открываются краны для перемещения в дистиллятор получившегося раствора бензина с воском. В дистилляторе проводится выпаривание из раствора бензина с помощью пара, проходящего по змеевику. Поднимаясь вверх, пары бензина частично конденсируются на стенки змеевика холодильника, а затем возвращаются обратно в экстрактор. Оставшиеся пары бензина перемещаются по отводящему патрубку в змеевик холодильника, где происходит их конденсация, получившийся бензин поступает в сборник через водоотделительную колонку и впоследствии расходуется для экстракции. После накапливания достаточного количества бензина в бензосборнике его вновь перемещают в загрузочную камеру. Данная операция проводится 7–8 раз подряд. Завершив экстракцию, приступают к заключительной операции извлечения воска, которая состоит в окончательной выпарке смеси бензинов из раствора и мервы. Выпарка происходит с приме-

нением острого пара, для этого предварительно перекрывают вентиль холодильника. После выпарки разливают получившийся экстракционный воск в отстойные камеры, открывают люки, а после выгружают полученный шрот. Воскоэкстракционные аппараты громоздки и имеют сложную конструкцию, для работы используют много пара для выпарки и труднодоступные химические растворы, исходя из этого их применение целесообразно лишь на крупных производствах.

Очистка воскового сырья

Основным загрязнителем воскового сырья является перга. По мнению многих пчеловодов, для очистки сырья от примесей перед перетопкой следует залить его теплой водой и выдержать в ней двое суток для удаления из него водорастворимых компонентов. Воду при этом следует менять несколько раз. На практике замачивание воскового сырья перед перетопкой применяется редко, так как это требует дополнительных затрат труда, времени и ресурсов. Кроме этого, длительный контакт рыхлого воскового сырья с теплой водой приводит к развитию патогенной микрофлоры, что снижает качество воскового сырья или делает его непригодным для дальнейшей переработки.

Разработан способ промышленной механизированной очистки воскового сырья от загрязнений путем интенсивного перемешивания измельченного воскового сырья в воде, что приведет к удалению из него большей части перги и других водорастворимых примесей перед перетопкой. Максимальному удалению примесей из воскового сырья, соответствующему относительной потере сухой массы 25%, способствует режим перемешивания с интенсивностью I = 15 кВт/м3 в течение 9–10 мин. Исследователи установили более существенное влияние на исследуемый процесс времени перемешивания, чем интенсивности.

Очистка воска

Очистка пчелиного воска проводится физическими методами – фильтрованием и отстаиванием, и химическими – концентрированными минеральными кислотами и адсорбентами.

Воск фильтруют непосредственно в процессе переработки воскосырья и его вытекания. Повторное (чистое) фильтрование производят при его формовке в слитки. В качестве фильтров используют металлические или тканевые (мешковина, марля, капрон) фильтры, которые удерживают частички примесей.

Отстаиванием удаляют более мелкие механические примеси, которые проходят сквозь отверстия фильтра. Расплавленный в воде воск выдерживают в жидком состоянии в течение длительного времени. Часть примесей при этом осядет на дно емкости, а часть окажется на нижней стороне слитка воска, откуда ее можно впоследствии соскоблить. Соскобленный воск переплавляют вновь и отстаивают.

Для химической очистки воска используют серную или соляную кислоты. Можно использовать ортофосфорную, уксусную, лимонную или щавелевую кислоты. Концентрированную кислоту вливают в расплавленный воск, находящийся в стеклянном или деревянном отстойнике над слоем воды, небольшими порциями, каждый раз хорошо перемешивая всю массу деревянной мешалкой. После этого, утеплив посуду с воском, ее оставляют на несколько часов для отстаивания. Воск и вода берутся в соотношении 1:4, серной кислоты требуется 10–30 мл на 10 кг воска. Темный воск очищается и приобретает желтый цвет.

Воск, содержащий инсектициды и другие пестициды, а также антибиотики, непригоден для употребления в пчеловодстве для изготовления вощины, в медицинских и косметических целях.

Отбеливание воска

Воск отбеливают для использования в фармацевтической и косметической промышленности. Отбеливание основано на химическом разрушении посторонних веществ, при котором разрушаются не только коллоидные системы, но и пигменты, и углеводороды воска. В результате отбеливания увеличиваются твердость и хрупкость воска и несколько возрастают его плотность и температура плавления.

Кроме химического способа используется и физический (солнечный свет), а также комбинированный способ.

При отбеливании воска физическим методом его измельчают ножом в виде мелкой стружки и тонким слоем размещают в хорошо освещенном солнцем месте. Восковую стружку периодически увлажняют и время от времени перемешивают. Белеет воск только на поверхности, поэтому через несколько дней его перетапливают, снова измельчают в виде стружки и вновь выставляют на солнце. Операцию повторяют многократно до получения нужной степени отбеливания.

При отбеливании с помощью химических средств используют окислители (кислая среда) или восстановители (щелочная среда). К мягким средствам отбеливания относятся:

1) 0,01 %-й раствор бихромата калия в кислой среде (процесс ведут при низких температурах, чтобы не происходило захватывания трехвалентного хрома и воск не приобрел зеленый цвет) с продолжительностью отбеливания 7 дней;

2) 0,01 %-й раствор перманганата калия (марганцовки) в кислой среде (процесс ведут при температуре около +75 °С с последующей промывкой разбавленной серной кислотой) с продолжительностью отбеливания 30 мин;

3) 20 %-й щелочной раствор перекиси водорода, не требующий дополнительной очистки воска после отбеливания;

4) спиртовой раствор едкого калия (0,6 г на 1 кг воска), который добавляют в расплавленный в горячей воде воск и продувают углекислым газом.

При использовании бихромата и перманганата калия (1-й и 2-й способы) в воске остается большое количество солей, которые необходимо удалить либо обработкой воска органическими растворителями, либо подкисленной перекисью водорода. Использование щелочных растворов (3-й и 4-й способы) позволяет получить воск, пригодный для изготовления вощины даже из старой суши.

К жестким отбеливающим средствам относятся хлор и гипохлориды.

При комбинированном отбеливании воск вначале подвергают очистке с помощью концентрированных кислот, а затем проводят отбеливание под солнечными лучами. Для этого

в деревянный отстойник с горячей водой (температура не менее 70 °С) и расплавленным воском (100–120 кг) порциями добавляют концентрированную серную кислоту (300–500 мл), перемешивают и отстаивают не менее 5 часов в тепле. После того как воск затвердеет, его отбеливают на солнце, как описано ранее.

Отбелка воска на солнце без поглотителей (например, активированного угля) способствует образованию перекисных соединений, а химические методы вызывают изменения физических свойств воска и его химического состава, что не позволяет использовать его в косметической, парфюмерной, пищевой промышленности и в медицине.

Существенное значение при получении воска имеет материал, из которого изготавливается оборудование для переработки воскового сырья. Если восковое сырье перетапливать в металлической посуде, то содержащиеся в воске свободные жирные кислоты взаимодействуют с некоторыми видами металла, образуя при этом соли. В результате качество воска ухудшается, а окраска его изменяется. Так, при перетопке в чугунной или железной посуде воск станет бурым, а в медной – позеленеет. Поэтому для сохранения высоких качеств при переработке воскового сырья используют посуду из пищевого алюминия, нержавеющей стали, луженого железа, белой жести, а также эмалированную и деревянную.

Определение выхода воска

Экспериментально установлено, что при строительстве сота в одной гнездовой рамке с вощиной пчелы выделяют в среднем 70 г воска, а при запечатывании сотов с медом на закрытие каждого килограмма меда восковой крышечкой (забрус) выделяют от 15 до 19,8 г воска.

Валовой воск ($В_в$), выделяемый пчелиной семьей, рассчитывается как сумма двух показателей. Первый показатель – количество рамок в переводе на гнездовую, отстроенное в течение сезона семьей ($N_р$), умножается на 70 г. Второй показатель – количество товарного меда, полученное от пчелиной семьи ($М_т$), умножается

на 15 (или 19,8) г. Количество рамок, отстроенное в течение сезона, определяется по расходу вощины на пасеке за сезон.

$$В_в, г = 70\ N_р + 15\ М_т; N_р = N_{вв} – N_{ов},$$

где: $N_{вв}$ – количество вощины на складе пасеки весной, шт.;

$N_{ов}$ – количество вощины на складе пасеки осенью, шт.

Экспериментально установлено, что при переработке 1 гнездовой рамки суши на пасеке получают 140 г воска и 70 г мервы. За счет переработки срезок, наростов, забруса и другого подобного воскового сырья получают 19,8 г воска в расчете на 1 кг откачанного меда.

Товарный воск ($В_т$), который можно получить от пчелиной семьи, рассчитывается суммированием произведения количества бракуемых и перетапливаемых на воск рамок в семье (С) на 140 г и произведения количества откачанного от семьи меда (М, кг) на 19,8 г.

$$В_т = 14\ С + 19,8\ М.$$

Количество бракуемых на пасеке сото-рамок в течение сезона ($N_{бр}$) рассчитывается по разнице между количеством сото-рамок (в пересчете на гнездовую рамку) в период осенней ревизии ($N_о$) и количеством сото-рамок (в пересчете на гнездовую рамку) в период весенней ревизии ($N_в$) и количеством израсходованной за сезон вощины ($N_р$). При ревизии пересчитываются все сото-рамки как на складе, так и в гнездах, сушь (пустые), с медом, с расплодом.

$$N_{бр} = N_о – (N_в + N_р).$$

Количество полученной **мервы** рассчитывается умножением количества бракуемых и перетапливаемых на воск рамок ($N_{бр}$) на 70 г.

§ 2.4. Химический состав и свойства воска

Пчелиный воск представляет из себя сложную композицию из более чем трехсот веществ, 111 из них было идентифицировано к 2015 г. Состав воска от *Apis mellifera* уникален и отличается от воска, выделяемого другими видами пчел. Состав пчелиного

воска может варьировать между различными семействами и различными породами пчел, поскольку вполне вероятно, что производство воска тесно связано с генетикой пчел и их питанием.

Пчелиный воск – это сложная смесь (более 300 компонентов) углеводородов, свободных жирных кислот, сложных эфиров жирных кислот и жирного спирта, диэфиров и экзогенных веществ.

Состав пчелиного воска:

– углеводороды (12–16 %) с преобладающей длиной цепи C27-C33, преимущественно гептакозан, нонакозан, гентриаконтан, пентакозан и трикозан;

– свободные жирные кислоты (12–14 %) с длиной цепи C24-C32 – пальмитиновые, 15-гидроксипальмитиновые и олеиновые кислоты;

– сложные восковые эфиры (15–27 %), содержащие 15-гидроксипальмитиновую кислоту или диолы, которые через свою гидроксильную группу связываются с другой молекулой жирной кислоты;

– экзогенные вещества, которые в основном являются остатками прополиса, пыльцы, мелких кусочков растительных компонентов и загрязнений окружающей среды.

Сложные эфиры (главным образом эфиры церилового, мелиссинового спиртов и соответствующих кислот) составляют от 70 до 75 % воска. Свободные жирные кислоты (лигноцериновая, церотиновая, мелиссиновая и др.) – от 12 до 15 %.

Остальные компоненты воска (около 11 %) представлены окси- и кетакислотами, углеводами парафинового ряда, одно- и двухатомными спиртами, минеральными веществами, смолами, растительными пигментами, ароматическими веществами, витаминами, холестерином, тритерпенами и другими веществами.

С использованием СВЧ-технологии из воска выделены спирты, преобладающими являются тетракозанол, гексакозанол, октакозанол, триаконтанол и дотриаконтанол. В нем выделены и идентифицированы 11 белков, тритерпены (сквален и ланостерин), стеролы (холестерол и его эфиры) и субстанции, поло-

жительно влияющие на рост растений, такие как мирициловый спирт, гиббереллин и стероид рапсового масла. Пчелиный воск содержит небольшое количество воды (от 0,1 до 2,5 %) и каротиноидов (около 12,8 мг в 100 г воска).

Количественное соотношение химических веществ воска зависит от технологии его получения из воскового сырья. Например, количество витамина А в экстракционных восках выше, чем в пасечных. Сотрудники института пчеловодства установили, что массовая доля витамина А (ретинола ацетат) в производственном воске составляет в среднем 8,50 (от 3,33 до 13,83) МЕ/г, или 2,57 (от 1,00 до 4,15) мкг, в экстракционном воске – от 8,66 до 17,49 МЕ/г, или от 2,6 до 5,2 мкг. Уровень витамина А медленно возрастает от пасечного воска к производственному и экстракционному: 3,24 МЕ/г → 8,50 МЕ/г → 12,28 МЕ/г (или 0,97 мкг → 2,57 мкг → 3,66 мкг).

Качество воска (а в некоторых случаях и его фальсификации) определяется температурой плавления (в соответствии с ГОСТ 21179-2000 она должна составлять для пасечного и производственного воска 63–66 °С и 63–69 °С соответственно), температурой застывания (которая на 1–1,5 °С ниже температуры плавления), удельным весом (плотность воска при 20 °С воды составляет 0,95–0,97 г/см^3), коэффициентом рефракции (по ГОСТу составляет 1,441–1,444 при 75 °С), вязкостью и коэффициентом твердости.

Твердость воска определяет его потребительские свойства. Чем она выше, тем более качественную вощину производят из воска. Твердость определяется глубиной проникновения иглы сечением 1,5 мм^2 под действием груза массой 1 кг в слиток воска в течение 1 секунды при температуре 20 °С. Чем выше твердость воска, тем на меньшую глубину погружается в воск игла, тем выше будет коэффициент твердости. Твердость воска изменяется в зависимости от температуры, ее повышение сопровождается падением твердости воска.

От изменения реологических, адгезионных и пластических свойств воска в зависимости от температуры во многом обусловлены технологические режимы работы оборудования для его

получения, выбор материалов для изготовления оборудования и требования к условиям внешней среды.

Вязкость воска определяется его густотой, консистенцией и оказывает существенное влияние на технологию его обработки. Чем меньше вязкость воска, т.е. сопротивление расплавленного воска истечению через какое-либо отверстие, тем он легче отделяется плавлением и отжиманием из воскового сырья, быстрее профильтровывается, лучше отстаивается.

Вязкость – свойство жидкостей противостоять силе, которая вызывает их текучесть. Вязкость подразделяют на два типа – динамическую и кинематическую. В отличие от кинематической вязкости динамическая, или абсолютная вязкость, не зависит от плотности жидкости, так как она определяет внутреннее трение в жидкости. Вязкость – это свойство жидкостей и газов, хотя иногда твердые тела также описывают с помощью вязкости. Особенно это свойство присуще телам, если они подвергаются малому, но постоянному напряжению, и их форма постепенно искажается. Высокая вязкость вещества характеризуется высоким сопротивлением напряжению сдвига. Когда говорят о вязкости вещества, то обязательно указывают температуру, при которой тело имеет данный показатель. С вязкостью воска связана эффективность его отделения от воскового сырья. Вязкость воска уменьшается с повышением температуры: при 90 °С воск фильтруется в 2 раза быстрее, чем при 70 °С. При повышении температуры от 70 до 100 °С процесс ускоряется в 3–4 раза. Поэтому переработку воскового сырья в воскотопках следует проводить при температуре теплоносителя, близкой к 100 °С. В твердом агрегатном состоянии при температуре до 15–20 °С воск – хрупкое, упругопластичное тело. При дальнейшем повышении температуры нагревания его упругость снижается, а пластичность увеличивается, особенно при температуре выше 35–38 °С. При температуре на 7±2 °С ниже точки застывания начинается размягчение воска. Примерно в точке его застывания размягчение переходит в плавление. При размягчении и плавлении проявляются структурно-вязкие свойства воска. При температуре на 1,5±1 °С выше максималь-

ной температуры плавления воск ведет себя как истинно вязкая жидкость. Динамическая вязкость здесь является константой воска, зависящей только от температуры. В расплавленном состоянии воск, как и многие жидкости, состоит из неупорядоченных в пространстве молекул. В интервале застывания начинает формироваться определенная пространственная его структура. При этом в твердое состояние переходят сначала высокоплавкие компоненты воска, а затем низкоплавкие. Кроме того, его высокомолекулярные компоненты в твердом состоянии не являются типично кристаллическими, в отличие от низкомолекулярных. Поэтому вскоре после застывания из расплавленного состояния воск характеризуется своеобразной структурой, промежуточной между кристаллической и аморфной. Вязкость размягченного, а тем более твердого воска сильно возрастает, отчего кристаллизация компонентов и упорядочение его структуры замедляются, но указанные процессы происходят, причем их скорость зависит от температуры воска и содержания загрязняющих примесей.

Сотрудники Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева установили, что при увеличении температуры пчелиного воска от 65 до 85 °С значение его динамической вязкости снижается с 25,61 до 16,37 мПа · с. Минимальное значение динамической вязкости пчелиного воска достигается при температуре 85 °С и составляет 16,37 мПа · с. Давление, требуемое для сжатия воска, имеет квадратичную зависимость от температуры воска и прямо пропорционально гранулометрическому составу, поэтому пластические свойства воска усиливаются с повышением температуры и сильнее проявляются у частиц меньшего размера. Давление, необходимое для выпрессовки воска, имеет квадратичную зависимость от температуры воска и обратно пропорционально размеру его частиц. Это говорит о том, что адгезионные свойства воска с повышением температуры усиливаются независимо от гранулометрического состава, который не оказывает решающего влияния на прилипание воска.

Физические показатели воска зависят от качества воскового сырья и незначительно варьируют при разных способах его переработки и получения. Средними значениями влияния температуры воска на его физическое состояние являются следующие. При комнатной температуре пчелиный воск – это твердое тело с кристаллической, однородной, мелкозернистой структурой в изломе, при 30–35 °С наблюдается пластическое размягчение воска, при 46–47 °С нарушается структура твердого тела, при 60–69 °С начинается плавление воска. Вспенивание воска с резким увеличением его объема наблюдается при 95–105 °С вследствие испарения воды. При дальнейшем нагревании после испарения воды поверхность расплавленного воска становится спокойной и чистой. Нагревание воска до 120 °С в течение 30 мин используют для его стерилизации от возбудителей бактериальных заболеваний пчел, а также в целях повышения его качества за счет осаждения примесей, разложения эмульсии воска с водой и повышения коэффициента твердости. При 140 °С начинается отгонка легких маслянистых летучих фракций, а при 340–355 °С наступает перегонка большей части воска с частичным распадом. Испаряется и сгорает воск при 400–600 °С.

Плотность воска при 15 °С составляет от 0,960 до 0,970 кг/м^3, и он плавится при температурах между 63,5 и 64,5 °С. При сухой перегонке он превращается в маслянистую массу, которую называют восковым маслом.

Величина рефракции зависит от строения жирных кислот, входящих в состав воска. Чем больше непредельных кислот, тем выше показатель преломления. Уменьшение коэффициента рефракции, так же как уменьшение удельного веса воска, является одним из основных свидетельств его фальсификации минеральными восками (парафином, церезином).

При комнатной температуре пчелиный воск полностью нерастворим ни в одном растворителе. Нагревание до температуры начала плавления обеспечивает растворение воска в ацетоне, бензине, бензоле, ксилоле, толуоле, хлороформе, тетрахлорметане, сероуглероде и в смеси этих растворителей. При температуре кипения воск растворяется в этиловом спирте.

Эмульсии воска с водой. Воск с водой образует эмульсии при наличии эмульгатора. При добавлении к воску щелочи последняя омыляет свободные жирные кислоты и образует эмульгатор – мыло. Пчелиный воск образует с водой две формы эмульсии: I форма – вода в воске и II форма – воск в воде (рис. 2.1).

Эмульсии I формы формируются при наличии эмульгатора в виде солей жирных кислот с одновалентными металлами. Воск не изменяет своей однородной структуры. В практике эта форма эмульсии называется «влажностью» воска. Каждый 1 % эмульгированной в воске воды снижает коэффициент его твердости на 5–30 %. «Влажность» воска можно увеличить, добавляя к смеси воска с водой эмульгатор – щелочь или мыло. При 50 %-м содержании воды воск становится пастообразным. Эмульсии I формы можно разложить длительным (не менее 5 часов) отстаиванием расплавленного воска. При этом вода осаждается вместе с загрязняющими примесями на дно отстойника. Наличие пены на поверхности расплавленного воска свидетельствует о присутствии в воске воды.

Удаление воды из воска создает в производстве неуловимые потери, называемые «угаром», который в среднем составляет ≈ 0,8 % веса перерабатываемого воска.

Для предотвращения образования эмульсии I формы нельзя расплавлять воск в кипящей воде или пропусканием пара непосредственно через воск.

Разложение эмульсии I формы приводит к образованию дупел в слитках воска или на их поверхности. При затвердении расплавленного воска, которое начинается с периферии его массы, водяные пары скапливаются внутри незатвердевшего объема, и после полного охлаждения формуемого воска вода конденсируется в полостях («дуплах»), занимаемых паром. Влажность и тепло способствуют развитию в «дуплах» плесневых грибков. Вокруг дупел образуется слой неуспевшей разложиться эмульсии воска, который имеет более светлый цвет и крупитчатую структуру. Это ухудшает потребительские свойства и товарный вид воска. Поэтому рекомендуют формовать воск в слитки не более 12 кг и толщиной до 3 см.

Эмульсию I формы используют для получения полотерной мастики: воск кипятят в воде со щелочью, добавляя немного краски и скипидара.

Эмульсия II формы образуется от эмульгаторов с 2-валентными металлами (Ca, Mg). Воск приобретает неоднородную структуру в виде крупитчатой массы. Чаще эмульсия II формы собирается на нижней поверхности восковых кругов как отстой сероватого цвета.

Причиной образования эмульсии II формы является кипячение в жесткой воде или разваривание суши, которая загрязнена пергой, медом, личинками пчел и прочими компонентами пчелиного гнезда.

Эмульсию II формы можно разложить путем перетопки и отстаивания.

Обращение эмульсии (эмульсия I формы + $CaCl_2$ → эмульсия II формы; эмульсия II формы + KOH → эмульсия I формы) – это переход эмульсии одной формы в другую при определенных условиях.

Воск – стойкий, легкосохраняемый продукт. Температура, влажность воздуха, кислород, свет практически не оказывают влияния на качество воска: при хранении он подсыхает и не увлажняется.

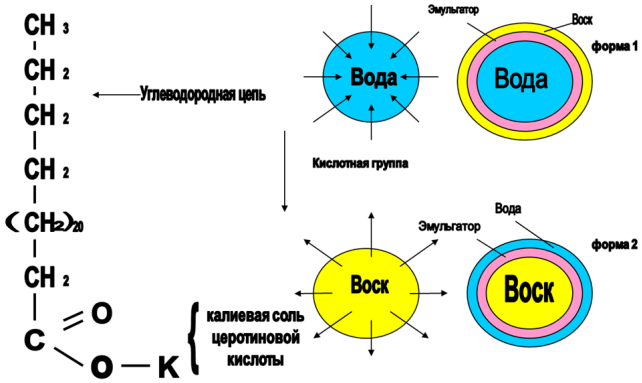

Рис. 2.1. Схема формирования восковой эмульсии (по Темнову В. А., 1967)

§ 2.5. Технические требования к качеству воска

Показатели качества воска

Качество и безопасность воска регламентировано нормативными документами: ГОСТ 21179-2000 «Воск пчелиный. Технические условия» и СанПиН 2.3.2.1078-01.

В зависимости от технологии переработки воскового сырья пчелиный воск подразделяют в соответствии с ГОСТом на:

– пасечный, получаемый на пасеках перетапливанием сотов, крышечек ячеек, восковых обрезков;

– производственный, получаемый на воскозаводах при переработке пасечных вытопок.

По органолептическим и физико-химическим характеристикам пчелиный воск должен соответствовать определенным требованиям (табл. 2.2), не должен иметь слоя грязи и эмульсии на нижней поверхности слитка или куска и должен иметь ветеринарное свидетельство, подтверждающее благополучие места выхода продукции.

Единица измерения кислотного числа, числа омыления, эфирного числа – это количество миллиграммов гидроокиси калия, необходимое для нейтрализации кислот, содержащихся в 1 г воска.

Кислотное число воска отражает количество свободных жирных кислот, содержащихся в воске, и выражается количеством миллиграммов щелочи (КОН), необходимым для их нейтрализации в 1 г воска.

Эфирное число отражает количество сложных эфиров в составе воска и показывает количество КОН, необходимое для омыления сложных эфиров и нейтрализации выделившихся при этом свободных жирных кислот в 1 г воска. Эфирное число зависит только от содержания связанных кислот в воске.

Число омыления представляет сумму чисел кислотного и эфирного и определяется суммой свободных и связанных кислот, содержащихся в воске.

Йодное число отражает количество непредельных кислот олеинового ряда и других непредельных веществ воска. Йодное

число выражают в граммах йода, связанного непредельными веществами, содержащимися в 100 г воска. Присоединение йода идет по месту двойных связей, имеющихся в ненасыщенных жирных кислотах. Чем выше йодное число, тем менее твердую консистенцию имеет испытываемый образец, тем легче он окисляется.

Составные части воска, которые не способны взаимодействовать с КОН, – это неомыляемые вещества, представленные спиртами, предельными углеводами, красящими и прочими веществами.

Таблица 2.2

Требования к воску по органолептическим и физико-химическим показателям (ГОСТ 21179-2000)

Наименование показателя	Характеристика и норма для воска	
	пасечного	производственного
1	2	3
Цвет	Белый, светло-желтый, желтый, темно-желтый, серый	Не темнее светло-коричневого
Запах	Естественный, восковой	Специфический
Структура в изломе	Однородная, мелкозернистая	
Массовая доля воды,%, не более	0,5	1,5
Массовая доля механических примесей,%, не более	0,3	
Глубина проникания иглы при 20 °С, мм: определенная на пенетрометре определенная на приборе Вика ОГЦ-1	 До 6,5 До 6,5	 6,6–9,0 6,6–12,0
Наличие фальсифицирующих примесей	Не допускается	
Плотность при 20 °С воды, г/см	0,95–0,97	
Показатель преломления при 75 °С	1,441–1,443	1,441–1,444
Температура плавления (каплепадения), °С	63,0–66,0	63,0–69,0
Кислотное число	16,0–20,0	17,0–21,0
Число омыления	85,0–101,0	

Окончание табл. 2.2

1	2	3
Эфирное число	67,0–84,0	71,0–83,0
Йодное число, г йода в 100 г воска	7,0–15,0	9,0–20,0
Отношение эфирного числа к кислотному числу	3,5–4,7	3,3–4,5

Примечания: 1. Допускается в изломе неоднородность цвета в пределах установленных характеристик. 2. Качество воска по показателю «глубина проникания иглы» определяют на одном из указанных приборов.

При фальсификации пчелиного воска парафином, церезином и другими суррогатами количество неомыляемых веществ повышается, а кислотное, эфирное и число омыления понижаются.

Цвет и запах воска обусловлены содержанием в нем незначительных количеств красящих и ароматических веществ и зависят от нескольких факторов. Воск, выделяемый пчелами, может быть бесцветным или окрашен в желтые или зеленоватые тона. Окраска воска может определяться окраской тех субстратов, с которыми воск контактирует в гнезде пчел, – это прополис, пыльцевая обножка и перга, мед. Желто-коричневые оттенки воску придают прополисные смолы, оранжевые – экстрагируемые компоненты пыльцевых зерен. Иногда воск имеет запах тех видов растений, которые преобладают в медоносной флоре данной местности, или запах прополиса.

Значительное влияние на цвет и запах получаемого человеком воска оказывают способ переработки и качество воскового сырья.

Воск должен быть упакован в мешки, зашитые шпагатом, по обеим сторонам оставляют «ушки» для переноски или в ящики.

Приемка воска осуществляется партиями. Партия – любое количество воска, оформленное одним документом о качестве, где указано: наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак, наименование продукции, номер документа о качестве, номер партии, количество мест в партии, масса брутто и нетто партии, данные результатов испытаний, обозначение стандарта, требованиям которого воск соответствует.

При проверке качества воска по органолептическим показателям (цвет, запах, структура в изломе) оценивают каждый слиток воска, взятого из отобранных упаковочных единиц.

Качество воска по физико-химическим показателям проверяют по требованию потребителя. Наличие фальсификатов определяют при подозрении фальсификации воска минеральными восками.

Требования для воска, получаемого методом экстракции, изложены в ГОСТ 31923-2012 (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Требования к экстракционному воску по органолептическим и физико-химическим показателям

Наименование показателя	Характеристика и норма для воска
Цвет в изломе	Неоднородный, коричневый с желтым оттенком
Структура в изломе	Однородная, зернистая
Запах	Восковой с наличием следов бензина
Массовая доля воды,%, не более	3,0
Массовая доля механических примесей,%, не более	0,2
Глубина проникновения иглы при 20 °С, мм*: определенная на пенетрометре при нагрузке 50 г, не более определенная на приборе Вика с нагрузкой 500 г	 5,0 13–30
Показатель преломления при 75 °С	1,445–1,447
Температура каплепадения (плавления)	64–76
Йодное число, г йода в 100 г воска	21,0–33,0
Фальсифицирующие примеси	Не допускаются

*Качество воска определяют на одном из указанных приборов.

Вторичное восковое сырье, получаемое на пасеке в качестве отхода при переработке первичного воскового сырья, характеризуется своей восковитостью и должно содержать не менее 36% воска (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Требования к вытопкам пасечным по органолептическим и физико-химическим показателям

Показатели	Характеристика и требования
Цвет	От светло-коричневого до темно-коричневого
Структура	Рассыпчатая, комковатая с комочками, сохранившими форму ячеек. Допускаются комки размерами не более 75 мм
Наличие восковой моли	Не допускается
Восковитость,% к безводному веществу, не менее	36
Содержание механических примесей,%, не более	1

Примечание. Под механическими примесями подразумевают кусочки камня, дерева, обрывки веревок и т.д.

Восковое сырье, воск, воскопродукция (вощина) не включены в перечень продукции пчеловодства, подтверждение которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии. Их соответствие подтверждают в форме добровольной сертификации, при этом все параметры требований должны соответствовать действующим стандартам.

Безопасность воска

Определение остатков пестицидов в пчелином воске не является обязательным, поэтому нет никаких ограничений их остатка.

В пчелином воске, в отличие от меда, вероятность накопления остаточных количеств лекарственных средств ограничена его физико-химическими свойствами и особенностями как гидрофобного вещества с высоким коэффициентом поверхностного натяжения. Проще всего в нем могут оказаться и наиболее часто обнаруживаются остаточные количества главным образом жирорастворимых лекарственных веществ, в частности амитраз, бромпропилат, кумафос, флуметрин, тимол, флувалинат. Продукты распада амитраза редко выявляются в меде, в то время как в пчелином воске обнаруживается сам амитраз или его метаболиты.

Большинство синтетических акарицидов липофильны и поэтому накапливаются в пчелином воске. Эти химические вещества устойчивы к температуре плавления воска, поэтому некоторые из них могут накапливаться в течение многих лет. Например, кумафос обнаруживался в пчелином воске в течение 5 лет с предполагаемым периодом полураспада 115–346 дней. В пчелином воске накопление кумафоса определялось не только в ульях, где он использовался, но и в соседних ульях, в которых кумафос не использовался.

Исследование 178 образцов пчелиного воска, собранных с 2013 по 2015 г. в Италии, на наличие 247 пестицидов показало, что 73,6 % анализируемых образцов характеризовались наличием одного или нескольких пестицидов. В среднем каждый отдельный образец содержал максимум четырнадцать соединений, некоторые из которых были запрещены в Европе или не разрешены в Италии. Наиболее часто выявлялись три акарицида: кумафос (60,7 % проб), флувалинат (50 %) и хлорфенвинфос (35,4 %). Самые высокие концентрации были связаны с пиретринами.

В пробах израильского пчелиного воска часто обнаруживались метаболиты амитраза и кумафоса. Неоникотиноидные инсектициды и 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (липофобные пестициды) в образцах не обнаруживались. В израильском пчелином воске встречались свинец и молибден.

В пчелином воске, полученном на 45 пасеках Испании, выявляли высокие уровни пестицидов, используемых в пчеловодстве, таких как кумафос, хлорфенвинфос, флувалинат и акринатрин, которые были обнаружены более чем в 75 % проб (133 образцов). Пчелиный воск показал самые высокие средние оценки опасности (коэффициент опасности > 5000) для медоносных пчел.

Изучение 30 ксенобиотиков, обычно используемых в Уругвае, в переработанном пчелином воске и в восковых крышечках (забрус) из основных районов пчеловодства Уругвая, показало наличие 3 или 4 ксенобиотиков: инсектициды (хлорпирифос-этил и тиаклоприд), фунгициды (азоксистробин и тебуконазол) и ветеринарные препараты для пчеловодства (кумафос, этион и флувалинат).

Нельзя исключить возможность контаминации воска веществами, применяющимися в семьях медоносных пчел путем длительного скармливания с сахарным сиропом, в целях контроля за возникновением и распространением высокоопасных болезней – американского и европейского гнильцов, нозематоза. Это преимущественно антибиотики: тетрациклин, окситетрациклин, хлортетрациклин, эритромицин, хлорамфеникол, сульфаниламидные препараты, которые с высокой долей вероятности находятся в кормовых запасах семей пчел в периоды отсутствия медосбора или зимовки. Большинство этих антибиотиков не рекомендованы для применения в пчеловодстве, но отсутствие должного контроля за пасеками со стороны ветеринарных специалистов позволяет недобросовестным пчеловодам применять любые средства, способные, по их мнению, решить проблемы борьбы с болезнями пчел. Пчелиный воск на пасеках регулярно перетапливается для обмена на вощину или для внутрихозяйственного повторного использования, что приводит к накоплению и повышению концентрации остатков инородных химических субстанций. Вследствие международного товарообмена воск может быть привезен из тех стран, где антибиотики, не разрешенные к применению в Российской Федерации, широко используются в пчеловодстве или в сельском хозяйстве, что влечет за собой его химическую контаминацию этими веществами.

Особого внимания требует тот факт, что остатки сторонних химических компонентов могут вызывать генетические мутации и клеточные деградации, постоянное присутствие антибиотиков может снижать устойчивость к различным болезнетворным микроорганизмам. В мировой ветеринарной практике для лечения болезней пчелиного расплода наиболее эффективными показали себя антибиотики из группы тетрациклинов: тетрациклин (ауреомицин, биомицин), хлортетрациклин, окситетрациклин (террамицин), а также хлорамфеникол, и обнаружение их в воске стало актуальной в настоящее время задачей. Сотрудниками ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии отработаны рабочие режимы методики определения остаточных количеств окситетрациклина в воске с помощью анализатора «Чарм-2». Получены

экспериментальные данные, свидетельствующие о пригодности и перспективности метода для широкого практического использования в системе контроля безопасности пчелиного воска. Чувствительность методики на антибиотик окситетрациклин составляет 20 мкг/кг с достоверностью 95%.

§ 2.6. Применение пчелиного воска

Использование воска в пчеловодстве

Подавляющая часть получаемого воска применяется в пчеловодной отрасли для изготовления вощины. Вощина – это средостение сота, изготовленное человеком из пчелиного воска.

На вощину, предназначенную для использования в пчеловодстве и представляющую собой восковой лист, на обеих сторонах которого имеются оттиски, подобные основаниям пчелиных ячеек, разработан Межгосударственный стандарт ГОСТ 21180-2012 «Вощина. Технические условия», введенный в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2013 г.

Вощина должна изготовляться из восковой композиции, приготовленной на основе пасечного воска с добавлением до 10% производственного воска по ГОСТ 21179.

Оборудование, используемое для изготовления вощины, должно быть сделано из материалов, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами.

Качество вощины должно соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 21180-2012 (табл. 2.5).

Вощину транспортируют всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах с соблюдением санитарных правил и предохранением от атмосферных осадков при температуре не ниже 0 °С и не выше 30 °С.

Вощину хранят в пачках или коробках слоями высотой не более 60 см на стеллажах или в контейнерах и ящиках в помещениях без постороннего запаха при температуре не ниже –30 °С и не выше 30 °С. Не допускается при минусовых температурах пачки, коробки и ящики с вощиной переставлять с одного места на

другое. Рекомендуемый срок хранения вощины при соблюдении условий хранения и транспортирования – 2 года.

Вощину упаковывают в пачки массой 1, 2,5 и 5 кг. Допускаемые отклонения массы нетто пачки составляют ±0,3 %. Пачки обертывают оберточной бумагой или упаковывают в коробки из картона, на каждую пачку или коробку наклеивают ярлык с указанием наименования предприятия-изготовителя, состава продукта, наименования продукта, срока и условий хранения, массы нетто, количества листов в упаковке (по желанию изготовителя), даты упаковывания, товарного знака изготовителя (при наличии), наименования и местонахождения (адрес, включая страну) изготовителя, упаковщика и обозначения настоящего стандарта. Пачки или коробки с вощиной помещают в контейнеры или ящики.

Партией считают любое количество вощины одного размера листа, оформленное одним документом о качестве.

Таблица 2.5

Требования к вощине по показателям, характеризующим ее качество

Наименование показателя	Требования и норма
1	2
Цвет	От белого и светло-желтого до желтого
Запах	Естественный, восковой
Равномерность толщины ромбиков оснований ячеек	Освещенность всех ромбиков оснований ячеек на просвет должна быть одинаковой
Механические повреждения	Не допускается наличие отверстий, вмятин, пробоин в донышках ячеек, а также рваных краев листа
Наличие влаги на поверхности листа	Не допускается
Форма листа	Прямоугольная
Размер листа, мм: на рамку 435×300 мм длина ширина на рамку 435×230 мм длина ширина	 400±2,0 260±2,0 400±2,0 207±2,0

Окончание табл. 2.5

1	2
Форма основания ячейки	Шестиугольник
Размер между сторонами ячейки, мм	По каждому направлению измерения 5,40±0,05
Число листов в 1 кг вощины, шт.:	
на рамку 435×300 мм	14–16
на рамку 435×230 мм	19–21
Разрывная длина, м, не менее	38
Наличие гнильцовых заболеваний	Не допускается

Примечания: 1. Допускается на листах вощины появление серого налета, который удаляется при легком прогревании.

2. Допускается по согласованию изготовителя с потребителем изготовлять вощину на рамку размером 435×300 мм с числом листов в 1 кг 11–13 шт., на рамку 435×230 мм – 15–18 шт.

3. Допускается по согласованию изготовителя с потребителем изготовлять вощину с ячейками укрупненных размеров (до 5,60 мм для пчел среднерусской породы районов Сибири).

Размер ячейки устанавливают по расстоянию между параллельными гранями шестиугольника. Общее расстояние между параллельными сторонами двадцати последовательно расположенных ячеек, находящихся приблизительно в середине листа, измеряют линейкой с погрешностью не более 0,5 мм. Результат измерения делят на 20. Измерение ячеек проводят в трех направлениях (рис. 2.2). За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов измерений трех листов по расстоянию между параллельными гранями шестиугольника.

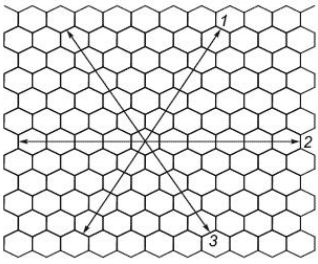

Рис. 2.2. Измерение ячеек в трех направлениях (ГОСТ 21180-2012)

Механическую прочность искусственной вощины определяют разрывной машиной, применяемой также для исследования механической прочности ниток, бумаги и других материалов. Прочность вощины выражают разрывной длиной,

под которой подразумевают такую длину полоски искусственной вощины шириной 5 см, при которой она, будучи подвешенной за один конец, оборвется в этом месте под тяжестью собственной массы. При разрывной длине свыше 50 м качество вощины считается отличным, при 40–50 – хорошим, при 30–40 – низким и ниже 30 м вощина бракуется. Искусственная вощина низкого качества по прочности пригодна для наващивания магазинных или секционных рамок.

Использование воска в медицине и промышленности

В настоящее время в качестве сырья воск используют около 40 отраслей промышленности. Он широко применяется в литейном деле, электротехнике, на железнодорожном транспорте, в текстильной, парфюмерной, авиационной, автомобильной, фармацевтической, полиграфической, лакокрасочной и многих других отраслях промышленности. Воск, в частности, входит в состав лыжной мази, мастики для прививки деревьев, сургуча, цемента для склеивания мрамора и гипса, карандашей для рисования на стекле и пр.

Пчелиный воск занимает большое место в медицине. Пчелиный воск – это современные основы для мягких лекарственных форм – суппозиториев, мазей, кремов, медицинских карандашей, пластырей и лечебных свечей. Субстанции, растворенные или закапсулированные в воск, медленно высвобождаются, и это свойство используют во многих лекарственных препаратах.

На основе воска изготавливаются различные пластыри (липкий, ртутный, мыльный), мази (восковая, спермацетовая, свинцовая, цинковая и др.). Он служит основой для многих фармацевтических препаратов. Противовоспалительные, антимикробные свойства воска, которые обусловлены, вероятно, включениями прополиса и других минорных ингредиентов, эффективно используются при лечении заболеваний верхних дыхательных путей воспалительного характера. С этой целью рекомендуется длительно жевать соты и сотовый мед. При этом в организм попадают не только собственно мед, но и многие ценные компоненты воска (в частности, витамин А), а также пыльцы, перги и про-

полиса. Именно поэтому лечебный эффект сотового меда весьма высок. Целебным действием обладает не только сотовый мед, но и соты, освобожденные от меда. Жевание воска улучшает обмен веществ, вызывает сильное слюноотделение и, как следствие, повышает секреторную и моторную функцию желудка, хорошо очищает органы дыхания. Зубы при этом очищаются от налетов, укрепляются десны, исцеляется слизистая ротовой полости, излечивается насморк.

Поскольку в воске содержится каротин и витамин А, его применяют при лечении некоторых кожных болезней, стоматита, гингивита, глоссита, ангины.

Считается, что воск особенно эффективен при лечении ушибов, воспалений и ожогов. В последнее время интерес исследователей переместился даже на антимикробные свойства пчелиного воска, хотя до сих пор в литературе мало исследований, посвященных только действию пчелиного воска. Немногочисленные исследования показали антимикробную эффективность пчелиного воска против *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Candida albicans* и *Aspergillus niger*. Эти ингибирующие эффекты усиливаются синергически с другими натуральными продуктами, такими как мед или оливковое масло.

Воск используют в пищевой промышленности. Например, производят витаминизированные конфеты, в состав которых входит пчелиный воск и мед. Жевание таких конфет способствует укреплению десен и зубов, усиливает отделение слюны и желудочного сока, нормализует пищеварение. Конфетные фабрики выпускают медовую карамель. Эти конфеты представляют собой медовые ячеи, сохраняющие в естественном виде небольшое количество меда, покрытые тремя тонкими слоями высококачественного пчелиного воска, и могут сохраняться длительное время, не теряя вкусовых качеств. В начинку медово-восковой конфеты добавляют 0,5 мг витамина А, 1 мг витамина B_1, 1 мг витамина B_2, 25 мг витамина С и 20 мг рутина. Жевание медово-восковой витаминизированной конфеты вызывает сильное слюноотделение, которое повышает секреторную и моторную функции желудка.

Широкое применение воск нашел в косметике. Он входит в состав питательных, вяжущих, очищающих, отбеливающих кремов, масок для лица, многих косметических препаратов, является отличной сгущающей основой для помад и т. п.

Разработана технология получения экстракта из пчелиного воска. В качестве растворителя использовался петролейный эфир. Извлеченное из пчелиного воска душистое вещество – эфирное масло – является ценным продуктом для парфюмерной промышленности и может быть использовано для производства высококачественных духов. Душистое эфирное масло из воска по своим качествам не уступает дорогостоящим розовому и жасминному маслам, а по стоимости значительно дешевле их. Из тонны пчелиного воска получают более 5 кг масла, а оставшийся после переработки воск не теряет своих многочисленных промышленных качеств.

Новая стратегия основана на микроволновой технологии экстракции и очистки поликозанолов из пчелиного воска. Поликозанолы представляют собой смесь длинноцепочечных первичных алифатических спиртов, главным образом известных своей способностью снижать уровень холестерина. Благодаря этому свойству наблюдается возрастающий интерес к процессу СВЧ-экстракции этих соединений из пчелиного воска, который предполагается использовать в фармацевтических препаратах и нутрицевтиках, для кормовых и ветеринарных добавок.

Воски зарегистрированы в качестве пищевых добавок Е901–Е903.

§ 2.7. Фальсификация пчелиного воска

До настоящего времени никому не удалось синтезировать воск, который по своим свойствам приближался бы к натуральному пчелиному, и вряд ли удастся из-за сложности его состава.

Фальсификация – это подмешивание к пчелиному воску каких-либо веществ и продажа фальсификата под видом натурального пчелиного воска.

При фальсификации воска к нему могут быть подмешаны вещества, соединяющиеся или перемешивающиеся с ним меха-

нически (мел, гипс, глина, крахмал, костная мука и проч.) или образующие с воском однородные, трудноразделимые сплавы (парафин, церезин, стеарин, озокерит).

Минеральные воски (парафин, церезин) по своему химическому составу резко отличаются от воска пчелиного. Они состоят из предельных углеводородов. Свободных жирных кислот или сложных эфиров минеральные воски вовсе не содержат. Поэтому в отличие от пчелиного воска они не поддаются омылению спиртовым раствором едкого калия, при кипячении с которым остаются неизмененными. На этом основана реакция идентификации примеси минеральных восков к воску пчелиному.

Плотность парафина и церезина ниже плотности воска (0,88–0,93). Температура плавления церезина одинакова или выше воска (65–80 °С), у парафина она ниже или одинакова с воском пчелиным (45–70 °С).

Из-за примеси к воску церезина или парафина числа его омыления, кислотное и эфирное резко снижаются. Одновременно увеличивается содержание углеводородов.

Минеральные воски, как и воск пчелиный, легкорастворимы в бензине, серном эфире, толуоле, хлороформе и других растворителях. Они нерастворимы в воде и этиловом спирте. С воском образуют однородные, неразделимые сплавы в любых процентных соотношениях.

Парафин добывают из масляных отходов парафинистой нефти как продукт ее добычи и переработки. Церезин получают из озокерита, отходов производства минеральных масел и синтетически. В зависимости от степени очистки церезин окрашен в темно-желтые, оранжевые и коричневые тона, парафин бесцветен или грязно-желтого цвета. Оба продукта могут иметь запах и привкус керосина.

По физическим свойствам парафин близок церезину, отличается от него и пчелиного воска тем, что при потирании парафина пальцами получается ощущение жирности. Кроме того, парафин имеет вид стекловидной массы. Сплавы воска пчелиного с парафином имеют вогнутую поверхность, в краях более прозрачные.

По внешнему виду церезин почти аморфный, парафин же характеризуется мелкокристаллической структурой.

Церезин по своим физическим свойствам стоит ближе к воску пчелиному, Неопытному эксперту бывает трудно отличить церезин от натурального воска, не говоря уже о сплавах воска с церезином.

Для определения фальсифицирующих примесей используют органолептические показатели. Натуральный воск не липнет к зубам, не должен отдавать запахом бензина, керосина. При разминании воск не липнет к пальцам, нежирный на ощупь, быстро становится пластичным. Два шарика натурального воска легко соединяются. Стружка от царапания гвоздем по поверхности воска – спиралевидная.

При добавлении парафина шарик воска быстро становится полированным, два шарика очень трудно соединить, стружка крошится.

Однако органолептические показатели не всегда позволяют выявить фальсификацию. Окончательно ее устанавливают лабораторными исследованиями. В первую очередь образцы подвергают проверке на способность флуоресцировать в потоке ультрафиолетовых лучей. Флуоресценция – это явление поглощения и отдачи энергии. Есть вещества, способные поглощать энергию коротких ультрафиолетовых волн и, преобразовывая их, отражать в виде длинных волн, видимых для глаза человека как свечение. При прохождении ультрафиолетовых лучей через фальсификаты воска с парафином видно голубоватое свечение, воск с примесью церезина дает белесое свечение. Но при внесении небольших количеств добавок для фальсификации воска они мало флуоресцируют и их трудно уловить. Поэтому при подозрении на присутствие фальсифицирующих добавок в воске лучше использовать качественную реакцию со спиртовым раствором щелочи (реакция Бюхнера).

При взаимодействии воска со спиртовым раствором калиевой щелочи при нагревании все компоненты воска растворяются полностью, а примесь парафина или церезина не взаимодействует со спиртовым раствором щелочи. Парафин или церезин плавятся,

всплывают в виде мелких шариков и собираются в виде кольца на поверхности раствора. Количество и размер шариков указывают на степень фальсификации воска этими веществами, а сама реакция в 90–95 % случаев выявляет фальсификацию воска парафином или церезином.

Для определения фальсифицированного воска используют следующие химические реакции.

Для определения **примесей парафина и церезина** используют реакцию со спиртовым раствором едкого кали. В химическую пробирку кладут шесть таблеток едкого кали, доливают 5 мл этилового спирта-ректификата, добавляют 0,5–1 г воска (1–2 горошины). Доводят до кипения над пламенем спиртовки или на электроплитке, кипятят в течение 2–3 мин. При наличии парафина или церезина в растворе образуются мелкие шарики, которые после охлаждения собираются на поверхности в виде кольца. Обращаться со спиртовым раствором едкого кали следует осторожно; отверстие пробирки при нагревании нельзя направлять в сторону человека.

Внесение фальсифицирующих примесей в воск при изготовлении вощины, а также продажа фальсификатов под видом натурального пчелиного воска делает его непригодным для использования в медицине, фармацевтической промышленности, а также в ряде отраслей промышленности, где присутствие минеральных восков в воске пчелином недопустимо.

Определение примеси канифоли. В пробирку наливают 5–10 мл спирта, разведенного водой в соотношении 1:2, и добавляют кусочек (1–2 г) воска, кипятят несколько минут, после чего смесь сливают в другую пробирку и разбавляют равным количеством воды. При наличии смол (канифоли) образуется белая муть.

Определение примеси животного жира и стеарина. В колбочку наливают 10 мл насыщенного раствора буры, добавляют туда 2 г воска, после чего кипятят в течение одной минуты и охлаждают. Если появляется помутнение молочного цвета, то воск содержит животный жир (сало) или стеарин. Легкое помутнение и всплывание воска на поверхность указывает на отсутствие в нем этих примесей.

Для *определения примеси стеарина* берут образец воска (0,5–1 г) в виде тонких стружек и слегка нагревают с 5 мл известковой воды. Готовят известковую воду путем растворения гашеной извести в дистиллированной воде: известь разбавляют в воде и дают отстояться: прозрачная жидкость сверху и есть известковая вода. При наличии стеарина вода мутнеет. Чистый воск мути не дает.

Химические примеси минеральных восков (парафин, церезин, стеарин, озокерит) не поддаются омылению алкогольным раствором КОН, при кипячении с которым остаются неизменными. На этом основана реакция открытия примеси минеральных восков.

Если к пчелиному воску подмешан парафин или церезин, то кислотное, эфирное и число омыления уменьшаются. Если к пчелиному воску добавлен стеарин или канифоль, то кислотное число резко увеличивается, эфирное число не изменяется.

Для определения фальсифицированного воска используют следующие физические способы.

Пчелиный воск и большинство продуктов, применяемых для его фальсификации, существенно различаются по химическому составу и поэтому обладают различными физическими и органолептическими характеристиками. Например, примесь церезина придает поверхности слитка муаровый рисунок (пятна, разводы), особенно заметный на темных образцах. Церезин и в еще большей мере парафин увеличивает усадку слитка при его застывании, отчего поверхность становится вогнутой.

Стружка, получаемая царапаньем слитка острым концом твердого предмета (например, ножом), в случае примеси к воску церезина, парафина и особенно канифоли крошится, а у натурального воска она завивается в длинную спираль.

Натуральный воск в изломе имеет однородную мелкозернистую структуру, срез ножом – матовый, след остается только на режущей кромке ножа. При добавлении к воску парафина в изломе заметны отдельные кристаллы, срез ножом гладкий и блестящий.

Все минеральные воски имеют меньший удельный вес, чем пчелиный воск. Поэтому в смеси спирта с водой удельным весом

0,95 при 20 °С натуральный воск будет тонуть, а с примесью минерального воска (до 10 %) – плавать на поверхности.

Вопросы и тесты для самопроверки к главе 2

Ответьте на вопросы

1. Какие вещества входят в состав воска?
2. Охарактеризуйте важнейшие физические свойства натурального воска.
3. Какими методами производится определение натуральности воска?
4. Что такое эмульгирование воска, почему оно нежелательно и как можно это явление предотвратить?
5. Какие вам известны сорта воска?
6. Как влияет влажность и твердость воска на качество изготовленной из него вощины?
7. Методы определения влажности и твердости воска.
8. Как удалить серый налет, появляющийся на воске или вощине?
9. Почему нельзя использовать для переработки воска металлическую нелуженую посуду?
10. Как очистить воск от механических примесей?
11. Какие вы знаете виды воскового сырья, правила его хранения?
12. Как определить влажность и восковитость воска?
13. Основные способы пасечной переработки воскового сырья.
14. Как изготавливается вощина?
15. Методы определения качества вощины.

Выберите правильный ответ

1. Вещества, содержащиеся в пчелином воске в большем количестве:

а) свободные жирные кислоты;

б) сложные эфиры;

в) углеводороды.

2. Показатель, по которому оценивают содержание в воске свободных жирных кислот:

а) йодное число;

б) число омыления;

в) кислотное число;

г) эфирное число.

3. Температура, при которой воск плавится:

а) 50 °С;

б) 60 °С;

в) 65 °С.

4. Температура, при которой воск закипает и горит:

а) 100 °С;

б) 200 °С;

в) 300 °С.

5. Воск можно растворить в:

а) любом полярном растворителе;

б) любом неполярном растворителе;

в) спирте;

г) воде.

6. Первичное восковое сырье – это:

а) воск и срезки вощины;

б) соты и вощина;

в) соты и восковые языки.

7. Вторичное восковое сырье – это:

а) соты;

б) вощина;

в) мерва;

г) восковые языки.

8. Восковыделительную деятельность пчелиной семьи можно повысить, если:

а) расширить гнезда сушью;

б) расширить гнезда вощиной;

в) не расширять гнезда;

г) любить и кормить пчел.

9. В Сибири в пчелиной семье повышается восковыделительная деятельность:

а) весной в период медосбора;

б) летом в период медосбора;
в) осенью в период медосбора;
г) весной при поддерживающем медосборе;
д) летом при поддерживающем медосборе.

10. Пчелиная семья повышает восковыделительную активность:
а) в период главного медосбора;
б) когда есть поддерживающий медосбор;
в) когда разрушено гнездо;
г) когда в семье много молодых ульевых пчел;
д) когда мы заботимся о пчелах и любим их.

11. Пополнять запас сотов на пасеке следует таким образом:
а) аккуратно обращаться с сотами, не мять и не ломать их;
б) использовать для расширения гнезд только вощину;
в) использовать строительную энергию молодых пчел;
г) использовать строительную энергию роев;
д) как можно дольше сохранять и использовать отстроенные соты.

12. Браковку сотов на пасеке в Сибири проводят:
а) зимой и весной;
б) весной и летом;
в) летом и осенью;
г) осенью и зимой;
д) весной и осенью.

13. У рабочих пчел максимально развиты восковыделительные железы:
а) в 3–5-дневном возрасте;
б) в 13–15-дневном возрасте;
в) в 23–25-дневном возрасте.

14. При переработке одной гнездовой рамки суши можно получить воска:
а) 50–100 г;
б) 100–120 г;
в) 120–140 г;
г) 140–160 г.

15. В пасечной мерве может содержаться воска:
а) 5–10 г\100 г мервы;

б) 10–20 г\100 г мервы;
в) 20–30 г\100 г мервы;
г) 30–40 г\100 г мервы.

16. На солнечной воскотопке перерабатывают восковое сырье:
а) любое, которое помещается в солнечную воскотопку;
б) все сырье, которое получают на пасеке;
в) сырье с высокой восковитостью;
г) сырье с низкой восковитостью.

17. На пасеке используют методы переработки воскового сырья:
а) все известные;
б) методы прессования и вытапливания;
в) методы прессования и экстрагирования.

18. Физические характеристики воска зависят от:
а) породы пчел, которые вырабатывают воск;
б) качества воскового сырья;
в) способа получения воска;
г) того, как вы содержите пчел.

19. Образование эмульсии «вода в воске» происходит при:
а) добавлении к смеси воска с водой щелочи или мыла;
б) кипячении воска или разваривании воскового сырья в жесткой воде;
в) длительном нагревании воска в воде.

20. Образование эмульсии «воск с водой» происходит при:
а) добавлении к смеси воска с водой щелочи или мыла;
б) кипячении воска или разваривании суши в «жесткой воде»;
в) длительном нагревании воска.

Ответы: 1 – б, 2 – в, 3 – в, 4 – в, 5 – б, 6 – в, 7 – в, 8 – б, 9 – д, 10 – в, 11 – г, 12 – б, 13 – б, 14 – в, 15 – г, 16 – в, 17 – б, 18 – б, 19 – а, 20 – б.

Глава 3. ПРОПОЛИС

§ 3.1. Биологические основы получения прополиса

Термин «прополис» использовался авторами в Древней Греции: pro (для, перед, например, при входе в) и polis (город или община); вещество, предназначенное для или с целью защиты улья. Прополис, или пчелиный клей, медоносные пчелы используют для заделки щелей в улье, для сокращения летков. Полируют им неровности и закрепляют части гнезда, применяют для полировки и дезинфекции ячеек сотов перед откладкой в них яиц маткой. Прополис служит для пчел материалом, которым они бальзамируют трупы животных и насекомых, проникших в гнездо. В общем, прополис является утепляющим и дезинфицирующим, антисептическим материалом для пчелиной семьи. Использование прополиса в улье является важным компонентом социального иммунитета медоносных пчел и дает им ряд положительных физиологических преимуществ. Польза, которую получают пчелы от смолистых выделений растений, в основном объясняется их антимикробными свойствами.

Большая часть современной литературы, касающейся прополиса, была сосредоточена на химических компонентах и биологической активности, а также на ботаническом происхождении смолистых веществ, из которых пчелы создают прополис.

Хотя имеются многочисленные исследования по регулированию кормового поведения пчелиных семей как на индивидуальном, так и на уровне колонии, поведение фуражиров при сборе прополиса недостаточно изучено. Похоже, что в семье есть пчелы, которые специализируются на сборе смолистых растительных выделений, однако факторы, которые используют пчелы-сборщицы прополиса для стимулирования их деятельности, практически неизвестны. Одна из ведущих гипотез состоит в том, что летучие соединения смолистых растительных выделений играют большую роль в их поиске.

Механизм сбора прополиса пчелами подробно был описан Менером в 1956 г. С помощью антенн пчела отыскивает на расте-

ниях, в основном на древесных, места, где выделяются смолистые вещества, захватывает их челюстями и вытягивает в виде нити до тех пор, пока нить не порвется. Затем коготками ножек пчела снимает комочек смолы с челюстей и помещает его в корзиночки. Во время сбора пчела смешивает смолистые вещества с секретом верхнечелюстных желез. Сбор смолистых веществ продолжается долго, и очень часто пчела-сборщица прерывает его, чтобы вернуться в улей для пополнения медового зобика кормом. В улье пчела чаще всего освобождается от прополиса не сама, а с помощью ульевых пчел.

Смолистые выделения растений собирают летные пчелы. Сбор основной массы прополиса в средней полосе России происходит с 10 до 15 ч 30 мин, так как в другое время суток поверхности, с которых пчелы получают смолистые вещества, бывают слишком твердыми, хрупкими и, вероятно, недоступными для массового сбора.

Используют смолистые выделения растений ульевые пчелы, которые выполняют и строительные работы в гнезде, добавляя к ним воск. Использование прополиса для заделки щелей пчелы начинают после 16 часов. Это связано, вероятно, с консистенцией пчелиного клея, которая меняется в зависимости от температуры.

В 1907 г. немецкие ученые Кюстенмахер и Филипс на основании своих исследований высказали предположение, что прополис образуется в желудке пчелы из цветочной пыльцы. По их мнению, оболочка пыльцевых зерен содержит в большом количестве смолистые и бальзамические вещества, предохраняющие содержимое пыльцевых зерен от порчи в сырую погоду и от воздействия различных неблагоприятных факторов. В медовом зобике оболочка пыльцевых зерен разрушается, а выделившиеся из нее смолистые вещества пчелы откладывают между рамками и в фальцах, превращая их в прополис. Главным аргументом, подтверждающим эту точку зрения, авторы считают тот факт, что максимум производства прополиса совпадает по времени с самым большим приносом в улей цветочной пыльцы.

Филипс (1928 г.) считал, что в улье присутствует два вида пчелиного клея, называемого прополисом: первый вид пчелы вы-

рабатывают из пыльцы и используют для полировки ячеек сота перед откладыванием в них яиц маткой, а второй является продуктом смолистых веществ почек древесных растений и используется пчелами для замазывания щелей в гнезде.

Позже А. Б. Николаев (1975 г.) также высказал предположение о том, что смолистые выделения почек и веточек растений пчелы собирают преимущественно при недостатке цветочной пыльцы, а основную массу прополиса они готовят как побочный продукт при переваривании пыльцы. В процессе приготовления пищи из пыльцы для своих личинок непереваренную часть оболочек пыльцевых зерен (смолистые бальзамические вещества) пчелы отделяют, складывая в виде капелек прополиса.

Установлено, что большое количество компонентов прополиса содержится в почках тополя, березы, вербы, а в цветочной пыльце их нет. Более того, медовый зобик пчелы не приспособлен к тому, чтобы выделять смолистые вещества из пыльцевых зерен. Доказательством того, что прополис пчелы готовят преимущественно из смолистых веществ почек растений, является сходство их химического состава и биологических свойств.

Таким образом, происхождение прополиса до сих пор окончательно не выяснено: с одной стороны, он может представлять собой смолистый остаток, получаемый при переваривании пыльцы; с другой – пчелы могут собирать прополис с почек тополя, ольхи и других деревьев. С. А. Поправко (1972 г.) считает, что наиболее распространены два типа прополиса – березовый и тополиный. Источником третьего типа прополиса являются обножки пчел.

Первые работы по анализу прополиса на основе химических данных появились в 70-х гг.: Лави во Франции и Поправко в России проанализировали флавоноидный состав прополиса и сравнили его с экссудатами почек тополя и березы соответственно. Последовало много других публикаций, и теперь общепризнано и химически доказано, что в умеренных зонах главным источником пчелиного клея являются бутоновые экссудаты видов тополя, *Populus* sp., и их гибридов. Это верно и для Европы, Северной Америки и нетропических регионов Азии. Даже в Новой Зелан-

дии интродуцированные виды тополей являются источником прополиса для пчел. В России, и особенно в ее северных частях, березовые почки (*Betula verrucosa*) снабжают пчел смолистыми компонентами прополиса.

В тропических регионах нет тополей и берез, и пчелы используют другие растительные источники пчелиного клея. При выявлении основных флавоноидов прополиса в образцах из «пограничных районов» с почти тропическим климатом, где тополя не всегда доступны, были обнаружены листовые экссудаты видов ладанника, *Cistus* spp. (Cistaceae), в прополисе Туниса. В пустыне Сонора источником растений была амброзия дельтовидная, *Ambrosia deltoidea* (Asteraceae). Из образцов прополиса тропической Венесуэлы выделяют полипренилированные бензофеноны – соединения, которые являются основными компонентами смолы, выделяемой цветками некоторых видов вечнозеленого многолетника семейства Клузиевые, Clusiaceae, или Гуммигутовые, Guttiferae, и на основе хроматографического сравнения авторы продемонстрировали, что *Clusia major* и *Clusia minor* были основными источниками прополиса в этом регионе.

В настоящее время рассматривается 2 возможных способа получения пчелами прополиса. Одни авторы считают, что источником прополиса являются смолистые выделения почек деревьев – тополя, *Populus* sp., ивы, *Salix* sp., березы, *Betula* sp., сосны, *Pinus* sp., ели, *Picea* sp., дуба, *Quercus* sp., ольхи, *Alnus* sp., вяза, *Ulmus* sp., пихты, *Abies* sp., сливы, *Prunus domestica*, черешни, *Prunus avium*, ясеня, *Fraxinus* sp., дикого каштана, *Aesculus hippocastanum*.

С помощью антенн пчелы отыскивают места выделения на деревьях смолистых веществ, которые захватывают челюстями и вытягивают в виде нити, пока она не порвется. С челюстей смолистый материал после смачивания его секретом глоточных (фаренгиальных) и верхнечелюстных (мандибулярных) желез пчела снимает при помощи коготков на ножках и затем помещает его в корзиночки, как обножку. Вынуть комочек прополиса из корзиночки ей помогают ульевые пчелы и откладывают его на стенки улья, планки и бруски рамок до использования.

Другие авторы придерживаются мнения, что источником прополиса для пчел служит пыльцевой бальзам, образующийся в результате набухания, разрыва и переработки пыльцевых зерен энтомофильных растений из их маслянистых оболочек, которые вытесняются клапанами преджелудочка по мере их накопления в медовом зобике. Так же как во время сбора смолистых веществ, пыльцевой бальзам смешивается с секретом фаренгиальных желез и после этого используется для полировки ячеек сотов.

Существуют химические исследования растительных источников прополиса в Австралии (виды рода Ксанторрея, *Xanthorrhoea* spp., – вечнозеленые однодольные семейства Ксанторреевые, Xanthorrhoeaceae) и Бразилии (виды вечнозеленых хвойных растений рода Араукария, *Araucaria* spp., семейства Araucariaceae, аборигенные виды Бакхарисов, *Baccharis* spp., семейства Asteraceae), но в этих случаях не было прямого сравнения между прополисом и растительным материалом.

Исследования тропического прополиса также концентрировались исключительно на прополисе *Apis mellifera*. В тропической Южной Америке обитают местные виды безжалых пчел (подсем. Meliponinae), которые собирают смолистый материал с растений и смешивают его с пчелиным воском и почвой, чтобы сформировать геопрополис. Только два исследования были опубликованы об этом типе прополиса. Пять местных видов пчел из Венесуэлы были исследованы вместе с медоносной пчелой, и не выявлено никаких различий в химическом составе их прополиса. Химический состав геопрополиса из трех бразильских видов безжалых пчел меняется в зависимости от местоположения и вида пчел и отличается от геопрополиса в Венесуэле. Основными компонентами этих проб были дитерпеновые кислоты и тритерпены (спирты и кетоны). Определение компонентов геопрополиса является интересной областью для дальнейших исследований, особенно в свете информации о том, что он обладает биологической активностью, подобной активности прополиса медоносной пчелы.

Знания о растительных источниках прополиса представляют не только академический интерес. Это может быть полезно

в качестве основы для химической стандартизации прополиса. Пчелиный клей может быть легко охарактеризован с использованием его растительного источника, который может быть установлен простым сравнением методами тонкослойной (ТСХ), высокоэффективной жидкостной (ВЭЖХ) хроматографии или ГК. Насколько известен состав соответствующих растительных экссудатов, эти методы дают информацию о качественном составе образца. Например, говоря о прополисе «тополиного типа», понятно, что продукт представляет собой смесь флавоноидных агликонов, гидроксикоричных кислот и их сложных эфиров.

Кроме того, знание источников прополиса растений важно для пчеловодов, чтобы быть уверенным, что пчелиные семьи имеют растительные источники прополиса в радиусе их лета. Известно, что колонии пчел, когда они не могут собрать прополис, используют «заместители прополиса», такие как краски, асфальт и минеральные масла, которые могут серьезно угрожать как здоровью пчел, так и фармацевтическому использованию прополиса.

Наибольшее количество прополиса и менее всего загрязненного воском пчелы откладывают в 3 местах: над гнездом, на верхних брусках рамок и у леткового отверстия.

Суммарное количество прополиса в улье зависит от множества факторов (в среднем составляет около 200 г): расы пчел, силы семьи, географических и климатических условий, конструкции улья, наличия источников прополисного сырья.

Снижение интенсивности прополисования гнезда отмечено в ряду у пчел серой горной кавказской, среднерусской, итальянской, краинской и дальневосточной рас. В условиях Западной Сибири среднерусские пчелы проявляют наименьшую склонность к прополисованию гнезда по сравнению с южными породами пчел.

Инстинкт пчел заполнять прополисом пустоты проявляется в той или иной степени на всех ульевых предметах. Экспериментально было установлено, что большая часть щелей (83,8 %) заполняется прополисом, а меньшая – воском или их смесью. Заполнение щелей размером от 0,1 до 3 мм прополисом происходит наиболее интенсивно. Щели над гнездом заделываются в первую

очередь, а уже после этого прополис откладывают в трещины гнезда и под гнездом.

Глубина заделывания щелей прополисом возрастает снизу вверх: под гнездом она составляет 1–2 мм, в гнезде от 1 до 3 мм и над гнездом от 1 до 4 мм.

Особенности поведения пчел при заделывании прополисом щелей различного размера и в разных местах улья является **биологической основой технологии получения** прополиса путем использования двухслойных холстиков и решетчатых потолочин.

Сведения о количестве прополиса, собранного с одного улья, различаются. Так, по данным одних авторов, этот показатель равен 50–100 г, других – 150–200 г. По мнению некоторых пчеловодов, одна семья может дать 400 г этого продукта, а с помощью специальных приемов выход его можно увеличить до 2 кг и более.

Учитывая причины, побуждающие пчел к сбору прополиса, можно успешно собирать этот продукт пчел в большом количестве в одном улье. Этому способствуют усиление вентиляции ульев, устройство неровных поверхностей потолков и стенок, использование специальных летковых вкладышей различных конструкций, а также каких-либо раздражителей пчел.

Наибольшее количество прополиса пчелы откладывают в улье со второй половины июля до конца августа – в период подготовки к зиме. Рекомендуемым временем сбора является период с конца мая (когда появилось весеннее поколение пчел) до конца августа. Не менее чем за 60 дней до наступления устойчивых заморозков сбор прекращают.

§ 3.2. Органолептические и физические характеристики прополиса

По внешнему виду прополис – это смолистая аморфная масса или крошка, неоднородная по структуре.

Цвет зависит от географического происхождения и места отложения в улье, от загрязненности и срока хранения и изменяется от серого до буро-зеленого. Прополис может быть следующей окраски: пепельный, черный, темно-зеленый, зеленый, светло-зеленый, желтый, коричневый, темно-коричневый, зеле-

новато-коричневый, желтовато-коричневый, желтовато-зеленый, желтовато-зеленовато-коричневый, и иметь цветовые оттенки: каштановые, красноватые, оранжевые, красновато-желтые, красновато-каштановые и оранжево-каштановые.

Запах прополиса напоминает пряный аромат растительных смол и эфирных масел или может отсутствовать вовсе. Он может быть охарактеризован как «непахучий», «нежно смолистый», «смолистый», «ароматно смолистый», «очень ароматно смолистый».

Вкус – горький, жгучий, вяжущий. Образцы прополиса из тропического пояса могут иметь острый, сладкий, горький вкус или быть безвкусными.

Консистенция зависит от температуры. При температуре ниже 15 °С прополис – твердое, хрупкое, легко крошащееся тело. При 20–30 °С и выше прополис становится мягким и пластичным. Свежесобранный прополис мягкий и клейкий, а по мере хранения и под действием солнечных лучей он отвердевает и становится хрупким. В текучее состояние прополис переходит при температуре 64–69 °С.

Плотность прополиса зависит от содержания воска и колеблется от 1,11 до 1,27 г/см^3.

Водные растворы прополиса и прополисная вода – это прозрачная жидкость желто-оранжевого цвета горького вкуса с приятным ароматом лесных и луговых растений. Активная реакция среды водных растворов прополиса кислая (в среднем pH 4,38).

Спиртовый раствор – это прозрачная или слегка мутноватая желтоватая жидкость с желтовато-белым осадком, имеющая характерный смолистый запах и жгуче-горький вкус.

Экстракт прополиса концентрированный – это густая сиропообразная слабо- (при 70% концентрации) или среднетекучая (50%) масса темно-коричневого цвета жгучего-горького вкуса с характерным прополисным ароматом.

§ 3.3. Химический состав прополиса

Изучение химического состава прополиса из различных зон России показало, что преобладает березовый тип (до 65% от всех образцов), встречается также тополиный (15%), березово-тополиный (15%). Прочие сорта прополиса составляют 5%.

Примерный химический состав прополиса, по В. Г. Чудакову (1979 г.), представлен **растительными смолами** (от 38 до 60%), которые состоят из смеси органических и в том числе ненасыщенных, кислот. В зависимости от способа выделения смол температура их плавления составляет 66–73 °С, 96–106 °С и доходит до 300 °С.

В составе прополиса обнаружены **бальзамы** (от 3 до 30%) – сложные смеси дубильных веществ, смолистых компонентов, эфирных масел, фенолоксикислот и ароматических альдегидов.

Дубильные вещества представляют собой фракцию желтого, оранжевого или светло-коричневого цвета, **эфирные масла** – бледно-желтую, прозрачную массу с сильным ароматом и горьким вкусом.

Воск в прополисе содержится в количестве от 7,8 до 36%, в зависимости от места отложения пчелиного клея (у летка прополис содержит меньше воска).

Из **флавоноидов** найдены акацетин, рамкоцитрин, хризин и др. (всего 19). Из витаминов обнаружены тиамин, рибофлавин, никотиновая и аскорбиновая кислоты, токоферол. Из **органических кислот** – коричная, кофейная, кумаровая, бензойная. Найдены ванилин, коричный спирт. **Зольные элементы** представлены калием, натрием, магнием, кремнием, стронцием и др. (всего 14). В 1979 г. в прополисе было идентифицировано 50, в 2019 г. – 78 веществ и зольных элементов.

Доказано наличие значительного количества эфирных масел, железа, кальция, алюминия, магния, кремния, меди, марганца, цинка и кобальта. Обнаружены **азотистые соединения** – белки, амиды, амины, а также такие аминокислоты, как фенилаланин, гистидин, аспарагиновая, глутаминовая, триптофан, лейцин, цистин, валин, серин, аргинин, пролин, лизин. В следовых количествах обнаружены витамины (B_1, B_2 B_6, А, Е, никотиновая кислота).

Состав и химические константы экстрактов прополиса зависят от вида растворителя, условий экстракции и способа удаления растворителя.

В диэтиловом эфире при температуре 23 °С переходит в раствор до 66% составляющих компонентов прополиса. В 96%-м

этиловом спирте при 23 °С растворяется 40–50 %, а при 40–80 °С – до 75 % веществ прополиса. В воде при температуре от 23 до 93 °С растворяется 7–11 % прополиса. Водные и спиртовые вытяжки прополиса, а также его масляные экстракты являются основой лекарственных препартов прополиса.

Для определения чистоты прополис обрабатывают спиртово-эфирной смесью (1:1). При обработке прополис разделяется на три части: растворимые вещества, нерастворимые вещества с механическими примесями, воск. Содержание растворимых веществ в образцах прополиса, полученных из 27 областей России, составляет в среднем 75,51±1,91 с колебаниями по зонам страны от 62,9 до 82,2 %; среднее содержание воска – 25,16±1,93 с колебаниями по зонам – от 14,5 до 34,5 %. Количество свободных кислых соединений и ненасыщенных веществ в прополисе различных зон хотя и не одинаково, но варьирует в небольших пределах. Так, кислотное число варьирует в пределах 45,0–69,1, йодное – в пределах 42,0–55,9. Сравнительно много содержится свободных кислых соединений (кислотное число равно 64,1–69,1) в прополисе зоны степного юга и юга-востока, предгорной и горной части Северного Кавказа; повышенное содержание ненасыщенных соединений (йодное число равно 51,0–55,9) отмечено в основном в прополисе зон северных районов. Количество свободных и связанных кислых соединений в прополисе в среднем 145±1,5 с колебаниями по зонам 113,3–183,3.

Физико-химическая характеристика и антимикробные свойства экстрактов прополиса определяются качественным составом экстракта, на который оказывают влияние условия экстракции: продолжительность, вид растворителя, температура и др. Извлечение свободных кислых соединений в спиртовый экстракт при температуре 78 °С происходит значительно полнее по сравнению с экстрагированием при температуре 22 °С, тогда как ненасыщенные соединения при более высокой температуре в спиртовом растворе, по-видимому, частично разрушаются.

Исследования эфирных экстрактов приводят к выводу о том, что, видимо, спирт и эфир извлекают из прополиса одни и те же активные вещества.

Водный экстракт значительно богаче свободными кислыми соединениями и ненасыщенными веществами, которые хорошо извлекаются из прополиса как при комнатной температуре, так и при сравнительно высоких температурах. Ненасыщенные соединения в водной среде сохраняются, даже если их извлекать при температуре 93 °С (табл. 3.1).

Характеристика прополиса и его экстрактов по содержанию свободных кислотных соединений и ненасыщенных веществ показала постоянство их присутствия как в прополисе, так и в экстрактах. Исследованные экстракты по сравнению с прополисом характеризуются более высоким кислотным и йодным числами и проявляют более высокую антимикробную активность.

Таблица 3.1

Константа прополиса и его экстрактов (по Вахониной Е. А., 2005)

Наименование	Кислотное число			Йодное число		
	Температура экстрагирования					
	22–23°	78°	93°	22–23°	78°	93°
Прополис	54,50± 2,60	–	–	48,90± 1,24	–	–
Спиртовой экстракт	57,19± 3,33	90,81± 6,32	–	60,43± 4,54	47,14± 2,44	–
Водный экстракт	130,70± 6,87	–	173,00± 7,19	21,96± 3,80	–	69,32± 2,92
Эфирный экстракт	30,30± 4,98	–	–	41,93± 8,91	–	–

В настоящее время описано 15 различных соединений, выделенных из прополиса, строение которых установлено полностью. Вместе с этим было выявлено, что этиловый спирт экстрагирует практически все биологически активные вещества, а водный экстракт прополиса обладает наиболее широким спектром антимикробного действия.

Формулы описываемых соединений установлены на основании молекулярного веса, определенного масс-спектрометрически, и данных элементного анализа. Сопоставление этих формул, функционального состава и данных ИК-, УФ- и ЯМР-спектроскопии показало, что большинство характерных компонентов прополиса представлено трехзамещенными, тетразамещенными и пентаза-

мещенными флавонами, производными флаванона и ароматическими альдегидами. Соединения первой группы представляют собой производные апигенина (4', 5, 7-триоксифлавона), являясь его 4'-метиловым и 4', 7-диметиловыми эфирами. Соединения второй группы представляют собой различные метиловые эфиры кемпферола. Соединения третьей группы представлены производными кверцетина. Соединения четвертой группы являются моно- и диметоксипроизводными оксифлаванона. Девятым соединением, представленным во всех изученных образцах прополиса, оказалось вещество, обладающее запахом ванилина, структура этого вещества: 3-окси-4-метоксибензальдегид (изованилин).

Во флавоноидном спектре прополиса широко представлены производные четырех родоначальных соединений – кемпферола, кверцетина, апигенина и нарингенина. Поэтому разработан метод суммарного анализа прополиса на содержание этих групп соединений. Анализ основан на реакции исчерпывающего метилирования компонентов прополиса йодистым метилом в растворе диметилсульфоксида в присутствии гидрида натрия при 20 °С.

Общее содержание флавоноидных соединений в образцах прополиса из Рязанской, Воронежской областей, Республики Адыгея, Краснодарского края составляет 41,1% (от 25,72 до 50,33%), содержание групп флавоноидных соединений: рутина – 2,58% (2,05–3,11%), кверцетина – 5,17% (2,4–9,3%), нарингенина – 6,2% (5,10–7,04%), полифенольных соединений – 14,5% (11,4–20,9%).

Соединения флавоноидной природы не исчерпывают всего сложного состава прополиса, но наличие в нем значительной группы этих веществ (не менее 25% от веса спиртовой фракции) и разработка методов их определения позволили авторам, изучающим химический состав прополиса, сделать некоторые выводы (Поправко С. А., 1969; Поправко С. А., Соколов Н. В., 1980).

Во-первых, наличие в прополисе большой группы соединений флавоноидной природы, в том числе и в оптически-активном состоянии, подтверждает растительное происхождение прополиса.

Во-вторых, все флавоноидные компоненты прополиса присутствуют в нем в свободном состоянии, а не в виде гликозидов,

а отсутствие в прополисе гликозидносвязанных флавоноидов, в виде которых они обычно присутствуют в растительных продуктах, указывает на то, что первичное растительное сырье, использованное для приготовления прополиса, было подвергнуто воздействию ферментных систем медоносных пчел, приведшему, в частности, к отщеплению сахарных остатков и высвобождению агликонов флавоноидов.

В-третьих, воспроизводимый состав флавоноидной фракции прополиса в различных образцах, собранных в пределах большой географической зоны, указывает на сравнительно общий источник растительного сырья, используемого пчелами для приготовления прополиса.

В-четвертых, флавоноидные соединения являются носителями Р-витаминных свойств и, отчасти, антибактериальных свойств.

Содержание некоторых водорастворимых веществ: свободных аминокислот (гистидин и фенилаланин), витаминов (С, B_3 и B_6) а также слаборастворимых в воде фенольных кислот (бензойной и кофейной) в образцах прополиса разных ботанико-географических типов различается. Содержание гистидина и фенилаланина варьирует от 475 до менее 1 мг/100 г и от 56 до 190 мг/100 г соответственно, уровень бензойной и кофейной кислот изменяется соответственно от 14008 до 98 и от 612 до менее 1 мг/100 г прополиса.

Прополис из разных ботанико-географических зон Краснодарского края различается по содержанию основных химических компонентов. Установлены массовая доля воска – 16,7 и 30,3 %, флавоноидных соединений – 27,8 и 34,7 %, механических примесей 27,7 и 26,2 %, окисляемость составляет 11,2 и 0,2 для образцов степной и предгорной зон соответственно.

Химический состав пчелиного клея очень сложен и зависит от флоры тех районов, где он собирается. Между образцами прополиса из зон умеренного пояса и тропической зоны обнаруживаются значительные различия по химическому составу. В последнее время тропический прополис стал предметом повышенного интереса химиков и биологов и ока-

зался источником новых биологически активных соединений (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Химические компоненты прополиса тропической зоны

Группы	Химические вещества
1	2
Ароматические соединения	5-фенил-транс, транс-2,4-пентадиеновая кислота; 5-фенил-транс-3-пентеновая кислота; додециловый каффеат; тетрадецилкаффеат; тетрадецилкафеин; гексадецилкаффеат; 3- [4-гидрокси-3-(3-оксобут-1-енил)-фенил] акриловая кислота
Флавоноиды	5,7,4’-тригидрокси-6,8-диметокси флавон; сидеритифлавон; мирицетин 3,7,4’,5’-тетраметиловый эфир; кверцетин 3,7,3’-триметиловый эфир; 5,6,7-тригидрокси-3,4’-дигиметоксифлавон; ароматадендрин-4’-метиловый эфир; 3,5,7-тригидрокси-6,4’-диметоксифлавон
Пренилированные п-кумаровые кислоты	3,5-дипренил-4-гидроксикоричная кислота; 3-пренил-4-дигидро-циннамоилоксициннаминовая кислота; 2,2-диметил-6-карбоксиэтинил-2Н-1-бензопиран; 9-е-, 2-диметил-6-карбоксиэтенил-8-пренил-2Н-1-бензопиран; 3-пренил-4-гидроксикоричная кислота; 3-пренил-4-(2-метоксипропионил) -коричная кислота; (Е) -3-[2,3-дигидро-2-(1-гидрокси-1-метилэтил) -пренилбензофуран-5-Ил] -2-пропеновая кислота
Производные ацетофенона	2-[1-метил] -винил-5-ацетилкумаран; 2-[1-гидроксиметил] -винил-6-ацетил-5-гидроксикумаран; 2-[1-ацетоксиметил] -винил-6-ацетил-5-гидроксикумаран
Кофеилхинные кислоты	3-кофеилхинной (хлорогеновой) кислоты; 4-кофеилхинной кислоты; 5-кофеилхинной кислоты; 3,5-дикафеинхинные кислоты; 4,5-дикафеинхинные кислоты; 4,5-дикафеинхинной кислоты метиловый эфир
Лигнаны	1-(4-гидрокси-3-метоксифенил)1,2-бис {4-[(е) -3ацетоксипропен-1-Ил] -2-метоксифенокси}-пропан-3-олацетат;1-(4-гидрокси-3-метоксифенил)–2-{4- [(е) -3-ацетоксипропен-1-Ил] -2-метоксифенокси} пропан-1,3-диол 3-ацетат (эритро-и Трео); 3-ацетоксиметил-5- [(е) -2-формилэтен-1-Ил] -2-(4-гидрокси-3-метоксифенил) -7-метокси-2,3-дигидробензофуран; сезамин; ашантин; сезартенин; янгамбин
Дитерпеновые кислоты	ЛОР-17-гидрокси-3,13з-клерододиен-15-овая; 15-оксо-3,13з-коладин-17-овая кислота и его Е-изомера; муравьиная кислота; имбрикатол; изокупрессорная кислота; ацетилизокупрессорная кислота; 8 (17),13е-лабдадиен-15,19-диос кислоты; 13Е-лабдадиен-15,19-диоевая кислота 15-метиловый эфир; 19-оксо-8 (17),13е-лабдадиен-15-ОИК-кислота; 13-гидрокси-8 (17), 14-лабдадиен-19-ОИК кислота

Окончание табл. 3.2

1	2
Тритерпены	β-Амирин; циклоартенол
Компоненты летучих веществ	Монотерпены; α-пинен; β-пинен; γ-терпинен; гераниол; линалил пропионат
Сесквитерпены	Ледол; шпатуленол; изоспатуленол; палюстрол; ледене; гермакрен
Ароматические соединения	Пренилацетофенон; дифенилацетофенон; 3-фенилпропанол; α-метилбензилалкоголь; пиперональ
Сахара и сахарные спирты	Ксилоза; галактоза; манноза; глюкуроновая кислота; лактоза; мальтоза; мелибиоза; эритритол; ксилит; инозитол

Новые соединения в прополисе умеренной зоны, включая Европу, Азию и Северную Америку, выявлены из образцов, источником которых являются клейкие выделения почек тополя. Образцы из этих регионов характеризуются сходным химическим составом, основными составляющими которого являются фенолы: флавоноидные агликоны, ароматические кислоты и их сложные эфиры. Были идентифицированы в образцах из Новой Зеландии обычные «тополиные» фенолы (происходящие из интродуцированных тополей) вместе с двумя новыми соединениями: 5-фенил-транс, транс-2,4-пентадиеновая кислота, 1- и 5-фенил-транс-3-пентеновая кислота. В прополисе из Египта наряду с компонентами почек тополя были идентифицированы эфиры кофейной кислоты с длинноцепочечными жирными спиртами (додеканол, тетрадеканол, тетрадеценол, гексадеканол).

В последние несколько лет прополис из тропических регионов, и особенно из Бразилии, стал предметом повышенного интереса. Это привело к выявлению в прополисе многих новых соединений, некоторые из которых обладают присущей только им биологической активностью.

Исследования тропического пчелиного клея показали, что во многих случаях флавоноиды являются важными компонентами этих образцов, что аналогично европейским образцам, хотя их растительное происхождение отличается. В образцах из Сонoранской пустыни идентифицировали флавоноидные агликоны, характерные для листовых экссудатов амброзии дельто-

видной, *Ambrosia deltoidea* (Asteraceae); среди них 5,7,4'-тригидрокси-6,8-диметоксифлавон и сидеритифлавон. Мирицетин, 4',5-тетраметиловый эфир и кверцетин 3,7,3'-триметиловый эфир были выделены из тунисского прополиса, который был собран пчелами из листовых экссудатов видов ладанника, *Cistus* (Cistaceae). В бразильских образцах были идентифицированы кемпферид, 5,6,7-тригидрокси-3,4'-дигидроксифлавон, ароматадендрин-4'-метиловый эфир и 3,5,7-тригидрокси-6,4'-диметоксифлавон. Другим классом фенолов, впервые обнаруженных в бразильском пчелином клее, являются пренилированные п-кумаровые кислоты и их производные с циклизованными остатками пренила. Производные ацетофенона, содержащие модифицированный пренил-заместитель, также были выделены из бразильского прополиса. Пренилированные п-кумаровые кислоты и ацетофеноны являются вторичными метаболитами, характерными для южноамериканских видов кустарников *Baccharis* (Asteraceae).

Недавние исследования тропического прополиса из других стран, кроме Бразилии, привели к идентификации ряда лигнанов, растительные источники которых до сих пор остаются неизвестными. В прополисе с Канарских островов было обнаружено тринадцать лигнанов типа фурофурана, большинство из которых были идентифицированы лишь условно.

Дитерпены, по-видимому, являются важным классом бразильских компонентов прополиса, поскольку определяют противоопухолевую, цитотоксическую и антибактериальную активность.

Некоторые тритерпеновые спирты типа амирина и циклоартенола присутствовали в пчелином клее из Бразилии и Египта.

Летучие соединения находятся в низких концентрациях в прополисе, но их аромат и значительная биологическая активность делают их важными компонентами прополиса. Летучие вещества из тропических регионов содержали некоторые сесквитерпеноиды, которые не были обнаружены в образцах из умеренной зоны, например ледол, спатуленол, гермакрен.

В образцах с Канарских островов обнаружено значительное количество различных сахаров и сахарных спиртов, причем некоторые из соединений впервые выделены из прополиса, включая дисахариды. Их высокий процент указывает на то, что они происходят из какой-то слизи, которая должна быть одним из источников прополиса, характерного для Канарских островов.

Количественное содержание микроэлементов в пробах прополиса из Ставропольского края, по данным атомно-абсорбционной спектрометрии, составляло: железо (1,42–0,42 мг/кг); медь (0,14–0,32 мг/кг); цинк (6,6–2,4 мг/кг); марганец (7,40–0,62 мг/кг), хром (0,01–0,02 мг/ кг); алюминий (0,05–0,01 мг/кг). Выполнение измерений массовой концентрации анионов (хлориды, фосфаты, сульфаты) и катионов (натрий, калий, кальций, магний) в пробах прополиса было проведено методом ионной хроматографии. Были обнаружены: анионы – хлориды (2,92–1,38 г/кг), сульфаты (1384–420 мг/кг), фосфаты (1042–24 мг/кг); катионы – натрий (504–172 мг/кг); калий (206,0–1,1 мг/кг); магний (125,2–104,4 мг/кг); кальций (225,0–204,6 мг/кг). В отечественном прополисе преобладают микроэлементы: цинк и марганец, хлорид- и сульфатионы, тяжелые металлы, такие как кадмий, никель и свинец, не обнаружены.

Минеральные элементы Ca, Mg, K, Na, Fe и Zn выявляли в македонских образцах прополиса, а Fe, Mn, Zn и Cu – в этанольных экстрактах кубинских образцов.

Химический состав воска, который является непременным компонентом прополиса, определяется наличием углеводородов и моноэфиров. Эти вещества из бразильских образцов аналогичны таковым в европейских образцах. Состав прополисного воска аналогичен составу воска, из которого пчелы строят соты. Это позволяет утверждать, что прополисные воски выделяются пчелами, а не происходят из растений.

В пробах прополиса, отобранных из различных частей улья, были отмечены достоверные различия по концентрации механических примесей, общим смолам и фенольным соединениям.

§ 3.4. Технология получения прополиса

Получение прополиса на пасеке

Ежегодный сбор товарного прополиса в количестве 80 г с пчелиной семьи не наносит ущерба ее жизнедеятельности. В литературе имеются сведения о возможности увеличить выход прополиса с семьи от 50–100 до 150–200 и даже до 400–1000 г при использовании специальных потолочных решеток, потолочных холстиков, рамок с натянутой проволочной сеткой, с помощью низкочастотного электрического поля. Установлено, что универсальное устройство для сбора прополиса (УУСП-1) в виде трехслойного полиэтиленового коврика с отверстиями, а также магнитное стимулирующее устройство (МСУ-1) не увеличивают сбор прополиса. Увеличение выхода прополиса в 2,3–2,4 раза отмечается при использовании для его сбора однослойных сеток с ячейкой 2×2 мм и пластмассовых решеток.

Для пчеловодных условий в Республике Башкортостан рекомендовано использовать для сбора прополиса специальную решетку, изготовленную из деревянных реек размером 4×6 мм с расстоянием между ними 4 мм, в периоды до главного медосбора (со второй декады июня до начала июля в течение 20–25 дней) и после главного медосбора (с третьей декады июля до середины августа в течение 20–25 дней), что позволяет получать от 58 до 78 г прополиса с каждой пчелиной семьи.

Наиболее простой и часто применяемый способ сбора прополиса – ручной. Прополис соскабливают стамеской с плечиков и брусков рамок, с потолочных холстиков, у летковых отверстий, различных щелей и скатывают в комочки по 200–300 г. На перерабатывающих предприятиях он очищается от примесей и воска и формуется в виде плиток, таблеток и брикетов.

Для увеличения сбора прополиса на практике широко используют решетки из деревянных и пластмассовых реек, создающие временные щели размером 3–4 мм и позволяющие получить за сезон от одной семьи 250–400 г чистого прополиса. Решетки кладут поверх рамок улья, а холстики, потолочины и подушки убирают. Щели между рейками пчелы через 6–7 дней заделывают

прополисом, после чего решетки меняют на новые. Его счищают с реек, которые полностью снимают или поворачивают на 45°. Решетки, закрепленные на парусине, сворачивают в рулон рейками внутрь и помещают в холодильную камеру на несколько часов. Затем их вынимают и разворачивают на столе рейками вниз, при этом прополис осыпается на стол.

Для сбора прополиса предложено использовать решетку с разновысокими смежными планками, что позволяет увеличить выход товарного прополиса до 1 кг. Ее также помещают поверх рамок вместо холстиков, потолочин и подушек.

Некоторые пчеловоды используют потолочины с отверстиями, заделанными сеткой. На нее помещают ватный тампон, обернутый марлей, на который наносят 50 капель мятного и укропного масел. В качестве раздражителя пчел пригодна и муравьиная кислота. Пчелы не терпят постороннего резкого запаха и заделывают отверстия сетки чистым прополисом, который надо периодически счищать стамеской. Кроме того, это вызывает дополнительную осыпь клещей.

Пчеловоды Венгрии получают до 2 кг прополиса от одной семьи, увеличивая вентиляцию гнезда и создавая ребристые и ступенчатые потолки. На верхние бруски рамок под холстик ставят три пластмассовые решетки с разным размером ячеек. Вниз помещают решетку с ячейками 100×100 мм, затем – 3×3 мм и наверх – с ячейками 25×25 мм.

В Бразилии разработана оригинальная система сбора прополиса, позволяющая ежемесячно получать от семьи до 800 г чистейшего продукта. Для этого в боковой стенке улья вырезают «окно» и закладывают его рейками. По мере их удаления пчелы вентилируют гнездо, заделывают щели (около 8 мм) прополисом. В настоящее время Бразилия является основным поставщиком прополиса в Японию, где его потребление постоянно растет.

Отдельные пчеловоды получают прополис с помощью летковых кассет, которые устанавливают вместо летковых вкладышей. В результате образуется большой проем, зарешеченный кассетой. Стремясь ограничить уровень вентиляции гнезда, оптимизируя условия микроклимата в нем, пчелы интенсивно заделывают ре-

шетку кассеты прополисом. Запрополисованные кассеты вынимают из улья и выдерживают при температуре от –10 до –20 °С. Промороженный прополис легко удалить с сетки постукиванием.

Для повышения качества и количества собираемого прополиса используют различные потолки и холстики, которые затем механизировано обрабатываются.

Холсты для сбора прополиса изготавливают одного размера (550×550 мм) в расчете на использование в 12-рамочном улье. Если прополис собирают в 10-рамочных ульях, холсты подгибают с одного края, а при работе в ульях-лежаках используют два холста. Стандартные размеры холстов позволяют определить среднее количество прополиса на них (по разнице в массе запрополисованных и чистых холстов).

Холсты для сбора прополиса помещают в ульи в мае, располагая их сверху гнезда, непосредственно на рамки, под утепления. Для увеличения сбора прополиса при каждом осмотре гнезда их поворачивают на 90°. Холсты не следует оставлять в ульях на зимний период во избежание загрязнения их испражнениями пчел и воском. Запрополисованные холсты изымают из ульев осенью (конец августа – начало сентября), при сборке гнезд на зиму и хранят в сухом помещении до морозов. С холстиков, промороженных при температуре от –10 до –20 °С, прополис легко отделяется.

Отобранные от пчелиных семей холстики и подхолстики тщательно осматривают и непригодные бракуют, чтобы избежать загрязнения прополиса посторонними веществами, присутствие которых недопустимо по санитарно-гигиеническим нормам. Выбраковке подлежат холстики, испачканные экскрементами пчел, заплесневелые, имеющие следы грязи, а также залитые сахарным сиропом, запачканные краской, гудроном и другими веществами.

Вместо холстиков для сбора прополиса применяют подхолстики, которые могут быть прикреплены к холстику скрепками или подшиты. Подхолстик представляет собой редкую ткань (неокрашенную паковочную). Под холстик также помещают рамку-решетку, которую осенью убирают и счищают с нее промороженный прополис постукиванием.

Предложено использовать в качестве подхолстика капроновую сетку с размером ячеек 4 мм. Использование таких холстов позволяет собирать прополиса в 2–3 раза больше по сравнению с обычными холстинами, применяемыми в пчеловодстве для утепления гнезд. На гнездо вместо холстика помещают капроновую сетку с ячейками 1,5×1,5 мм. Летом, как только пчелы запрополисуют ячейки, сетку сразу же заменяют новой. Накопив 3–4 запрополисованных сетки, их свертывают трубочкой и помещают на 1,5–2 часа в морозильную камеру холодильника. При этом прополис делается хрупким и легко отстает от сетки.

Наиболее качественный прополис получают при применении сеток и решеток, а наименее качественный – собранный с гнездовых рамок и стенок ульев. Сбор прополиса с помощью пластмассовых решеток и сеток не оказывает отрицательного влияния на рост, развитие и медосбор семей пчел.

Для повышения количества отложенного прополиса подхолстики следует поворачивать на 90° при каждом осмотре улья в течение сезона. Подхолстики применяют на тех семьях, которые освоили основной корпус и вышли во второй корпус или магазинные надставки. Замена ульевых холстиков на холстики с подхолстиками проводится до 1 июня. Стандартный размер подхолстика – 550×550 мм. До обработки запрополисованные подхолстики хранят в сухих чистых ящиках в проветриваемых и затемненных помещениях при температуре не более 25 °С и влажности воздуха 70 %, исключают посторонние запахи и присутствие грызунов. В этом режиме срок хранения составляет не более года.

Транспортируют запрополисованные холсты, упакованные в бумажные, или мешки для сахара, или в продуктовые мешки, с обязательным укрытием груза от осадков.

При производстве товарного прополиса с запрополисованных ульевых холстиков или подхолстиков его счищают специальными устройствами (станками СИП-55 и СИП-УН, ручным зубчатым катком). Затем очищают от примесей и прессуют в брикеты.

Перед очисткой холстиков механическим путем их промораживают. После этого прополис становится хрупким, крошится и легко отделяется от ткани. Простейшее приспособление для

очистки холстиков представляет собой фанерный ящик размером 600×400×650 мм. Посередине закреплен нож, о который соскабливают прополис.

Чтобы качественно раздробить прополис, применяют ручной зубчатый каток. На больших пасеках используют электрический станок СИП-УП, производительность которого до 15 тыс. холстиков и 1200 кг прополиса.

Чтобы увеличить производительность и иметь возможность очищать холстики в теплое время года, предложено особое приспособление. Работает оно следующим образом (рис. 3.1).

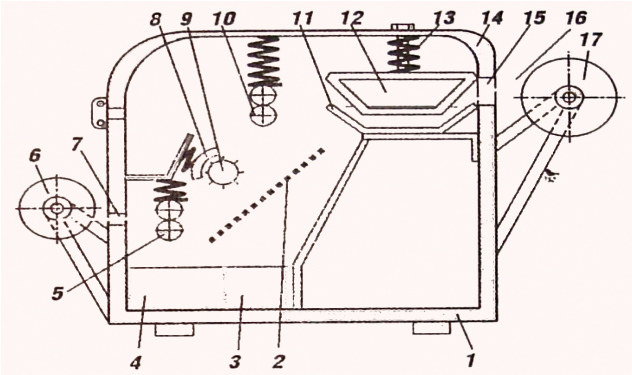

Рис. 3.1. Устройство для получения прополиса с прополисованных холстиков[1]

Сшитые в ленту запрополисованные холстики (16) сматывают с катушки (17), протягивают через отверстие (15) в корпусе (1) и погружают в первую емкость (11), наполненную охлаждающим агентом (например, жидким азотом). Вторая емкость (12) с винтовой подпружиненной парой (13), прикрепленной к крышке (14), позволяет держать холстик в охлаждающем агенте на определенной глубине. Замороженную ленту из холстиков пропускают через встречно-вращающиеся зубчатые валики (10), которые дробят прополис. Крупные его фракции падают в наклонное сито (2) и скатываются по нему в емкость (4). Мелкие

[1] Патент на изобретение RU2 250 608 C1 / Г.М. Полежайкин, Н.А. Ладонкин, А.П. Фомин [и др.] // Бюл. № 12. 2005.

частицы удаляет барабан-щетка (9) с подпружиненной прижимной планкой (8), и через сито они попадают в емкость (3). Очищенный холстик проходит через еще одни встречно-вращающиеся зубчатые валики (5) в выходное отверстие (7) и наматывается на приемную катушку (6).

Предлагаемое устройство особенно эффективно на больших пасеках и в местах с теплым климатом. Качественно очищенные от прополиса холстики можно использовать повторно несколько раз, что дает ощутимую экономию. Кроме того, в процессе очистки происходит их обеззараживание при низких температурах.

До порошкообразного состояния кусочки дробят на центрифуге ЦЛК-1, одновременно прополис очищается от примесей, которых в готовом для реализации продукте должно быть не более 20 %. При реализации через розничную торговлю порошкообразный прополис развешивают порциями от 25 до 100 г и прессуют в брикеты на пресс-формах и гидропрессе ОКС-030 или П-6324 с усилием 25 т. Перед прессованием прополис выдерживают около 4 ч при комнатной температуре до потери сыпучести. После этого брикетируют с помощью пресс-форм и гидропресса.

Исследовано влияние различных методов очистки на качественные характеристики экстрактов прополиса, а также влияние конструкционного материала коммерческих сборников прополиса (полиэтилен низкой плотности – ПВД, полиэтилен высокой плотности – ПНД или поливинилхлорид – ПВХ) на качество собираемого прополиса. Прополис, полученный из коммерческих сборников, анализировали для контроля возможной миграции материала сборника в образец. Миграция не была обнаружена при использовании сборников из ПВД, но следы ПВХ и ПНД были обнаружены во всех образцах из сборников ПВД и ПНД.

В технологическом процессе добывания прополиса с холстиков, при его очистке должны соблюдаться меры безопасности: защита органов дыхания респираторами и глаз – защитными очками. Работники должны быть тепло одеты, иметь спецхалаты и прорезиненные фартуки.

Известна линия обработки прополиса (Садовников А. А., 1983), включающая морозильную камеру для предварительного охлаждения прополисового сырья до температуры от –10 до –20 °С, молотковую дробилку для измельчения промороженного прополиса в порошкообразное состояние, набор решет для отделения примесей, набор пресс-форм для прессования прополиса в брикеты ручным способом. Переработка с использованием в этой линии специальных станков для отделения примесей на решетах малоэффективна, так как в готовом продукте остается большое количество волокнистого ворса от холстиков, древесных частиц, измельченных остатков пчел и прочих примесей, которые невозможно отделить от таких же по размерам частиц прополиса. Существенным недостатком является то, что прессование прополиса осуществляется периодически с использованием ручной работы.

Прессование прополиса осуществляется периодически гидравлическим прессом с использованием ручной силы для нагнетания масла в гидроцилиндр пресса. Порционирование прополиса также производится вручную, рассыпанием продукта массой 25–100 г по пресс-формам, что в целом снижает производительность линии обработки прополиса и увеличивает трудоемкость.

Разработан формующий вальцовый пресс, выполненный в виде расположенных на раме двух формующих встречно-вращающихся вальцов, на цилиндрической поверхности которых выполнены ячейки для обеспечения дозированной подачи материала из бункера, закрепленного над вальцами. С торцевых сторон рамы установлены бабины для подачи пленки и упаковки брикетов. Пресс состоит из металлической рамы, на которой установлены четыре подшипниковые опоры, где закреплены валы формующих вальцов с выполненными на их цилиндрических поверхностях ячейками. Бабины, установленные на раме в одной плоскости с формующими вальцами, служат для подачи пленки на цилиндрическую поверхность формующих вальцов. Привод осуществляется через цепную передачу от мотор-редуктора. Встречное вращение вальцов обеспечивают приводные шестерни. Устройство оснащено системой дозирован-

ной подачи прессуемого материала, которая состоит из бункера и шнека-питателя. Прогретый прополис загружают в бункер, откуда шнеком-питателем подают в рабочую зону формующего вальцового пресса. При вращении вальцов навстречу друг другу на цилиндрическую поверхность вальцов с бабин подается пленка. При вращении вальцов объем подаваемого материала в прессующих ячейках уменьшается, в результате чего формируются и одновременно обжимаются пленкой с двух сторон брикеты прополиса. Использование формующего вальцового пресса в линии обработки прополиса позволяет объединить ручные операции разделения на порции, прессования и упаковки в один полуавтоматический процесс, что позволяет повысить производительность и снизить трудоемкость процесса обработки прополиса. Однако формующий вальцовый пресс не обеспечивает регулировку массы прессованного прополиса.

Получение гранулированного прополиса заданной массой осуществляется за счет получения прополиса в виде прутка в пленке, который впоследствии можно разрезать на различную длину для получения необходимой массы. Для получения гранулированного прополиса в виде прутка формующий вальцовый пресс представляет собой два формующих встречно-вращающихся вальца, на цилиндрической поверхности которых выполнены кольцевые проточки. В зависимости от формы сечения кольцевых проточек, выполненных на цилиндрической поверхности вальцов, прутку прессованного прополиса можно придать различную форму: круглую, овальную, квадратную, шестигранную и др. Для получения гранулированного прополиса разной массы пруток можно разрезать на отрезки необходимой длины.

Технология извлечения биологически активных веществ прополиса

Разработаны различные технологические режимы извлечения из прополиса биологически активных веществ (БАВ).

Один из таких режимов переработки прополиса при получении его биологически активных фракций (водный и спиртовый растворы, прополисная вода) включает экстрагирование

в течение 6 ч при 40, 70 и 92 °С, максимальное извлечение – при 92 °С. Соотношение прополиса и растворителя составляют 1:5 или 1:10.

Экстрагирование при комнатной температуре требует разбавления водой 1:20 и увеличения времени извлечения до 12 ч. В водных растворах содержится больше БАВ, обуславливающих физиологическое действие, чем в спиртовых. Прополис из северных районов России более богат БАВ (жирными кислотами и ненасыщенными веществами).

Водные экстракты получают из измельченного до порошкообразного состояния прополиса при смешивании его с частью воды и стабилизатором, смесь обрабатывают ультразвуком в течение 20–30 мин и настаивают. Затем в смесь добавляют оставшуюся предварительно ионизированную воду. Ионизацию воды проводят микро- и макроэлементами путем пропускания ее через шунгит и электролизер. В качестве стабилизатора используют ионы серебра. Соотношение прополиса и воды составляет 2:1. Экстракция проводится при 80–90 °С с последующим охлаждением и фильтрованием.

Прополисная вода готовится из нерастворимых в спирте остатков прополиса в соотношении 1:2.

Экстракт прополиса концентрированный получают из предварительно измельченного (до 1–3 мм) прополиса, который помещают в экстрактор и добавляют 96%-й этиловый спирт в соотношении 1:5. Экстракцию проводят при 78 °С в течение 2 ч. Перемешивание проходит за счет кипения спирта. Затем смесь охлаждают до 60 °С и фильтруют для удаления механических примесей. Часть спирта отделяют в выпарном аппарате. Отгонку проводят под вакуумом до содержания спирта не более 25%.

С учетом особенностей прополиса и с целью сохранения его свойств сотрудниками института пчеловодства (Вахонина Е. А., 2013) разработана технология производства концентрированного экстракта прополиса, который представляет спиртовую вытяжку прополиса без механических примесей и воска с минимальным содержанием остаточного количества растворителя. Процесс выработки продукта осуществляют в мягких условиях при темпера-

туре не выше 40 °С без доступа света и при минимальном воздействии кислорода воздуха. Первоначально из прополиса получают спиртовой раствор (вытяжку активных веществ).

Далее процесс приготовления концентрированного экстракта прополиса осуществляют в 4 этапа: 1. В стеклянную емкость наливают 96-градусный пищевой этиловый спирт и вносят мелкоизмельченный (порошкообразный) прополис. Соотношение прополиса и спирта составляет 1:10.

2. Активную экстракцию проводят при следующих условиях: продолжительность – 5–6 ч без доступа света при постоянном перемешивании на магнитной мешалке, температура спирта с вытяжкой прополиса поддерживается на уровне 29–36 °С.

3. Фильтрование (после отстаивания без доступа света) выполняют через предварительно взвешенный бумажный фильтр, на который переносят нерастворившиеся остатки. Остаток на фильтре промывают 80–100 мл спирта, который добавляют несколькими порциями. Остаток отжимают, жидкость присоединяют к фильтрату. Остаток подсушивают на воздухе и доводят до постоянной массы в эксикаторе над хлористым кальцием. Определяют массу остатка и используют его для приготовления прополисной воды.

4. Концентрирование (удаление растворителя) спиртового раствора прополиса выполняют под вакуумом при остаточном давлении $1 \cdot 10^{-2}$мм рт. ст., температуре 40±2 °С. Эти условия позволяют создать мягкий температурный режим сохранения термолабильных соединений прополиса.

Выход экстракта составляет от 44,3 до 88,1 г на 100 г прополиса. Количество концентрированного экстракта зависит от содержания нерастворимых при температуре 29–36 °С в этиловом спирте частей прополиса (механических примесей, воска и некоторых смолистых веществ). Количество сухих веществ в экстракте концентрированном зависит также от остаточного количества спирта.

Остаточное количество спирта косвенным путем определяют по коэффициенту рефракции. Чем больше остаточное количество спирта, тем меньше коэффициент рефракции. При остаточном ко-

личестве спирта в экстракте, например 30 %, коэффициент рефракции ($n^{20}_{Д}$) составляет 1,517–1,519, при остаточном количестве спирта в экстракте 50 % $n^{20}_{Д}$ = 1,446–1,450. Коэффициент рефракции 96-градусного этилового спирта равняется 1,3652. На качество экстракта, в том числе на содержание БАВ, оказывает влияние температура, при которой его получали. Так, если экстракт получали при температуре 60 °С, то содержание флавоноидных соединений в нем было ниже на 19 %, чем в экстракте, полученном при 29 °С. Антиокислительные свойства экстракта, полученного при температуре 60 °С, ниже на 51 %, чем экстракта, полученного в более мягких условиях, например при 29 °С. Таким образом, экстракт прополиса необходимо получать в мягких температурных условиях. Целесообразно извлекать экстракт при температуре около 30–40 °С и при этой же температуре удалять растворитель (спирт) с целью его сгущения, что возможно осуществлять при пониженном давлении (в вакуумной установке). В экстракте прополиса концентрированного воск практически отсутствует, так же как и нерастворимые вещества с механическими примесями. Флавоноидных соединений содержится не менее 25 %.

Настойки прополиса, изготовленные в условиях лаборатории, достоверно не отличаются от настойки заводского производства по стандартизуемым показателям качества. Настойку прополиса в условиях лаборатории готовят методом мацерации, для чего 10,0 г прополиса помещают в колбу на 200 мл и заливают 80 %-м этиловым спиртом до образования «зеркала», колбу плотно укупоривают во избежание потери экстрагента. Оставляют на 7 суток в темном месте при периодическом перемешивании для экстрагирования. Готовую настойку процеживают через тройной слой марли во флакон из темного стекла, отжимая сырье.

Способ, который позволяет повысить на 10 % сохранность биологически активных веществ, заключается в следующем. Препарат прополиса получают путем экстракции спиртосодержащим растворителем, затем экстракт обрабатывают растительным маслом в соотношении 1:5–10, при кипячении спирт отгоняют до его содержания в конечном продукте 0,1–0,5 %, а затем инкапсулиру-

ют в желатиновые капсулы, перед капсулированием вводят витамин А или его производные. При поступлении состава в капсулу на ее стенках спирто-масляный компонент взаимодействует с желатином стенок и образует внутренний гелевый слой.

Способ получения нанокапсул сухого экстракта прополиса заключается в том, что сухой экстракт прополиса добавляют в суспензию гуаровой камеди в бутаноле в присутствии 0,01 г сложного эфира глицерина с одной-двумя молекулами пищевых жирных кислот и одной-двумя молекулами лимонной кислоты в качестве поверхностно активного вещества при перемешивании 1000 об/мин, далее приливают ацетон, полученную суспензию нанокапсул отфильтровывают и сушат при комнатной температуре, при этом массовое соотношение «ядро: оболочка» составляет 1:1, 1:2 или 1:3.

Водные растворы прополиса можно получить путем охлаждения сырья, его измельчения и экстракции растворителем – водой, в которую опускают электроды, катодный электрод помещают рядом с прополисом и пропускают электрический ток. Экстракт прополиса содержит дополнительно введенные минеральные соли.

Получение субстанций прополиса фармакопейного качества направлено в основном на очистку с использованием различных способов и приемов, снижающих содержание механических включений и воска. Основным лекарственным препаратом, для производства которого используется пчелиный клей, является настойка прополиса, на изготовление которой берется 100 г субстанции прополиса (суммарно эти 100 г включают механические примеси, воск и сам прополис) и добавляется этиловый спирт до 1000 мл. Завышенное содержание механических включений и воска в субстанции может привести к снижению содержания действующих веществ, обладающих фармакологической активностью, и, как следствие, к снижению эффективности лекарственного препарата. Завышенное содержание воска может стать одной из причин появления осадка. Производителям предложено руководствоваться нормами, приведенными в ВФС 42–1084–81 «Прополис», так как субстанции с высокими нормами содержа-

ния механических включений (не более 20%) и воска (не более 25%) являются недоочищенными.

Разработан способ очистки прополиса-сырца от восковых и механических примесей, который состоит в следующем. Замороженный в течение 8–9 ч при температуре от –18 до –49 °С прополис измельчают на дробильной электрической установке до размера частиц 1–3 мм и смешивают с водой с температурой от 5 до 15 °С (в соотношении 1:5) в течение 4–5 мин, затем отстаивают 10–15 мин. Надосадок с примесями сливают, а осевший прополис высушивают при комнатной температуре (20–25 °С) на сите из нержавеющей стали с размером отверстий 0,1–0,3 мм в течение суток. Полученный порошок прополиса используют для получения водных и спиртовых экстрактов. Доля примесей, удаляемых из образцов прополиса, полученных на пасеках Орловской, Псковской, Тульской, Московской областей, Удмуртии и Краснодарского края составляет от 39,5 до 44,2% от массы исходного прополиса-сырца.

Для очистки прополиса применяют различные методы для этанольных экстрактов: 1) центрифугирование в течение 30 мин при 370g; 2) центрифугирование при –5 °С в течение 10 мин при 1850g дважды с интервалом 15 мин; 3) центрифугирование при 3340g в течение 2,5 мин дважды с интервалом 15 мин; 4) фильтрация через полиэфирсульфоновую мембрану 0,22 мкм; 5) фильтрация через нейлоновый мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм с использованием вакуумной системы Бюхнера. Наиболее эффективны и стабильны два метода центрифугирования: центрифугирование при 3340g в течение 2,5 мин и в течение 10 мин при 1850g, оба при –5 °С.

Предложен способ очистки сырья прополиса от токсичных элементов: свинца и кадмия, основанный на ионно-обменных процессах с использованием экстракции раствором нитрата аммония.

Состав минеральных соединений прополиса и остатков его переработки изучен крайне слабо. Известно, что в прополисе преимущественно содержатся K, Ca, P, Na, Mg, S, Cl, Al, Fe, V, Mn, Zn, Cu, Si, Sr, Se, F, Co. Вследствие высокого содержания жи-

роподобных веществ и восков прополис обладает способностью к повышенному накоплению тяжелых металлов – свинца, кадмия. Особого внимания заслуживает проблема накопления в прополисе токсичных элементов, главным образом свинца и кадмия, поступающих в прополис из атмосферы, пчеловодного инвентаря и препаратов. Большая часть макро- и микроэлементов в ходе выделения биологически активных веществ прополиса из запасов переходит в экстракт. Доля извлечения элементов в экстракт колеблется при этом от 3 до 39% от исходного содержания в прополисе и зависит как от химических свойств самого элемента, так и от условий извлечении (исходное сырье, растворитель, температура, давление и др.). Только натрий и никель концентрируются в остатке после глубокой переработки и не извлекаются в экстракт. Из токсичных элементов в экстракт переходит свинец (5% от содержания в прополисе). Кадмий при известных условиях экстракции равномерно распределяется в экстракте и в остатке глубокой переработки, что говорит о его частичном переходе в экстракт. Необходим более тщательный оперативный контроль безопасности исходного сырья и оптимизация технологии выделения биологически активных компонентов из прополиса. При переработке прополиса и промежуточных продуктов его переработки существует возможность корректировки в экстрактах и отходах экстракции минерального состава и уровня содержания токсичных элементов. Применение ионнообменных процессов и использование метода разбавления компонентов продукта, например медом, основой для апигранул и другими композиционными добавками, позволяет уменьшить содержание токсичных элементов до безопасного нормативного уровня. Регулировать состав продуктов экстракции и остатков переработки прополиса возможно с использованием органических растворителей разной концентрации. Изменение силы растворителя позволяет перераспределять переход минеральных элементов и органических действующих веществ в промежуточные и конечные продукты экстракции прополиса и дает возможность более эффективного использования сырья. Отходы глубокой переработки прополиса, состоящие преимущественно

из минеральных веществ, могут использоваться в производстве подкормок для растений, а также служить сырьем для получения биоминералов.

Загрязненность тяжелыми металлами (свинец и кадмий) образцов прополиса, собранных в различных районах Новосибирской области, а также их экстрактов незначительна и не превышает ПДК. Не выявлено миграции свинца и кадмия в экстракты прополиса.

§ 3.5. Хранение прополиса

Хранят прополис и прополисованные холстики при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не ниже 65 %. Гарантийный срок хранения прополиса – 10 лет со дня его получения.

Хранят экстракт прополиса концентрированного без доступа света при минимальном воздействии кислорода воздуха в банке темного стекла или другой емкости, разрешенной для хранения пищевых продуктов. После хранения экстракта концентрированного в течение 12 мес. массовая доля биологически активных соединений, в том числе флавоноидных и ненасыщенных, практически соответствовала свежеприготовленному экстракту.

Условия хранения при 6 °С прополисной воды – 10 дней, водного раствора – 5 мес.

При хранении происходит процесс изменения химических компонентов прополиса, зависящий от срока и температуры хранения. С увеличением срока хранения (от 4–6 мес. до 4 лет) наблюдается тенденция к снижению содержания свободных кислых соединений (кислотное число за 3 года хранения снижается с 87,5–116,4 до 45,4–57,3). Если прополис хранился при комнатной температуре, отмечено снижение на 14–16 %, а содержание свободных кислых соединений в прополисе, хранившемся при пониженной температуре (от 0 до 4 °С), несколько выше.

Содержание ненасыщенных соединений в прополисе при температуре хранения от 0 до 4 °С (йодное число 68,96±4,93) не превышает количества этих соединений в прополисе, хранившемся при 22 °С (йодное число 73,11±8,05). Количество нена-

сыщенных соединений в прополисе, поставленном на хранение, последовательно увеличивается.

Различные условия хранения не оказывают существенного влияния на антимикробную активность прополиса.

§ 3.6. Показатели качества прополиса

Партией считается любое, но не менее 100 г количество прополиса, предъявленное к сдаче и оформленное одним документом о качестве, где должно быть указано: наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак, наименование продукта, номер партии и количество мест в партии, дата получения (изготовления) – месяц, год, масса брутто и нетто, результаты испытаний, обозначение ГОСТ 28886-90, печать предприятия-изготовителя.

Качество прополиса как товарной продукции и исходного материала для фармацевтической промышленности регламентируется ГОСТ 28886-2019. По внешнему виду продукт должен представлять собой комки, крошку или брикеты с характерным смолистым, ароматным запахом (запах смеси меда, душистых трав, хвои, тополя). Структура прополиса должна быть плотная, в изломе неоднородная, цвет темно-зеленый, бурый или серый с зеленоватым, желтым или коричневым оттенком. Вкус горький, слегка жгучий. Прополис должен иметь твердую консистенцию при 20 °С и вязкую консистенцию при более высокой температуре (до 40 °С). Количество воска в прополисе не должно превышать 25 %, механических примесей – 20 %. Окисляемость – не более 22 с, количество окисляемых веществ в 1 $см^3$ раствора окислителя на 1 мг прополиса – не менее 0,6, йодное число – не менее 35. Содержание фенольных соединений, в том числе флавоноидных, в прополисе не должно составлять менее 25 %.

Требования к прополису, методы и методики определения показателей качества прополиса регламентированы и изложены в ГОСТ 28886-90 «Прополис. Технические условия» (табл. 3.3).

Контроль качества прополиса затруднен в связи с его сложным составом и отсутствием надежных методов анализа. Чистоту и качество прополиса определяют прежде всего по органолептическим показателям (внешнему виду, цвету, запаху, вкусу,

структуре, консистенции), а также по таким физико-химическим свойствам, как окисляемость, механические примеси, фенольные соединения, йодное число, качественные реакции на флавоноидные соединения.

Чем меньше в прополисе механических примесей и воска, тем выше его качество. Для предотвращения снижения качества прополиса при его получении и обработке не допускается в технологическом процессе нагревание прополиса и отделение из него механических примесей водой.

Стандарт 28886-90 распространяется на прополис (пчелиный клей), заготовляемый для промпереработки.

Таблица 3.3

Показатели качества прополиса по ГОСТ 28886-90

Показатель	Характеристика, норма
Внешний вид	Комки, крошки или брикеты
Цвет	Темно-зеленый, бурый с оттенком
Запах	Характерный смолистый
Вкус	Горький, слегка жгучий
Структура	Плотная, в изломе неоднородная
Консистенция	Вязкая – при t = 20–40 °С; Твердая – при t ниже 20 °С
Окисляемости, с, не более	22,0
Доля воска, %, не более	25,0
Доля механических примесей, %, не более	20,0
Доля флавоноидных и фенольных соединений, %, не менее	25,0
Йодное число, %, не менее	35,0
Количество окисляемых веществ в 1 см раствора окислителя на 1 мг прополиса, не менее	0,6

Межгосударственный стандарт ГОСТ 28886-2019 «Прополис. Технические условия» введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2020 г. В нем определяется, что прополис получают на пасеках путем соскабливания с различных частей улья и с применением специальных приспособлений, побуждающих пчел к откладыванию на

них прополиса (решеток, летковых кассет, холстиков) в соответствии с требованиями ветеринарных правил.

ГОСТ 28886-2019 распространяется на прополис, предназначенный для использования в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности, который по органолептическим и физико-химическим показателям должен соответствовать требованиям, изложенным в табл. 3.4.

Йодное число, количество окисляемых веществ и количество полифенольных соединений определяют при возникновении разногласий в оценке прополиса.

Таблица 3.4

Органолептические и физико-химические показатели прополиса по ГОСТ 28886–2019

Наименование показателя	Характеристика, норма
Внешний вид	Комки, крошки или брикеты
Цвет	Темно-зеленый, бурый или серый с зеленоватым, желтым или коричневым оттенками
Запах	Характерный смолистый (смесь запахов меда, душистых трав, хвои, тополя)
Консистенция	Плотная, в изломе неоднородная
Структура	Вязкая – при 20 °С – 40 °С, твердая – ниже 20 °С
Вкус	Горький, слегка жгучий
Окисляемость, с, не более	22,0
Массовая доля механических примесей,%, не более	20,0
Массовая доля воска,%, не более	25,0
Массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений,%, не менее	25,0
Полифенольные соединения, мг/г, не менее	10,0
Йодное число,%, не менее	35,0
Количество окисляемых веществ в 1 см раствора окислителя на 1 мг прополиса, см/мг, не менее	0,5

Прополис по показателям безопасности должен соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и Единым ветеринарным (ветеринарно-санитарным) требованиям, предъявляемым к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору), от 18.06.2010 г. № 317, с изменениями, утвержденными Решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 г. № 830.

Прополис получают на пасеках, благополучных по санитарно-эпидемиологическому режиму (отсутствие американского и европейского гнильцов и других инфекционных болезней) в течение последних 3 месяцев.

Каждую партию прополиса, поступающую с пасеки для реализации населению или промышленной переработки, сопровождают документом, установленным нормативными правовыми актами.

На потребительскую упаковку и/или на этикетку наносят маркировку, которая должна содержать: наименование продукта, год сбора, дату фасования в потребительскую упаковку, срок годности, условия хранения продукта, массу нетто, наименование и местонахождение изготовителя продукта, пищевую ценность, обозначение ГОСТ 28886-2019, единый знак обращения: продукции на рынке, товарный знак изготовителя (при наличии), информацию о подтверждении соответствия. Допускается наносить на потребительскую упаковку дополнительные сведения информационного (в т.ч. штриховой код) и рекламного характера.

Прополис фасуют в чистую сухую прочную без посторонних запахов потребительскую упаковку из материалов, разрешенных для упаковывания пищевых продуктов и не пропускающих свет. Пределы допускаемых отрицательных отклонений массы продукта в одной упаковочной единице от номинальной не должны превышать норм, указанных в ГОСТ 8.579-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте».

Упаковка и материалы, используемые для упаковывания и укупоривания прополиса, должны обеспечивать сохранность качества и безопасности продуктов при их транспортировании, хранении и реализации. Потребительскую упаковку с продуктом упаковывают в транспортную упаковку по ГОСТ 34033 «Упаковка из картона и комбинированных материалов для пищевой продукции. Технические условия».

Транспортная упаковка должна обеспечивать сохранность продукта при транспортировании, хранении и реализации. Прополис, отправляемый в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, упаковывают по ГОСТ 15846-2002 «Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

Анализ показателей качества, включенных в отечественные стандарты на фармацевтическую субстанцию «Прополис» (ВФС 42-1084-81, ГОСТ 28886-90, фармакопейные статьи предприятий и проекты фармакопейных статей предприятий), показывает отсутствие единого подхода в разработке проектов нормативной документации в связи с отсутствием единого государственного стандарта качества на фармацевтическую субстанцию «Прополис». У большинства производителей отсутствует показатель «Окисляемость», различаются нормы по показателям «Описание», «Растворимость», «Механические включения», «Воск». Методики подтверждения подлинности (качественные реакции на флавоноиды) и количественного определения (УФ-спектрофотометрия) мало информативны и неспецифичны, отражают суммарную оценку всей группы фенольных соединений, входящих в состав фармацевтической субстанции, в то время как совершенствование стандартизации лекарственного сырья природного происхождения требует оценки отдельных компонентов биологически активных соединений, определяющих терапевтическое действие лекарственного препарата.

Поскольку существенную часть соединений, образующих прополис, составляют соединения флавоноидной природы, в ВФС 42-1084-81 «Прополис» подлинность флавоноидов

подтверждается двумя качественными реакциями: с порошком магния в кислой среде и с раствором свинца (II) уксуснокислого. Реакция восстановления магнием в присутствии хлористоводородной кислоты (проба Chinoda) является общей реакцией на флавонолы, флаваноны и флавоны, в результате которой наблюдается постепенное окрашивание раствора в красный цвет. Реакция определения подлинности с раствором свинца (II) уксуснокислого основного относится к реакциям комплексообразования, в которую вступает группа флавоноидов: флавоны, халконы, ауроны, содержащие свободные орто-гидроксильные группы в кольце В. При добавлении к спиртовому раствору прополиса раствора свинца (II) уксуснокислого основного образуется осадок, окрашенный в желтый цвет.

В нормативную документации на субстанцию для характеристики подлинности производители включают обе вышеуказанные качественные реакции. Но в последние годы все большее распространение получают физико-химические методы анализа, с помощью которых предоставляется возможность выделения и определения отдельных веществ (флавоноидов) из лекарственного сырья, обладающих фармакологическим действием, и качественные реакции в данном случае малоинформативны, так как позволяют идентифицировать вещества флавоноидной природы, а не отдельные их группы.

В Китайской фармакопее для идентичности прополиса включен метод ТСХ с использованием стандартных образцов кризина и галангина, относящихся соответственно к группе флавонов и флавонолов. На способности флавоноидов растворяться в спирте и поглощать в области УФ-спектра основана методика количественного определения в прополисе.

В ВФС 42-1084-81 и в ГОСТ 28886-90 включено количественное определение фенольных веществ (флавоноидов и других фенольных соединений) методом спектрофотометрии. Так как УФ-спектр спиртового раствора прополиса имеет максимум поглощения при длине волны 290 нм, определение проводится напрямую, без использования приемов для удаления соединений других классов, которые могут оказывать влияние на результаты

анализа (хлорофиллы, жирные масла, эфирные масла и др.). При расчете используется величина удельного поглощения, т.е. коэффициент пропорциональности оптической плотности и концентрации суммы фенольных соединений прополиса.

В ГОСТ 55312-2012 «Прополис. Метод определения флавоноидных соединений» включена спектрофотометрическая методика количественного определения суммы флавоноидных соединений. Методика основана на спектрофотометрическом определении оптической плотности комплексов, образующихся при взаимодействии флавоноидов, имеющих гидроксильную группу в молекуле, с раствором алюминия хлорида. Определение проводят в максимуме поглощения в интервале длин волн от 390 до 420 нм. В качестве стандартного образца используется рутин, на который осуществляется пересчет суммы флавоноидов.

В ГОСТ 55488-2013 «Прополис. Метод определения полифенолов» включена спектрофотометрическая методика определения суммарного содержания полифенольных соединений водно-спиртового экстракта прополиса модифицированным методом Фолина – Чокальтеу в пересчете на галловую кислоту. Определение проводят в максимуме поглощения при длине волны 765 нм. В качестве стандартного образца используется галловая кислота. Указанные методики более специфичны, чем методика, включенная в ВФС 42-1084-81 и в ГОСТ 28886-90, однако в реакции с хлоридом алюминия и реактивом Фолина – Чокальтеу вступают и другие соединения. Поэтому недостатком указанных спектрофотометрических методик является недостаточная селективность. Совершенствование стандартизации лекарственного сырья природного происхождения требует оценки отдельных компонентов биологически активных соединений, определяющих терапевтическое действие лекарственного препарата, получаемых из лекарственного сырья. В этой связи наиболее перспективно использование метода ВЭЖХ. Так, в стандарт на прополис Китайской фармакопеи включена методика ВЭЖХ количественного определения кризина и галангина (с нормами «не менее 2 %» и «не менее 1 %» соответственно) и с использованием стандартных образцов кризина и галангина.

§ 3.7. Биологическая активность прополиса

Биологическая активность прополиса определяется взаимодействием всех входящих в его состав компонентов. Прополис может применяться как антимикробное, противовирусное, противопаразитарное, антикоагуляционное, противогрибковое, радиопротекторное, иммуностимулирующее, анестезирующее, антиоксидантное, консервирующее и дезодорирующее средство, для профилактики и лечения простудных заболеваний, ран или язв, ревматизма, сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, кариеса и некоторых других заболеваний. Биологические эффекты воздействия прополиса на организм определяются входящими в его состав химическими соединениями или классами соединений, ассоциированных с соответствующим эффектом.

Антибактериальные свойства определяют различные флавононы, флавоны, фенольные кислоты и их эфиры, пренильные эфиры р-кумариновой кислоты, лабдановые дитерпены.

Антивирусные эффекты определяют полифенолы, фенил-карбоксильные кислоты, эфиры замещенных циннамовых кислот, кофейная кислота, кверцетин, лютеолин, фисетин, квертеагетин.

Подавление микромицетов определяется наличием пиноцембрина, галангина, бензойной и салициловой кислот, ванилина.

Противопаразитарные воздействия связывают с флавоноидами, фенольными кислотами, бензопиранами.

Противоязвенные воздействия определяют полифенолы, флавоноиды, кофейная кислота.

Антиоксидантные свойства связывают с наличием флавоноидов и их эфиров.

Радиаопротекторные свойства определяются наличием различных пренильных эфиров р-кумариновой кислоты, флавоноидов.

Гепатопротекторные свойства определяются наличием различных флавоноидов, феруловой и кофейной кислот, различных пренильных эфиров р-кумариновой кислоты, флавоноидов, лигнанов.

Противоопухолевые свойства обеспечивают кофейная кислота, фенэтиловые эфиры кофеиновой кислоты, апигенин, кверцетин, генистеин, рутин, р-кумариновая кислота, феруловая кислота, кемпферол, нарингенин, артипеллин-С.

Противовоспалительные свойства обеспечивают флавононы, флавоны, фенольные кислоты и их эфиры, артипеллин-С.

Антидиабетические эффекты определяют различные флавоноиды, феруловая кислота, кофейная кислота, различные пренилловые эфиры р-кумариновой кислоты, флавоноиды, лигнаны.

Кардиопротекторные эффекты определяют фениловые эфиры кофеиновой кислоты, акацетин, хризин, кверцетин.

Прополис широко применяется в косметических препаратах и фармацевтических продуктах и является одним из наиболее широко используемых натуральных продуктов. Однако эффективность биологической активности зависит от химического профиля и состава каждого вида прополиса. Этот состав связан с разнообразием местной флоры, местом и периодом сбора, а также генетикой пчел.

Большинство последних исследований новых компонентов прополиса связаны с их биологической активностью. Единственный вывод, который можно сделать на данном этапе, заключается в том, что необходимы систематические исследования для определения химического состава, биологически активных соединений и основных растительных источников прополиса в различных географических регионах. Эти знания могут помочь сформулировать ограниченное число «химических типов» прополиса и биологическую активность, связанную с этой химией.

Экстракты прополиса снижают концентрацию свинца и кадмия в органах и тканях лабораторных животных. Спиртовой экстракт уменьшает содержание свинца во внутренних органах животных относительно животных, не получавших их, на 13,9–74,4%, содержание кадмия на 27,8–89,14%.

Различные образцы прополиса ингибируют рост возбудителей грибковых и бактериальных болезней пчел. Дифференциальная активность наблюдается как между образцами, так и между патогенами.

Исследовав действие прополиса на 74 штаммах микроорганизмов, которые относятся к 19 патогенным и непатогенным видам, В. П. Кивалкина (1978 г.) установила, что различные виды (и штаммы) микроорганизмов проявляют неодинаковую чувствительность к прополису: одних он убивает, у других только задерживает рост и развитие. Более чувствительны к прополису грамположительные бактерии.

Изученные Т. В. Вахониной с соавторами 80 образцов водных растворов прополиса оказались активными в отношении всех испытуемых микробов, проявляли бактериостатическое и бактерицидное действие на грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы. Рост бацилл и стафилококка задерживался при концентрациях 1,25–5 мг/мл; бактерий кишечной группы и синегнойной палочки – при концентрации 15, 20 и 40 мг/мл; гриб *Candida albicans* не давал роста при 10–15 мг/мл. Бактерицидное действие водные экстракты оказывали на грамположительные бактерии в дозах 5–15 мг/мл, на грамотрицательные – в дозах 20–40 мг/мл, на гриб *Candida albicans* – в дозах 20–30 мг/мл.

Важным свойством прополиса является его действие на возбудителя туберкулеза (микобактерии), причем наиболее сильное именно на возбудителя человеческого типа.

В высоких концентрациях прополис задерживает рост ряда грамотрицательных бактерий – возбудителей паратифа, токсикоинфекций, упорных раневых инфекций, трудно поддающихся действию антибиотиков. В отличие от последних прополис не вызывает устойчивости микроорганизмов, не влияет на состав кишечной микрофлоры и при продолжительном применении внутрь не приводит к дисбактериозу. При совместном назначении с антибиотиками (пенициллином, стрептомицином, тетрациклином, неомицином, мономицином, олеандомицином, полимиксином) он повышает их эффективность и продолжительность действия.

Спиртовый экстракт прополиса оказался активным в отношении грамположительных бактерий. Грамотрицательные бактерии проявляли устойчивость к сравнительно высоким концентрациям спиртового экстракта; отдельные штаммы не давали роста

при концентрации 40 мг/мл. Бактериостатические дозы для грамположительных бактерий – 0,62–2,5 мг/мл, для грамотрицательных бактерий – 40 мг/мл и выше, для грибов *Candida albicans* – 15–40 мг/мл и выше. Бактерицидное действие прополиса проявляется в более высоких концентрациях спиртовых экстрактов по сравнению с водными.

В целом противомикробным действием обладают водные, спиртовые, глицериновые, масляные растворы прополиса, причем это действие прямо пропорционально концентрации растворов, т.е. 10%-е растворы значительно эффективнее 1–5%-х.

Имеются различия в степени и характере антимикробной активности прополиса в зависимости от его географического и ботанического происхождения.

Противомикробная эффективность прополиса не снижается при хранении его в течение 3–4 лет. Вещества, обусловливающие бактерицидное и бактериостатическое действие, устойчивы к высокой температуре и практически не разрушаются при нагревании растворов.

Многочисленные исследования демонстрируют биологический потенциал использования прополиса в ветеринарии, показывая возможности применения экстрактов прополиса в различных рецептурах. Существует небольшое количество ветеринарных препаратов на основе прополиса, имеющих зарегистрированный патент.

§ 3.8. Прополис как ингредиент продуктов питания и лекарственных препаратов

В большинстве стран использование прополиса в сфере медицины и пищевых добавок не регламентировано. В некоторых странах, например в Австрии, Франции, Испании, Японии, Тайвани, Корее, США и Бразилии, прополис считается пищевой добавкой, а также продуктом пчеловодства наряду с пчелиной пыльцой, медом и маточным молочком. В других странах, таких как Швейцария и Германия, прополис является регламентированным лекарственным препаратом. Благодаря широкому диапазону биологических свойств и сильной вариации фармакологических

эффектов, применение прополиса является проблематичным для внедрения в качестве препарата с таргетными свойствами. Наиболее перспективным считается активное внедрение прополиса в качестве пищевой добавки в различные продукты для расширения возможностей и инновации в сфере производства функциональных продуктов питания.

Разработана технология производства растительного масла с биологически активными веществами прополиса. Растительные масла обогащают биологически активными веществами прополиса, используя диффузионный метод, нагревая в растительном дезодорированном масле прополис, с последующим отделением жидкой фракции. Прополис значительно улучшает потребительские свойства готового продукта, что обусловлено наличием в нем комплекса биологически активных компонентов: содержание витамина Е по сравнению с контрольным образцом возрастает в 2,4 раза, содержание ненасыщенных кислот увеличивается: олеиновой – на 3,7%, линолевой – на 5,3%.

Термостатным способом получены опытные образцы йогуртов, которые обогащали прополисом, установлено оптимальное количество вносимого ингредиента (0,4% на 100 мл йогурта) на основе оценки качества по органолептическим показателям. Нарастание кислотности в йогуртах, обогащенных прополисом, происходило медленнее, чем в йогуртах контрольной группы, а число молочнокислых микроорганизмов в опытных образцах было выше, чем в контрольных. Увеличение числа молочнокислых бактерий повышает качество йогуртов, а также диетические и лечебные свойства, увеличивает потребительную ценность йогуртов.

Прополис входит в состав таких лекарственных препаратов, как Пропогелиант, Мипропол, Пропофаренгит, Антиэкзим, Флорал, Прополан, Пропоцеум, Мелпросепт, Пропосепт, Продерм.

Отечественный препарат Пропоцеум, представляющий собой 10%-ю мазь экстракта прополиса, приготавливаемую на водно-эмульсионной основе, оказывает эффективное действие при лечении воспалительных процессов в ротовой полости, носоглотке и гортани. Тонизирующее действие на организм оказывает препарат Мелпросепт, представляющий собой пчелиный мед, к которо-

му добавлена вытяжка из прополиса. Он восстанавливает силы при физическом и умственном переутомлении, слабости после перенесенных тяжелых заболеваний или хирургической операции. Сироп с прополисом рекомендуется в качестве сосудорасширяющего средства и понижающего кровяное давление. Оказывает он также бактерицидное действие при заболеваниях дыхательных путей и органов пищеварения. Антисептическим, противовоспалительным и репаративным (восстанавливающим) действием обладают таблетки Пропосепт, в состав которых входит прополис. В состав суппозиториев (свечей) и облаток Мипропол кроме прополиса включены мед, пыльца и маточное молочко. Они имеют широкий спектр действия и назначаются в качестве стимулирующего, тонизирующего, ранозаживляющего, противовоспалительного, антисептического, обезболивающего, противоаллергического, питательного средства. Для наружного применения выпускается препарат Продерм, представляющий собой 10-, 20-, 50-процентные спиртовые растворы прополиса. Назначается при лечении ожогов, экзем и других заболеваний кожи. Для смазывания десен при гингивитах в стоматологии используют прополисовый препарат Дентотроп. Ряд препаратов рекомендуется для применения при болезнях уха, горла и носа. Среди них Пропогелиант – раствор прополиса в подсолнечном масле (назначается при острых и хронических ринитах), эмульсия, состоящая из прополиса, пчелиного меда и маточного молочка (рекомендуется при лечении фарингитов). В офтальмологии применяют препарат Офталмосепт, содержащий 2% лиофилизированного прополиса. Представляют интерес и другие препараты с прополисом. Например, капсулы Аагард (Дания) защищают от раздражения слизистую оболочку пищевода и желудка. Крем Флорал (СРР), используемый как косметическое средство, оказывает регенерирующее воздействие на кожу. Под таким же названием выпускается жидкость для полоскания рта, содержащая кроме спиртового раствора прополиса ментоловое и эвкалиптовое масла, спиртовые вытяжки из корицы и гвоздики.

К радиопротекторным и антиоксидантным препаратам относятся Флора-6 и Мелисан-3, разработанные в Институте пчеловодства Аграрной АН Украины, основными компонентами

которых являются мед, экстракт прополиса, цветочная пыльца, ликвиритон и настойка эхиноцеи пурпурной. Они ускоряют выведение инкорпорированного радиоцезия из организма человека, проявляют радиопротекторное и антиоксидантное действие.

Наряду с многочисленными положительными свойствами прополиса обнаружена и его способность вызывать аллергические реакции. Как правило, они проявляются у лиц, страдающих повышенной чувствительностью к ужалениям пчел. Аллергия проявляется в виде дерматитов, протекающих остро, нередко с повышением температуры до 38 °С и выше. Наиболее часто повышенная чувствительность к прополису проявляется у лиц, страдающих аллергическими заболеваниями – бронхиальной астмой, экземой, крапивницей, диатезами и т. д. Иногда причиной аллергии являются длительные ингаляции с прополисом. Вопрос, какие именно компоненты прополиса вызывают аллергию, остается нерешенным.

В России запатентованы способы производства карамели, растительного и сливочного масла, напитков (сбитень, медовый пенный, ликер, водка) с прополисом.

Технология изготовления колбасных изделий была разработана с целью консервирования мясного сырья и увеличения сроков его хранения. Срок хранения колбасных изделий, в зависимости от сырья и режимов термического воздействия, составляет от 2–3 суток до 3–4 месяцев, что обеспечивает их длительную реализацию. С целью предотвращения плесневения оболочек сырокопченых и варенокопченых колбас рекомендуется использовать обработку колбасных оболочек и батонов колбас 10%-м спиртовым раствором прополиса.

Прополис используют в качестве ингредиента препаратов, применяющихся для защиты растений от возбудителей грибных и бактериальных инфекций.

Прополис является натуральным продуктом с большим потенциалом для использования в медицине человека и ветеринарии. С другой стороны, в отличие от продуктов, получаемых из лекарственных растений, его состав необычайно разнообразен; образцы различного географического происхождения могут обладать

совершенно разным химическим составом. Эта изменчивость создает серьезную проблему для медицинского применения прополиса и контроля его качества. Основные возникающие трудности связаны с отсутствием какого-либо контроля за происхождением прополиса, а знание происхождения имеет решающее значение при определении состава. Необходимы дальнейшие исследования химического состава пчелиного клея и биологической активности выделенных из него веществ. Знание активных соединений необходимо для разработки ряда «местных» типов прополиса, основанных на географическом происхождении, например «европейский», «северорусский», «бразильский», или ботаническом происхождении: «тополиный», «березовый» и проч. Для целей контроля качества химические испытания должны сочетаться с биологическими, в частности с противомикробными испытаниями. Такой подход требует систематических исследований и возможен только при совместных усилиях многих ученых, пчеловодов, общественных национальных и международных организаций, правительств.

Вопросы и тесты для самопроверки к главе 3

Ответьте на вопросы

1. Откуда и для чего пчелы добывают прополис?
2. Какие химические вещества входят в состав прополиса?
3. Каковы биологические основы получения прополиса?
4. Какие технологии используются для получения прополиса?
5. Какие технологии используются для очистки прополиса?
6. Какие технологии используются для получения биологически активных веществ прополиса?
7. На каких свойствах прополиса основано его использование в медицине?
8. На каких свойствах прополиса основано его использование в пищевой промышленности?
9. Как правильно хранить прополис, прополисованные холстики, экстракты прополиса?
10. По каким показателям определяют качество прополиса?
11. По каким показателям выявляют фальсификаты прополиса?

12. Какие физико-химические свойства прополиса следует учитывать при его переработке?

13. Какие требования техники безопасности следует соблюдать при работе с прополисом?

Выберите правильный ответ

1. Пчелы используют прополис:
   а) для еды;
   б) для защиты гнезда от врагов;
   в) для утепления и дизинфекции гнезда;
   г) для удовольствия.
2. От пчелиной семьи можно получить прополиса:
   а) 50–100 г;
   б) 100–200 г;
   в) 200–300 г;
   г) 300–400 г.
3. Оптимальные сроки сбора прополиса:
   а) сразу после зимовки пчел;
   б) сразу после медосбора;
   в) за 60 дней до медосбора;
   г) за 60 дней до постановки на зимовку.
4. Свойства прополиса, определившие его использование человеком:
   а) хороший герметик;
   б) хороший антидепрессант;
   в) хороший антисептик;
   г) хороший источник витаминов.
5. Вещества, преобладающие в составе прополиса:
   а) белки и жиры;
   б) витамины и ферменты;
   в) смолы и эфирные масла;
   г) жиры и органические кислоты.

Ответы: 1 – в, 2 – а, 3 – г, 4 – в, 5 – в.

Глава 4. ПЫЛЬЦЕВАЯ ОБНОЖКА

§ 4.1. Биологические основы получения пыльцевой обножки

Цветочная пыльца образуется в пыльниках растений и является их половой клеткой – мужской гаметой. Размер и форма пыльцевых зерен индивидуальны для каждого вида растения.

Пчелы собирают пыльцу растений при помощи ротовых органов, волосков, покрывающих тело, щеточек на первых члениках лапок задних ножек. Скрепляя собранную пыльцу выделениями слюных желез и нектаром, пчелы формируют комочки – обножку, которую располагают на внешней стороне голени задних ножек в особом образовании – корзиночке.

Масса одной обножки колеблется от 3–4 до 10–12 мг и зависит от вида растений, с которых собрана, от погодных условий сбора и от физиологического состояния и породы пчел. Летом масса каждой обножки может достигать 12 мг, весной или осенью ее масса не более 8–10 мг, средняя масса одной обножки составляет 7,5 мг и в ней содержится 3–5 млн пыльцевых зерен.

Комочки обножки могут быть различного цвета в зависимости от вида растения-пыльценоса: красные – с груши, персика, конского каштана; оранжевые – с подсолнечника и одуванчика; зеленые – с липы, клена и рябины; золотисто-желтые – с шиповника, крыжовника, гречихи, дягиля и орешника; коричневые – с эспарцета, лугового василька, красного и белого клевера; фиолетовые – с синяка и фацелии; белые – с яблони и малины.

В течение дня пчелы посещают несколько видов цветущих растений и приносят в улей смешанные (полифлорные) обножки. Однако в большинстве случаев при сборе пыльцы пчелы обнаруживают постоянство, посещая растения определенного вида. Несмотря на большое разнообразие цветков, в качестве основных источников нектара и пыльцы они используют немногие, чаще от 4 до 6 видов. Цветочную пыльцу, собранную пчелами, можно характеризовать по пыльце преобладающего вида растения. Монофлорной можно считать обножку, которая содержит 50–60 %

пыльцы растений одного основного вида. Некоторые виды пыльцы содержат вещества, привлекающие летных пчел.

Обножку летная пчела приносит в улей и складывает в пчелиные ячейки сота преимущественно около расплода. При заполнении ячейки примерно на половину или две трети ульевые пчелы уплотняют обножку и затем заливают медом. За счет ферментов секрета глоточных желез пчел и меда, а также благодаря развитию микроорганизмов в анаэробных условиях обножки превращаются в пергу или «пчелиный хлеб». В весенне-летний период (в мае и июне в условиях Сибири) во время цветения основной массы пыльценосов пчелы приносят до 75% пыльцы от всего количества собираемого за весь активный период. К осени большую часть принесенной обножки пчелы съедают.

Обножка и перга являются источником белка, жира, минеральных веществ и витаминов для пчел. Годовая потребность пчелиной семьи, по данным разных авторов, составляет от 20–30 до 40–50 кг перги. Потребление пыльцы взрослыми молодыми пчелами обеспечивает функционирование желез, вырабатывающих маточное молочко, ферменты и воск. Семья, выкармливающая 160–180 тыс. пчел, расходует за сезон 15–25 кг пыльцы или перги.

Годовой сбор обножки полноценной семьей составляет около 55 кг. Исследования других авторов свидетельствуют, что пчелы за год собирают до 60 кг при дневном приносе на уровне до 1 кг, а в редких случаях (в сильных семьях) – до 2 кг. Экспериментально было установлено, что семья массой 1,5 кг пчел потребляет за год 15–20 кг перги.

Исследованиями, проведенными в институте пчеловодства, показано, что у стандартной семьи годовая биологическая потребность в пыльце составляет 20 кг, а пчелы сильной семьи расходуют до 35 кг перги. Только на выращивание всего расплода в течение года пчелы стандартной семьи расходуют в среднем 16,6 кг перги. Таким образом, по расчетам, в полноценной семье количество обножки, которая будет в избытке и может быть отобрана из гнезда как товарная продукция, составляет 12–15 кг.

По данным французского исследователя Алена Кайяса, от семьи пчел безболезненно для их состояния и продуктивности можно получить 2–3 кг обножки. Максимальные сборы обножки пыльцеуловителем достигают 250 г в сутки. По данным Г. Таранова (1986 г.), от сильных семей в хорошую теплую погоду можно получить 100–120 г пыльцы в виде обножек за день, а за сезон – до 3 кг без ухудшения выкормки расплода и медосбора. По данным других авторов, за сезон от полноценной сильной семьи можно получить по 5–6 кг обножки.

По различным оценкам годовой сбор цветочной пыльцы (пчелиной обножки) составляет от 1–3 до 10–15 кг с каждой пчелиной семьи. Сотрудники Башкирского государственного аграрного университета установили, что даже при одинаковой силе семьи и при равном количестве расплода (при одинаковой потребности в белковом корме) пчелы приносят различное количество пыльцы. Следовательно, у каждой семьи существуют индивидуальные особенности ее сбора. Это позволяет вести селекцию в данном направлении с целью получения линий, отличающихся повышенной пыльцесобирательной активностью.

Дефицит белкового корма в гнезде побуждает летных пчел к повышению летной активности и поиску растений-пыльценосов. После восполнения запасов перги пчелиная семья перестает приносить в улей обножку. Это обусловлено еще недостаточно изученным механизмом ограничения объемов белкового корма в гнезде. Неизбежное восполнение недостатка белкового корма и наличие механизма, ограничивающего его количество в гнезде, являются **биологической основой получения** пчелиной обножки в качестве продукта пчеловодства.

§ 4.2. Химический состав пчелиной обножки

Химический состав пчелиной обножки сложен и разнообразен, он зависит от вида растений, с которых собрана пыльца, и места сбора.

Азотистые соединения белковой (белки, ферменты, нуклеопротеиды) и небелковой (пептиды, свободные аминокислоты) природы подвержены изменениям в течение сезона.

Наибольшие колебания наблюдаются в содержании небелкового азота.

Количество белков и аминокислот в пыльце обусловлено видом растения. Содержание белка колеблется от 7 до 30%. В обножке, собранной с фацелии, обнаружено 34,9% белков, садовых культур – 28,2, клевера лугового – 27,2, василька синего – 24,9, одуванчика – 15,79%.

Незаменимые аминокислоты белка и свободные аминокислоты определяют ценность и качество обножки и являются фактором, регулирующим пыльцесобирательную деятельность пчел. Среди аминокислот в обножке чаще преобладают аспаргиновая и глутаминовая. Обножка весеннего и летнего сборов различается как по количественному, так и по качественному составу аминокислот. Содержание аминокислот в обножке, собранной в подтаежной, лесостепной и степной зонах Западной Сибири, составляло 24,1; 16,1 и 13,9% к сырому протеину.

Например, по данным литовских исследователей, сумма аминокислот высушенной обножки составляла 173,4 в весеннем сборе и 262,0 г/кг продукта – в летнем, в том числе количество незаменимых аминокислот – 79,4 и 115,8 г/кг продукта соответственно.

Обножка содержит около 30 ферментов (амилазы, липазы, инвертаза, протеаза, глюкозооксидаза, аминотрансферазы и др.), но их количество и активность существенно зависят от вида растения и места сбора пыльцы.

Углеводы представлены моно- (глюкоза, фруктоза), ди- (мальтоза, сахароза) и полисахарами (крахмал, клетчатка, пектиновые вещества), их содержание может достигать 40%.

Липиды (нейтральные жиры и жироподобные вещества – липоиды) составляют свыше 3%. Обнаружены в пыльце незаменимые жирные кислоты – линолевая, линоленовая, арахидоновая. Количество жира (липидов, составляющих эфирную фракцию) составляет в среднем 15% и колеблется в зависимости от вида растения, с которого собрана пыльца, – от 3,5 до 33,0%. Наибольшее количество липидов содержится в пыльце, собранной пчелами с одуванчика. Характерным является наличие в обнож-

ке жирных кислот с небольшим количеством углеродных атомов (C_{11}–C_{14}). В обножке найдены деценовые (жирные) кислоты, содержащие в молекуле 10 углеродных атомов (C_{10}), которых определено около 1 % при расчете на абсолютно сухую массу обножки. В пыльце ручного сбора деценовых кислот не обнаружено.

Значительное количество ненасыщенных (линолевой и линоленовой) кислот определено в пыльце ивы, кипрея, одуванчика. В пыльце клевера и гречихи установлено наличие арахидоновой кислоты.

В обножке содержится значительное количество липоидов, в том числе фосфолипиды (в основном лецитины) – 1,4–4,2 %, стеролы. В пыльце многие стеролы входят в состав и образуют оболочку пыльцевых мембран. Стероидные соединения пыльцы (0,6–1,6 %): бета-ситостерол, стигмастерин, фукостерин, кампестерин, 24-метиленхолистерол и др. Насекомые не способны синтезировать стеролы в своем организме, они получают их из пыльцы. Пчелы предпочитают полифлорный сбор монофлорному, чтобы обеспечить необходимое количество стеролов для своей жизнедеятельности.

Непредельные углеводороды представлены трикозаном, паноказаном, высшими спиртами.

В пыльце выявлено 28 минеральных макро- и микроэлементов, всего около 3 %. Особенно богата обножка железом, медью и марганцем. Много солей калия (400 мг / 100 г), фосфора (190–580 мг /100 г), кальция.

Обножка является основным источником витаминов для пчел. Пыльца всех видов содержит каротиноиды, состав и доля которых зависят от ботанического происхождения. Представлены α- и β-каротинами, ликопином, ксантофиллом, их содержание колеблется в пределах от 0,6 до 212 мг/100 г абсолютно сухой массы обножки. Богата каротиноидами обножка ивы, одуванчика, осота, вишни. Содержание каротиноидов в обножке может различаться в 400 раз по видам растений-пыльценосов.

В пыльце желтой акации, кипрея, липы, гречихи много витамина Е (α-токоферола). Богата токоферолом (от 21 до 170 мг/100 г) обножка яблони, одуванчика, борщевика, кипрея, липы, гречихи.

Суточная потребность человека в витамине Е покрывается приемом от 10 до 100 г обножки.

Содержание аскорбиновой кислоты существенно варьирует в зависимости от ботанического происхождения и условий произрастания пыльценосов, с которых собрана обножка, и колеблется от 1,4 до 205,0 мг/100 г. В пыльце люцерны, колокольчика, крушины ломкой, ивовых, одуванчика лекарственного достаточно высокое количество витамина С.

Обножка может служить источником витаминов группы В. В сухой обножке выявлены (мг/100 г): тиамин (0,55–1,50), рибофлавин (0,50–2,10), никотиновая кислота (1,30–21,00), пантотеновая кислота (0,32–5,00), пиридоксин (0,30–0,92), биотин (0,06–0,60), фолиевая кислота (0,30–0,68), инозит (188,0–228,0). По количеству витаминоподобного вещества инозита пыльца превосходит все известные источники, кроме апельсинов и зеленого горошка.

Фенольные соединения обножки представлены флавоноидами (флавонолы, лейкоантоцианы, катехины), которые чаще встречаются в пыльце клевера, сурепки, василька; и фенокарбоновыми кислотами (производные оксикоричной кислоты), которые в значительном количестве присутствуют в пыльце ив, таволги, осота полевого. Флавоноиды – вещества ароматической природы, которые содержат гидроксильные группы, связанные с атомами углерода ароматического ядра, большинство из них – это производные флавана: катехины, лейкоантоцианиды, широко распространены лейкоцианидин, лейкопеларгонидин, лейкодельфинидин, антоцианиды. Менее распространены: неофлавоноиды, бифлавоноиды. Все эти флавоноиды в тех или иных количествах обнаружены почти у всех высших растений, реже встречаются у микроорганизмов и насекомых. Некоторые флавоноиды являются пигментами, красящими растительные ткани. Характеризуются выраженной антиоксидантной активностью. Доля флавоноидных соединений в обножке определяется ее ботаническим происхождением и составляет от 1,5 до 15%, достигая высоких значений в обножке с клевера лугового, яблони, василька синего, кипрея, люцерны посевной, таволги вязолистной, малины,

скерды, гравилата. Концентрация флавоноидов в обножке может различаться в 4 раза в зависимости от ботанического и географического происхождения.

Тритерпеновые соединения обножки еще слабо изучены, представлены урсоловой и олеаноловой кислотами и тритерпеновыми гликозидами, или сапонинами, и обнаружены в обножке люпина, сурепки, яблони, гречихи, василька синего.

Антибиотические вещества обножки определяют ее антисептические свойства, наиболее выраженные у пыльцы кукурузы, одуванчика, клевера, и обеспечивают подавление роста ряда энтеробактерий, бацилл и стафилококков. С другой стороны, пыльцевая обножка пчел более чем какие-либо другие продукты пчеловодства загрязнена микроорганизмами. Количество бактерий в нативной обножке колеблется в пределах от $n \cdot 10^2$ до $n \cdot 10^6$ КОЕ/г, а количество грибов от $n \cdot 10$ до $n \cdot 10^3$ КОЕ/г. В составе микробиоты обножки идентифицировано 148 видов плесневых грибов.

Многокомпонентный химический состав обножки богаче, чем цветочной пыльцы, так как в ней больше сахаров, ферментов, специфических жирных кислот, витаминов и других соединений, добавляемых пчелой в процессе формирования обножки из пыльцевых зерен.

Химический состав обножки одного ботанического происхождения, но собранной в различных природно-климатических зонах, существенно различается.

§ 4.3. Палинологический анализ пчелиной обножки

Для установления ботанического происхождения обножки, а также меда и перги, используют палинологический (мелиссопалинологический) анализ – метод исследования, позволяющий определять таксономическую принадлежность растений-продуцентов пыльцы по характерным морфологическим особенностям пыльцевых зерен в составе обножки.

Пыльца состоит из отдельных пыльцевых зерен, образующихся в гнездах пыльника и служащих для полового воспроизведения. Пыльцевое зерно представляет собой мужской гаметофит

семенного растения. Пыльцевое зерно начинает свое развитие из микроспоры, находящейся в микроспорангии, и завершает его после опыления, т.е. перенесения в пыльцевую камеру семяпочки (у голосеменных) или на рыльце пестика (у покрытосеменных растений). Развитие пыльцевого зерна включает два процесса – микроспорогенез и микрогаметогенез. Микроспорогенез начинается с дифференциации микроспоры материнской клетки, покрытой каллозной полисахаридной оболочкой. Эта диплоидная клетка подвергается мейотическому или митотическому делению с формированием четырех гаплоидных микроспор, образующих тетраду. Формирование стенок отдельных пыльцевых зерен происходит, когда пыльцевые зерна еще заключены в общую оболочку. В этот же момент начинается откладывание уникального биополимера спорополленина, формирующего резистентную к воздействиям и химическим реагентам внешнюю оболочку пыльцевого зерна. Микрогаметогенез у покрытосеменных растений состоит из двух митотических делений, приводящих к формированию мужской гаметы. Гаметогенез начинается с образования центральной вакуоли внутри одноядерной микроспоры. Постепенно вакуоль начинает отодвигать ядро к клеточной стенке и формировать пыльцевое зерно. Первый митоз ведет к образованию маленькой генеративной клетки и большой вегетативной. Затем генеративная клетка отделяется от клеточной стенки и покрывается собственной оболочкой. Во время второго митотического деления генеративная клетка делится на две – это финальная стадия развития гаметофита. Вегетативная клетка преображается в пыльцевую трубку, после чего начинается прорастание пыльцевого зерна. Микрогаметогенез голосеменных растений протекает по сходной схеме, но включает несколько митотических делений. Редко бывает, что микроспоры во время микроспорогенеза не разъединяются, а остаются в диадах (характерно для рябчика) или тетрадах (характерно для вересковых). Иногда и сами тетрады не разъединяются, а образуют полиады из 8–12–16–32 клеток (характерно для акации). У многих видов семейства орхидных все находящиеся в пыльцевом гнезде пыльцевые зерна склеены в крупное компактное обра-

зование – поллиний, который прилипает к опыляющему цветок насекомому.

Пыльцевое зерно имеет протопласт и 2 оболочки: наружную – экзину, прочную и стойкую, и внутреннюю – интину, состоящую из целлюлозы. Особую устойчивость к действию химических веществ и способность сохраняться долгое время, не разрушаясь, придает экзине сложный биополимер спорополленин. Структура его до сих пор не выяснена. Предположительно, это β-каротиноидный эфир с примерной формулой $C_{90}H_{150}O_{33}$.

В экзине обычно имеются тонкие участки или отверстия, которые называются апертуры – борозды или поры, через которые при прорастании пыльцевого зерна выпячивается протопласт, покрытый интиной, т.е. происходит образование пыльцевых трубок. Поверхностный слой экзины редко бывает гладким, обычно он покрыт различными скульптурными образованиями – шипами, бугорками, ямками, выростами. Форма, размеры и строение пыльцевых зерен, скульптура поверхности экзины, строение апертур и их положение разнообразны, но постоянны у растений одного вида, а у представителей различных таксонов, как правило, тем более сходны, чем ближе их родство. Величина пыльцевых зерен колеблется от 7–10 до 250 микрон.

Для проведения анализа обножку помещают в чашку Петри, заливают дистиллированной водой и после полного размягчения (20–30 мин) жидкость сливают, из осадка делают мазок на чистом предметном стекле. После подсыхания пыльцу фиксируют каплей 76%-го спирта, слабо окрашенного фуксином. Появившееся жирное кольцо снимают ватным тампоном, который предварительно смачивают в спирте. Затем препарат сразу же заливают каплей разогретой глицерин-желатины и накрывают покровным стеклом, придерживая его с одного конца препаровальной иглой. Через 3–4 дня края покровного стекла окантовывают парафином. При работе с нативными препаратами несколько капель суспензии обножки капается на предметное стекло, прижимается покровным стеклом, и препарат готов для анализа. Следующий этап – микроскопирование и подсчет пыльцевых зерен. Для микроскопирования используется световой микроскоп проходящего света

с увеличением в 200–400 раз. Для определения таксономической принадлежности пыльцы следует пользоваться определителями, атласами или контрольными препаратами пыльцы. Для расчета процентного соотношения видового состава пыльцы в микропрепаратах достаточно подсчитать не менее 300 пыльцевых зерен.

Ботаническое происхождение обножки устанавливают по доминирующей пыльце. Достоверное определение географического происхождения возможно лишь при идентификации всех встреченных видов пыльцевых зерен. Результаты анализа обножек, отобранных за весь сезон, позволяют составить список пыльценосной флоры региона.

§ 4.4. Показатели качества и безопасности

Качество пчелиной обножки регламентировано стандартом. В России и других странах стандартизована в основном пыльца, собранная пчелами и высушенная. Подробный органолептический анализ разработан в Испании: там предпочитают желтую однородную пыльцу. Французские потребители используют разноцветную полифлорную пыльцу.

Показатели качества, методика испытаний, правила приемки, условия транспортировки и хранения полифлорной пыльцы, которые распространяются на сухую цветочную пыльцу (пчелиные обножки), заготовляемую для использования в пищевых и кормовых целях, а также для промышленной переработки, изложены в ГОСТ 28887-2019 «Пыльца цветочная (обножка). Технические условия и в ТУ на нативную пыльцевую обножку.

Органолептические характеристики пчелиной обножки

Органолептические характеристики пчелиной пыльцевой обножки определяются ее ботаническим и географическим происхождением. Цвет полифлорной обножки может различаться также в зависимости от соотношения в ней пыльцы разных видов растений. Существенное значение имеют характеристики тех субстратов, которые пчелы добавляют к пыльце при формировании обножки. Например, ботаническое происхождения нектара

и меда, который пчелы добавляют к пыльцевым зернам. Это приводит к тому, что обножка, собранная с одного вида пыльценоса, но в разной по кормовым пчеловодным условиям местности, будет иметь различающиеся цвета (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Цветовая характеристика пчелиной пыльцевой обножки

Цвет обножки	Вид растения-пыльценоса	Источник*
1	2	3
Желтый	Василек луговой, *Centaurea jacea* L.; вероника длиннолистная, *Veronica longifolia* L.; окопник шероховатый, *Symphytum asperum* Lepechin; герань лесная, *Geranium sylvaticum* L.; первоцвет, *Primula* sp.L.; горошек мышиный, *Vicia cracca* L.; донник желтый (лекарственный), *Melilotus officinalis* (L.) Lam.; шиповник, *Rosa* sp. L.; ива белая (ветла), *Salix alba* L.; ива козья (бредина), *Salix caprea* L.; слива, *Prunus* sp. L.; кабачок (тыква обыкновенная), *Cucurbita pepo* L.; огурец, *Cucumis sativus* L.; калина, *Viburnum* sp.; огуречная трава, *Borago officinalis* L.; капуста огородная, *Brassica oleracea* L.; клевер белый (ползучий), *Trifolium repens* L.; шалфей луговой, *Salvia pratensis* L.; шалфей мутовчатый, *Salvia verticillata* L.; яснотка белая, *Lamium album* L.; конские бобы, *Vicia faba* L.; мать-и-мачеха, *Tussilago farfara* L.; мелисса лекарственная, *Melissa officinalis* L.; снежноягодник, *Symphoricarpos* sp.	1
	Осот полевой, *Sonchus arvensis* L.	2
Ярко-желтая	Василек синий, *Centaurea cyanus* L.; сурепка обыкновенная, *Barbarea vulgaris* L.; жимолость татарская, *Lonicera tatarica L.*; одуванчик лекарственный, *Taraxacum officinale* L.	1
Темно-желтая	Эспарцет, *Onobrychis* sp. Mill.; сныть обыкновенная, *Aegopodium podagraria* L.; цикорий, *Cichorium* sp. L.; гречиха посевная, *Fagopyrum esculentum* L.; синюха голубая, *Polemonium caeruleum* L.; осот полевой (желтый), *Sonchus arvensis* L.; кукуруза, *Zea mays* ssp. *mays* L.; зверобой продырявленный, *Hypericum perforatum* L.; люцерна посевная, *Medicago sativa* L.;	1

Продолжение табл. 4.1

1	*2*	3
	золотарник обыкновенный, *Solidago virgaurea* L.; клевер розовый, *Trifolium hybridum* L.; мята длиннолистная, *Mentha longifolia* L.; пустырник, *Leonurus* sp.; крушина, *Frangula* sp.; лядвенец рогатый, *Lotus corniculatus* L.	
Светло-желтая	Рябина обыкновенная, *Sorbus aucuparia* L.; земляника садовая, *Fragaria ananassa* Duchesne ex Rozier; ирга, *Amelanchier* sp. Medik.; сирень, *Syringa vulgaris* L.; черемуха, *Prunus padus* L.; крыжовник, *Ribes uva-crispa* L.; лопух войлочный, *Arctium tomentosum* L.	1
Бледно-желтый	Лабазник вязолистный, *Filipendula ulmaria* L.; донник белый, *Melilotus albus* L.	1
Золотистый	Подсолнечник, *Helianthus annuus* L.	1
Желто-зеленый	Иван-чай узколистный (кипрей), *Epilobium angustifolium* L.	1
	Лещина обыкновенная, *Corylus avellana* L.; орешник, *Corylus avellana* L.; клен платановидный или остролистный (*Acer platanoides* L.); дуб, *Quercus* sp. L.	2
Светло-желто-зеленый	Липа мелколистная, *Tilia cordata* L.	1
Светло-зеленая	Горох посевной, *Pisum sativum* L.; гравилат речной, *Geum rivale* L.; смородина черная, *Ribes nigrum* L.	1
	Яблоня, *Malus* sp. Borkh.	2
Серо-желтая	Яблоня, *Malus* sp. Borkh.	1
Бледно-голубая	Фацелия пижмолистная, *Phacelia tanacetifolia* Benth.	1
Бледно-оранжевая	Карагана древовидная, или желтая акация, *Caragana arborescens* L.	1
Серая	Черника, *Vaccinium myrtillus* L.	1
Светло-серая	Малина обыкновенная, *Rubus idaeus* L.	1
	Василек синий, *Centaurea cyanus* L.	2
Серо-белая	Малина обыкновенная, *Rubus idaeus* L.	2

Окончание табл. 4.1

1	2	3
Коричневая	Клевер луговой, *Trifolium pratense* L.	2
Бурая	Клевер ползучий, *Trifolium repens* L.	2
Черно-коричневая	Горец змеиный, или раковые шейки, *Polygonum bistorta* L.	2

* 1. Бурмистров А. Н. Медоносные растения и их пыльца / А. Н. Бурмистров, В. А. Никитина. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.

2. Шапиро Д. К. Пыльца растений – концентрат бологически активных веществ / Д. К. Шапиро, В. А. Бандюкова, М. Ф. Шеметков. – Минск.: Наука и техника, 1985. – 72 с.

В соответствии с ГОСТ 28887-2019, по внешнему виду сухой продукт должен представлять легкосыпучую, зернистую массу с размером зерна 1,0–4,0 мм, от желтого до фиолетового и черного цвета со специфическим медово-цветочным запахом и с приятным, сладковатым, может быть, горьковатым или кисловатым вкусом (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Органолептические характеристики пчелиной пыльцевой обножки (по ГОСТ 28887-2019)

Наименование показателя	Характеристика и нормы	
	Нативная	Сухая
1	2	3
Внешний вид	Зернистая масса, легко сыпучая	Зернистая масса, легко сыпучая
Цвет	От кремового до фиолетового и черного	От кремового до фиолетового и черного
Консистенция	Мягкая, легко разминается в пальцах в пастообразную массу	Твердая, в пальцах не разминается, при надавливании твердым предметом плющится или частично крошится
Запах	Специфичный медово-цветочный, характерный для обножки	Специфичный медово-цветочный, характерный для обножки
Вкус	Приятный, сладковатый, может быть горьковатым или кисловатым	Приятный, сладковатый, может быть горьковатым или кисловатым
Размер зерна: поперечный, мм, не менее	1,5	1,0

Окончание табл. 4.2

1	2	3
продольный, мм, не более	5,0 Допускаются распавшиеся обножки в количестве не более 1,5 % массы пробы	4,0 Допускаются распавшиеся обножки в количестве не более 1,5 % массы пробы

Физико-химические характеристики пчелиной пыльцевой обножки

Массовая доля механических примесей не должна превышать 0,1 %, ядовитые примеси не допускаются. Массовая доля сырой золы в обножке не должна превышать 4 %, а минеральных примесей – не более 0,6 %. Водный раствор пыльцы (2 %) должен иметь определенную кислотность (pH 4,0–5,0), и показатель окисляемости должен составлять не более 23 секунд. По стандарту массовая доля сырого протеина в цветочной пыльце должна составлять не менее 21 %, массовая доля флавоноидных соединений должна быть не менее 2,5 % (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Физико-химические характеристики пчелиной пыльцевой обножки

Наименование показателя	Характеристика и нормы	
	Нативная	Сухая
Массовая доля механических примесей,%, не более	0,1	0,1
Массовая доля влаги,%	Не более 21,0	От 8,0 до 10,0
Показатель окисляемости (подлинности), с, не более	8,0	23,0
Водородный показатель (pH) водного раствора пыльцевой обножки массовой долей 2 %, ед. pH, не менее	5,0	4,0
Массовая доля сырого протеина, не менее*	21,0	21,0
Массовая доля пролина, мг/г, не менее*	2,0	2,0
Массовая доля флавоноидных соединений и других фенольных соединений,%, не менее	2,5	2,5
Массовая доля сырой золы,%, не более*	4,0	4,0
Массовая доля минеральных примесей,%, не более*	0,6	0,6

* К безводному веществу пыльцевой обножки.

Показатель «Массовая доля пролина» определяют при возникновении разногласий в оценке качества пыльцевой обножки по требованию потребителя или контролирующей организации.

ТУ 9882-196-00008064-96 «Пыльца цветочная (обножка) нативная» распространяется на обножку цветочную нативную, предназначенную для использования в качестве биологически активной добавки к пище, а также для промышленной переработки. Извещением № 1 пыльца квалифицируется как продукт, предназначенный для использования в пищевых целях.

В соответствии с условиями, пыльца может быть монофлорной (монофлерной) и полифлорной (полифлерной). Массовая доля воды не должна быть более 21 %, минеральных примесей – более 0,6 %. Доля фенольных соединений должна быть не менее 2,5 %, сырого протеина – не менее 21 %.

Гарантийный срок хранения пыльцы нативной при температуре +6 °С составляет 10 дней со времени сбора.

Технические условия введены с 01.04.2000 г. Извещением № 2 в нативной пыльце регламентируется содержание токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов и радионуклидов в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01.

Партией цветочной пыльцы (пчелиной обножки) считают любое количество одного года сбора однородной по всем показателям обножки, предназначенной к единовременной приемке-сдаче и оформленное одним документом о качестве, в котором указаны: номер документа, год сбора цветочной пыльцы пчелами, названия основных пыльценосов и нектароносов, масса брутто и нетто, дата изготовления и расфасовки, номер партии и количество мест в партии, результаты испытаний, обозначение стандарта (ГОСТ 28887-2019), печать предприятия-заготовителя.

Показатели безопасности

Пыльцевую обножку получают на пасеках, благополучных по санитарно-эпидемиологическому режиму в течение последних трех месяцев. Не допускается пораженность пчелиной обножки патогенными микроорганизмами, плесенью, личинками моли. Содержание тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов не должно превышать максимально допустимого уровня.

Показатели безопасности должны соответствовать требованиям, установленным Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и Едины-ми ветеринарными (ветеринарно-санитарными) требованиями, предъявляемыми товарам, подлежащим ветеринарному контро-лю, от 18.06.2010 г.

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические тре-бования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» нормируются остаточные количества пестицидов (ГХЦГ и его изо-меры – менее 0,1 мг/кг; ДДТ, его метаболиты – менее 0,002 мг/кг; содержание гептахлора и алдрина не допускается), содержание свинца (менее 6 мг/кг), кадмия (менее 1 мг/кг), мышьяка (менее 0,5 мг/кг), ртути (менее 0,1 мг/кг) и радионуклидов (цезий-137, стронций-90 – менее 200 Бк/кг).

Показатели микробиологической безопасности включают: общую бактериальную обсемененность (количество мезофиль-ных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов – КМАФАнМ – не должно превышать $1 \cdot 10^4$ КОЕ/г), наличие пато-генных микроорганизмов, в том числе сальмонелл (отсутствие в 10 г), плесени (менее 100 КОЕ/г), дрожжи (менее 100 КОЕ/г), бактерии группы *Bacillus cereus* (не более 200 КОЕ/г), бактерии группы кишечной палочки – БГКП (отсутствие в 0,1 г), бактерии *E. coli* (отсутствие в 1 г), бактерии *Staphilococcus aureus* (отсут-ствие в 1 г). Подтверждается отсутствие личинок вощинной моли.

В случаях, когда пчелиная пыльцевая обножка является ин-гредиентом биологически активной добавки, гигиенические тре-бования и показатели микробиологической безопасности диффе-ренцированы в зависимости от препаративной формы (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Гигиенические требования и показатели микробиологической безопасности БАД с пчелиной пыльцевой обножкой

Показатели	Допустимые уровни	
	1*	2**
1	2	3
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$

Окончание табл. 4.4

1	2	3
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, (г)	1,0	0,1
E. coli, не допускаются в массе продукта, (г)	–	1,0
B. cereus, не допускаются в массе продукта, (г)	2·10	2·10
S. aureus, не допускаются в массе продукта, (г)	–	1,0
Плесени КОЕ/г, не более	50	100
Дрожжи КОЕ/г, не более	100	100
Токсичные элементы, мг/кг, не более:		
свинец	0,50	6,00
мышьяк	0,05	0,50
кадмий	0,03	1,00
ртуть	0,01	0,10
Пестициды:		
ДДТ и его метаболиты	0,1	0,1
ГХЦГ (a-, b-, g-изомеры)	0,1	0,1

* БАД на растительной основе, в т.ч. цветочная пыльца: жидкие в виде сиропов, эликсиров, настоев, бальзамов и др.

** БАД на растительной основе, в т.ч. цветочная пыльца: таблетированные, капсулированные, порошкообразные.

§ 4.5. Технология получения пыльцевой обножки

Основное количество обножки пчелы собирают с растений в радиусе 400 м от пасеки, поэтому для того чтобы получить наибольшее количество пыльцы, в одном месте необходимо размещать не более 25–30 пчелиных семей. Через 800–1000 м можно ставить другую группу семей.

Сбор обножки в средней полосе России и в Сибири проводят в мае – июне в течение 40–50 дней, предшествующих главному медосбору. Для этого на летковую стенку улья навешивают пыльцеуловители, закрывающие леток. Не проводят сбор пыльцы у семей слабых, больных, находящихся в роевом состоянии, у семей с неплодной маткой и у племенных семей. Не используют пыльцеуловители в период главного медосбора (июль) и в период весеннего медосбора с ивы и желтой акации при суточном привесе улья более 1,5–2 кг.

Конструкции пыльцеуловителей

Конструкции пыльцеуловителей могут быть различны, но основными его элементами являются: пыльцесобирающая решетка, загораживающая вход в улей, и расположенная под ней емкость для накапливания обножки, которая имеет продуваемое (сетка) дно и закрыта сверху сеткой или решеткой, через которую пчелы не проходят (размер отверстий от 3 до 3,8 мм), но падают их обножки. Пчелы проходят в леток через решетку, имеющую отверстия, соответствующие размеру рабочих пчел (около 4,9 мм) и обеспечивающие механическое соскабливание обножек с корзиночек задних конечностей. Обножка падает вниз через сетку или решетку в накопитель, из которого ежедневно отбирается. Объем накопителя должен вмещать суточный сбор пыльцы, это около 1 кг.

Решетка-заградитель вставляется в пыльцеуловитель через 1–2 недели после его навешивания на улей, когда пчелы привыкнут попадать в гнездо через эту конструкцию. Пчелы, покидающие улей, используют или отверстия в боковой стенке пыльцеуловителя, или щель (8–10 мм), которая образуется между стенкой улья и крышкой пыльцеуловителя.

Некоторые конструкции пыльцеуловителей включают 7–10 металлических трубочек (диаметр 8–10 мм), расположенных на уровне пола улья в передней стенке пыльцеуловителя и выступающих за нее на 20 мм. Эти трубочки предназначены для вылета пчел из улья.

Первый пыльцеуловитель был предложен в 1930 г. и до настоящего времени его конструкция усовершенствуется и модернизируется. Кроме навесных, разработаны донные и магазинные пыльцеуловители.

При использовании донного пыльцеуловителя пчелы заходят через леток на дно улья и, чтобы попасть на соты, проходят через отверстия пыльцесобирающей заградительной решетки, которая расположена горизонтально. Поднятие особого перегораживающего клапана позволяет пчелам попадать на соты, минуя решетку. Недостатками донных пыльцеуловителей является, во-первых, загрязнение получаемой обножки ульевым му-

сором. Во-вторых, возможность использования только на ульях с отъемным дном и того типа, для которого донные пыльцеуловители сконструированы. В-третьих, на постановку и снятие донных пыльцеуловителей требуются значительные трудозатраты. Преимущество донного пыльцеуловителя, по сравнению с навесным, заключается в обеспечении защиты получаемой продукции от дождевой влаги.

Магазинный пыльцеуловитель также не универсален, кроме того, требует снятия при каждом осмотре гнезда. Положительной стороной магазинных пыльцеуловителей является возможность получения пчелиной обножки, не загрязненной ульевым сором и относительно меньшей влажности. Последнее обеспечивается за счет теплого воздуха, поднимающегося из гнездовой части улья.

Универсальность и технологичность использования навесных пыльцеуловителей обеспечили им широкое применение в пчеловодстве.

Сушка пчелиной обножки

Ежедневно по окончании лета пчел накопитель пыльцеуловителя освобождают от обножки, из которой вручную удаляют крупный ульевой мусор. Ее рассыпают в один слой на сетчатые противни сушильного шкафа, где выдерживают в течение 15–20 ч при 40 °С и принудительной вентиляции. Конструкции сушильных шкафов могут быть различны, но необходимым является автоматическое поддерживание температуры и наличие вентиляции, температура не должна подниматься выше 45 °С.

Длительность сушки зависит от начальной влажности пчелиной обножки и составляет от 19–20 до 72 ч при влажности продукта от 20–25 до 30–35 % соответственно.

Влажность свежесобранной обножки может быть более 20 %. По ГОСТ 28887-2019 обножку высушивают до 8–10 %. Оптимальный режим высушивания, по данным НИИ пчеловодства, при температуре не более 40 °С и принудительной вентиляции. При высушивании на солнце или в печах при высокой температуре инактивируются свето- и термочувствительные

соединения, поэтому такие технологии высушивания не используются.

В полевых условиях конец сушки определяют органолептически: обножка ощущается в пальцах как отдельные твердые комочки, раздавливаемые с трудом. Если столовую ложку высушенной пыльцы сыпать на фанеру с высоты 20–25 см, то при этом слышится звонкий, как бы металлический звук падающих зерен обножек. В лаборатории влажность пыльцы определяют с помощью влагомеров и весовым методом.

Обножку влажностью 8–10 % очищают от мусора (ножки, крылья пчел и др.) просеиванием через сито (размер ячейки 3,5–4 мм). Для отделения пыльцы от примесей применяют воздушную струю, в которой ее провеивают. В результате более легкие посторонние примеси полностью отделяются. Для образования струи воздуха используют бытовой вентилятор, пылесос со шлангом, подключенным к противоположному концу (на напорный трубопровод), или компрессор.

Небольшое количество пыльцы, получаемой в условиях любительских пасек, можно обработать феном. Пыльцу перемешивают, направив на нее струю воздуха. Все примеси легко сдуваются с поверхности обножек. После этого пыльцу просеивают через сито из металлической сетки с ячейками диаметром 1,5–2 мм для удаления мелких примесей и распавшихся обножек.

В условиях крупного производства, на предприятиях, перерабатывающих цветочную пыльцу, для ее очистки используют аэродинамическую трубу – устройство, представляющее собой медленно вращающийся полый цилиндр. Пыльца, содержащая 8 % влаги (предварительно высушенная), сплошным потоком поступает в отверстие с одного конца цилиндра. С противоположного его конца поступает поток воздуха, обеспечивающий значительную тягу, благодаря которой пыль и мелкие частицы через выходное отверстие удаляются из цилиндра. В середине цилиндра имеется отверстие, закрытое ситом (диаметр отверстий 2 мм), отделяющим наиболее мелкие распавшиеся пыльцевые зерна. Крупные целые обножки попадают в сборник перед вентилятором.

Основным вопросом технологии производства пчелиной обножки является сохранение ее природного состава путем консервирования. Известно несколько химических, физико-химических, физических способов консервирования обножки с целью ее длительного хранения.

§ 4.6. Консервация и хранение обножки

Наиболее распространенным способом консервирования обножки является сушка. Чаще всего ее сушат в затемненном месте при комнатной температуре и хорошей вентиляции, рассыпав на листе бумаги слоем толщиной примерно в 1 см и часто перемешивая. На открытом солнце пыльцу сушить нельзя, так как это не гарантирует сохранения ее питательных и биологических свойств. Сушка на воздухе продолжается несколько дней.

При сушке обножки в сушильных шкафах при температуре 38–41 °С до конечной влажности (не более 10 %) нельзя допускать нагревания воздуха в шкафах выше 45 °С, так как это приводит к резкому снижению питательной и биологической ценности продукта. Ее рассыпают в сушильном шкафу на решетках слоем не более 1–1,5 см, ежедневно периодически перемешивают. Лотки с более влажной партией ставят в верхнюю часть шкафа, чтобы испаряемая влага не насыщала уже подсохший продукт. Процесс сушки собранной за один раз обножки должен заканчиваться не более чем за трое суток. Продолжительность зависит от первоначальной влажности продукта. Если она достигает 30–35 %, то сушка длится около 72 ч, а при влажности 20–25 % – 18–20 ч.

Высушенная обножка должна храниться при температуре не более 5–8 °С без доступа воздуха и света. В соответствии со стандартом: при температуре от 0 до 15 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %, в чистом, сухом, не имеющем посторонних запахов помещении. В этом случае гарантийный срок хранения составляет 24 месяца со времени ее сбора.

Обножку можно сушить при комнатной температуре над влагопоглащающими субстратами (например, безводный хлорид кальция), помещая ее в эксикатор с герметично притертой

крышкой, в котором находится пористый влагопоглотитель, регенерацию которого проводят периодически вне эксикатора повышенными температурами. Способ и устройство позволяют высушивать пыльцу до требуемых кондиций в полевых условиях.

Применяют лиофильную сушку: пыльцу за 1–2 мин охлаждают до –70 °С, затем выдерживают под вакуумом (давление 0,1–0,2 мм рт. ст.) при температуре от –20 до –25 °С. Лиофильная сушка с последующим добавлением в нее сахара (1:1), герметичная упаковка и хранение при 1–3 °С позволяют сохранять пыльцу без изменения потребительских свойств в течение года.

Разработан способ сушки обножки в вакууме при температуре от –30 до –120 ^{O}С, при этом хорошо сохраняется каротин. Рекомендуют до и после сушки обножку замораживать на 24–48 ч для уничтожения насекомых-вредителей, их яиц и личинок, спор грибов и бактерий.

Запатентован способ обеззараживания цветочной пыльцы. На пыльцу воздействуют ультразвуком частотой 2000–3000 мГц, мощностью 0,4–0,5 кВт, продолжительностью 4–6 мин с одновременной обработкой перекисью водорода, которую добавляют к цветочной пыльце в следующем соотношении (масс. %): цветочная пыльца (или перга) – 65–67; перекись водорода – 0,2–0,4; вода – остальное. Индекс обсеменения продуктов после такой обработки равен 0, т.е. происходит полное обеззараживание. При этом питательные качества продукта не изменяются.

Применяют и другие способы консервации. Так, предлагают обрабатывать обножку автоклавированием и облучением гамма-лучами, что полностью задерживает развитие микромицетов и дрожжей.

Консервация пыльцевой обножки проводится различными способами. Например, вводят консерванты: бензойную, салициловую кислоты, вещества, повышающие осмотическое давление (хлорид натрия, сахароза, мед), стерилизуют γ-облучением, удаляют в процессе сушки воду. Все вышеперечисленное направлено на обезвоживание продукта и предупреждение развития микроорганизмов при максимальном сохранении всех биологически активных компонентов.

По данным исследователей, сушка пчелиной обножки при 40 °С до влажности 8–10% не подавляет ее микробную обсемененность. Обработка нативной пчелиной обножки в течение 30 мин методом озонирования с последующей мягкой сушкой при +37 °С до остаточной влажности 12–15% ведет к существенному уменьшению уровня ее микробной обсемененности. Обработка УФ-лучами при экспозиции 30 мин и дальнейшая сушка пчелиной обножки до влажности 8–10% также не оказывает существенного влияния на ее микробную обсемененность. Для снижения микробной обсемененности обножки успешно используют излучения различного диапазона: ИК-сушилки и обработку в СВЧ-оборудовании. Обработка пыльцевой обножки СВЧ-излучением при скорости нагрева от 0,88 до 0,93 град./сек в течение 110 с обеспечивает сохранность флавоноидов и снижение микробной обсемененности.

Многочисленные испытания различных технологий консервирования пыльцы показывали, что чем ниже температура и влажность среды, тем дольше она сохраняется. Однако в любом случае со временем питательная и лечебная ценность обножки снижаются.

Упаковка сушеной пыльцы осуществляется в стеклянные банки, в пакеты из полиэтиленовой пленки ПУ-2, дублированной целлофаном, в бумажные мешки марки ВНМ с верхним слоем из влагопрочной бумаги. Расфасовывают обножку массой до 20 кг. Указанная тара должна быть упакована в сухие, без посторонних запахов плотные дощатые ящики и переложена сухим материалом (стружка, пенопласт, картон). Маркируют непосредственно тару или приклеивают бумажные этикетки к таре и упаковочным единицам.

§ 4.7. Применение пыльцевой обножки

Обножка, или цветочная пыльца, используется в лечебных целях в диетическом питании и в апитерапии, в кондитерской, парфюмерной и косметической промышленности. В народной медицине обножку употребляли издавна, но в клинических условиях она впервые была испытана Р. Шовеном, который сделал первое сообщение о результатах в 1956 г.

Применение пчелиной обножки в апитерапии

Широкое использование пчелиной обножки в апитерапии основано на ее способности активизировать иммунную систему человека, восстанавливать силы, стабилизировать деятельность всех паренхиматозных органов, эндокринной системы, устранять дисфункцию сексуальной сферы. Пчелиную обножку используют при физическом и умственном истощении, для улучшения аппетита, при синдроме хронической усталости, частых простудах, при очистке организма от токсинов и шлаков. Установлено регулирующее влияние цветочной пыльцы на желудочно-кишечный тракт, а также ее эйфорическое действие, которое проявляется в улучшении настроения, поднятии психического тонуса при депрессивных состояниях, при нарушении сна и алкоголизме. Лечебная доза пчелиной обножки, по данным А. Кайяса, для взрослого человека составляет 32 г, поддерживающая – 20 г в сутки натощак или незадолго до еды.

Известно, что пыльца некоторых растений может вызывать у людей с повышенной чувствительностью аллергические реакции. Аллергенность пыльцы обусловлена присутствием в ней особых антигенов, некоторые из них являются одновременно и аллергенами. Например, из 40 антигенов пыльцы березы для трех установлены свойства аллергенов. Аллергены содержатся в интине пыльцевого зерна и проникают в окружающую среду через поры в оболочке. Соединения, которые входят в состав пыльцевого зерна и могут проявлять антигенные свойства, – это нуклеиновые кислоты, белки, сложные липиды и углеводы. В пищеварительном тракте эти вещества разрушаются пищеварительными ферментами, поэтому при энтеральном поступлении в организм их аллергические свойства аналогичны таковым любой другой растительной пищи.

В случае, когда пыльца попадает на слизистую дыхательных путей, пыльцевые зерна набухают, начинают формировать пыльцевые трубки, и вещества интимы высвобождаются, вызывая сенсибилизацию организма.

В пыльцевой обножке медоносных пчел пыльцевые зерна склеиваются секретами, препятствующими ее прорастанию. По-

этому пыльцевая обножка отличается от пыльцевых зерен, из которых она формируется, по способности вызывать аллергические реакции у людей.

При энтеральном введении аллергические или, по сообщениям других исследователей, токсические эффекты отмечались как единичные, с частотой, не превышающей частоту проявлений индивидуальной непереносимости меда и других пчелопродуктов.

До настоящего времени не получено однозначных результатов относительно стероидных эффектов пыльцевой обножки, которые вполне вероятны с учетом содержания в ней фитостеринов. Эти вещества могут включаться в метаболические процессы и оказывать направленное воздействие на организм при астенических состояниях, вызванных голоданием, дефицитом витаминов, при климактерических состояниях, при истощении механизмов гипофизарно-кортикальной регуляции, при стрессовых состояниях.

Пчелиная обножка апробирована в качестве профилактического средства и биостимулятора в экстремальных условиях при физическом, умственном и эмоциональном напряжении.

Примеры лечебного использования обножки немногочисленны и чаще касаются применения ее в сочетании с другими продуктами пчеловодства (мед, маточное молочко и др.) и, как правило, в комплексе с медицинскими препаратами, показанными при определенных заболеваниях.

Нет оснований утверждать, что пыльцевая обножка обладает специфическим лечебным эффектом при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта и печени, хотя накоплен наиболее обширный положительный опыт именно в этой области.

О выраженном действии на кроветворную функцию организма свидетельствуют как экспериментальные, так и клинические наблюдения. При приеме обножки отмечают улучшение показателей крови и показателей липидного обмена.

Суточные дозы пыльцевой обножки не должны быть высокими именно из-за содержания в ней гормонально активных веществ и относительно высокого уровня жирорастворимых провитаминов.

Потребление пчелиной обножки покрывает от 2 до 17% суточной потребности человека в аминокислотах в зависимости от типа аминокислоты (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Покрытие суточной потребности человека в аминокислотах за счет потребления обножки

Аминокислота	Минимальная суточная потребность, г	Среднее содержание аминокислот в суточной дозе обножки, мг/20 г	Доля от суточной потребности,%	Виды обножки с максимальным содержанием аминокислоты
Глутаминовая	16	780,2	4,87	С гороха посевного
Аспарагиновая	6	717,0	11,95	
Серин	3	366,2	12,20	
Валин	4	312,8	7,82	
Изолейцин	3	292,4	9,74	
Аргинин	6	161,0	2,68	
Лейцин	4	466,0	11,66	С яблони домашней
Аланин	3	357,0	11,90	
Тирозин	3	173,4	5,78	
Гистидин	2	133,2	6,66	С горчицы полевой
Глицин	5	324,4	6,48	
Треонин	2	347,4	17,37	
Пролин	5	292,6	5,85	
Фенилаланин	2	284,6	14,23	
Лизин	3	125,8	4,19	С клевера красного

В НИИ пчеловодства разработаны в качестве пищевых добавок, которые затем переведены в группу пищевых продуктов, следующие продукты, имеющие в своем составе пыльцевую обножку. «Мед с цветочной пыльцой (обножкой) “Полянка”» (по ТУ 10 РФ 989-92), трех видов: смесь меда с 2% пчелиной обножки и с небольшим количеством лимонной кислоты; смесь меда с 4% пчелиной обножки и с небольшим количеством лимонной кислоты и смесь меда с 4% пчелиной обножки.

«Пыльца цветочная (обножка) сухая с медом или сахаром “Радуга”» (по ТУ 10 РСФСР 634-90) предусматривает однородную смесь пыльцы с медом (1:1 или 1:2) или с сахарной пудрой (1:1 по массе).

«Драже с цветочной пыльцой (обножкой) сухой» (по ТУ 10 РФ 1011-92), где корпусом драже служит одна пчелиная обножка и в зависимости от накатки подразделяется на три вида: цветочная нонпарель – обножка покрыта слоем сахарного сиропа; «Улей» – накатка сахарная с лимонной кислотой и «Нектарное» – накатка сахаро-медовая. Для регулирования инверсии сахарозы в драже допускается применение буферных солей: лактат натрия, цитрат натрия или ацетат натрия в количестве до 0,3% к массе готовой продукции. Для получения блестящей поверхности драже применяют воско-жировые вещества: парафин для пищевой промышленности и воск пчелиный.

Мед пчелиный с пыльцой цветочной (обножкой) и маточным молочком «Апифитотонус» (по ТУ 9882-080-00008064-95) – в качестве биологически активной добавки к пище с содержанием пыльцы по массе 4, 10 и 20%.

В апитерапии используют лекарственные формы и препараты с пчелиной обножкой: Блютенполен (ФРГ), Витапол (Аргентина), Антополен (Япония), Сернильтон (Швеция).

Применение пчелиной обножки в животноводстве

Пчелиную обножку можно использовать в животноводстве и птицеводстве в качестве биостимулятора при кормлении молодняка. Ее часто применяют при изготовлении кормов для молочного скота и свиней. Добавка животным и птице цветочной пыльцы предохраняет их от заболеваний. В первые 60 дней куры, например, дают на 7% больше яиц с более яркими желтками, поросята и телята быстрее прибавляют в массе. При добавлении 0,1% пыльцы к основному рациону наблюдается увеличение прироста массы поросят на 16,4%.

Подкормка цветочной пыльцой клеточных пушных зверей ускоряла их рост и увеличивала воспроизводительную способность. У кур-несушек повышалась яйценоскость, возрастало число оплодотворенных яиц, у телят-молочников повышалось содержание гемоглобина и белка в крови. В опытах с телятами-молочниками установлено, что пыльца помогает эффективнее бороться с отдельными заболеваниями.

Цветочную пыльцу можно использовать как общеукрепляющий и антибактериальный препарат при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных.

Применение пчелиной обножки в пищевой отрасли

Общемировой тенденцией в сфере производства и потребления продуктов питания является использование пищевых ингредиентов естественного происхождения. Одним из наиболее ценных источников биологически активных нутриентов является пыльцевая обножка медоносных пчел (цветочная пыльца) в качестве добавки к пищевым продуктам с целью обогащения их витаминами, белковыми, минеральными и другими веществами. Так, разработаны технологии по получению обогащенного молока, молочного коктейля, молочного десертного продукта мороженого, молочного пудинга, творожных сырков, йогурта с включением в их состав пыльцевой обножки.

Составляющие пчелиной обножки могут выступать стимуляторами роста для определенных штаммов микроорганизмов. В молочной среде пчелиная обножка в концентрации 0,2–1,0% стимулирует накопление биомассы стрептококков (*Streptococcus thermophiles)* на 9–15%, бифидобактерий (*Bifidobacterium longum)* – на 2,3–12,7% и сокращает продолжительность лаг-фазы для обоих видов микроорганизмов почти до ее полного исчезновения.

Добавление пыльцевой обножки с содержанием от 23,2 до 24% сырого протеина и от 3,5 до 6,5% флавоноидов в состав муки оказывает влияние на дрожжевые клетки, заключающееся в повышении их биотехнологических свойств, о которых судили по подъемной силе. Внесение обножки в дозе 2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки в виде суспензии способствует, кроме обогащения известными нутриентами, ускорению процесса созревания теста.

Применение пчелиной обножки в апимониторинге окружающей среды

Пчелиная обножка представляется наиболее перспективным модельным образцом для использования в целях апимониторинга экосистем. Во-первых, пчелиная обножка в равной мере, как

и организм пчел, накапливает или содержит те поллютанты, которые находятся в ценозе, в отличие от других пчелопродуктов, которые или вырабатываются пчелами, или являются результатом значительных биохимических преобразований. Во-вторых, возрастает заготовка этого продукта, что определяется повышенным спросом, обусловленным терапевтическими и иммуностимулирующими свойствами пчелиной обножки. В настоящее время в России заготавливают около 40 т обножки. В-третьих, пчелы формируют обножку из пыльцевых зерен, которые могут быть контаминированы как с поверхности (механическое загрязнение), так и в растительных тканях (биохимическое загрязнение), и то и другое не подвергается каким-либо воздействиям при формировании обножки путем склеивания пыльцы нектаром и секретом слюнных желез. В-четвертых, отбор пчелиной обножки производится, как правило, до заноса ее в гнездо пчелиной семьи, поэтому она не подвергается воздействиям специфических факторов микроклимата гнезда. В-пятых, спектр растений, с которых пчелы собирают пыльцу, намного шире, чем количество медоносных видов. И наконец, пчелиная обножка в качестве продукта пчеловодства подлежит обязательной оценке ее безопасности. В рамках этой процедуры продукт должен быть протестирован на содержание токсичных, ядовитых и опасных для здоровья человека веществ. Показателями безопасности является содержание свинца, мышьяка и кадмия; радионуклидов цезия-137 и стронция-90; наличие микробной загрязненности (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, колиформы БГКП, КМАФАнМ, дрожжи, плесени). Совмещение этих процедур с анализом географического происхождения обножки позволяет без дополнительных затрат осуществлять апимониторинг экосистем. Для этого необходимо следующее.

1. Устанавливать место сбора обножки по расположению пасеки. Информация содержится в сопроводительных документах – это паспорт пасеки и справка ветеринарно-санитарной экспертизы. Для установления места сбора пчелиной обножки одним из надежных критериев оценки ее происхождения является и палинологическое исследование.

2. Проводить палинологический анализ для определения доминирующих пыльценосов и их роли в накоплении загрязнителей. Это позволит также установить целевое использование обножки в апитерапии.

3. Установить содержание вероятных или контролируемых загрязнителей (тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды).

4. Проводить анализ топографического распределения интересующих поллютантов во временных рядах и по флоральному спектру.

Пыльцевая обножка медоносных пчел, в силу специфики ее получения пчелиной семьей и технологии получения человеком, может служить интегральным показателем состояния биоценозов не только по накоплению различных антропогенных загрязнителей, но и по характеру и уровню контаминации микроорганизмами.

Микробиота пыльцевой обножки, сформированная в результате интеграции эдафитных, эпифитных и аэрогенных микроорганизмов, удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к индикаторам состояния окружающей среды, поскольку использование такого индикатора не требует дополнительного пространственно-временного обследования, удовлетворяет требованиям интегральности отклика на воздействие факторов ее формирования, и, наряду с мониторингом состояния природных экосистем, изучение микробиоты пыльцевой обножки медоносных пчел позволяет подойти к решению проблемы диагностики экологического неблагополучия на основе оценки микробиологической безопасности продукта.

Вопросы и тесты для самопроверки к главе 4

Ответьте на вопросы

1. Биологические основы получения пчелиной обножки.

2. Роль пчелиной обножки для пчел.

3. Значение пчелиной обножки для человека. Применение в апитерапии.

4. Химический состав пчелиной обножки.

5. Показатели качества пчелиной обножки.

6. Показатели, подлежащие подтверждению при обязательной сертификации.

7. Технология и оборудование для получения пчелиной обножки.

8. В какой период ведут сбор пчелиной обножки?

9. У каких пчелиных семей проводят сбор пчелиной обножки?

10. Какие технологии могут применяться для консервации пчелиной обножки?

11. Оптимальные режимы и сроки хранения пчелиной обножки?

12. Упаковка и маркировка пчелиной обножки.

Выберите правильный ответ

1. Биологические основы получения пчелиной обножки:
   а) необходимость выкармливать расплод побуждает пополнять запасы белкового корма;
   б) запасают неограниченное количество белкового корма;
   в) количество белкового корма пропорционально количеству расплода.
2. Роль пчелиной обножки и перги для пчел:
   а) белковый корм для личинок и пчел;
   б) белковый корм для личинок;
   в) белковый корм для личинок, куколок и пчел.
3. Значение пчелиной обножки для человека. Применяется в апитерапии как:
   а) лекарство;
   б) биологически активные добавки;
   в) пищевая добавка.
4. Химический состав пчелиной обножки представляют:
   а) в основном протеины и углеводы;
   б) в основном белки и аминокислоты;
   в) в основном витамины и микроэлементы.
5. Показатели качества пчелиной обножки:
   а) содержание протеина и флавоноидов;

б) содержание аминокислот и витаминов;

в) содержание липидов и микроэлементов.

6. Показатели качества пчелиной обножки, определяющие ее антиоксидантные свойства:

а) содержание флавоноидов;

б) содержание аминокислот;

в) содержание витаминов;

г) вкус, цвет, запах.

7. Оборудование для получения пчелиной обножки:

а) пыльцеуловители и сушильные шкафы;

б) пыльцеуловители и емкости для хранения;

в) ящики для сбора пыльцы.

8. Сбор пчелиной обножки ведут:

а) в мае – июне;

б) в июне – июле;

в) в июле – августе.

9. Сбор пчелиной обножки проводят у пчелиных семей:

а) у сильных, нероящихся, здоровых;

б) у племенных, здоровых;

в) у сильных в роевом состоянии.

10. Для консервации пчелиной обножки может применяться:

а) лиофильная сушка;

б) высушивание на солнце;

в) прожаривание в печах.

11. Оптимальные режимы и сроки хранения пчелиной обножки:

а) без доступа воздуха и света течение 12 мес.;

б) при t от 0 до 15 °С и влажности $\leq$ 75 % в течение 24 мес.;

в) при t от 5 до 10 °С и влажности $\leq$ 80 % в течение 18 мес.

12. Отверстия в заградительной решетке пыльцеуловителя должны иметь диаметр:

а) 2–3 мм;

б) 3–4 мм;

в) 4–5 мм.

13. Обножку из пыльцеуловителя следует вынимать:

а) каждые 4 часа;

б) каждые сутки;

в) каждые 3 дня.

14. Навешивать пыльцеуловители на летки следует:

а) при выставке ульев из зимовника;

б) при установке вторых корпусов;

в) при отборе пчелиной обножки.

15. Вставлять в пыльцеуловитель решетку-заградитель следует:

а) при навешивании пыльцеуловителя;

б) через 1–2 недели после навешивания пыльцеуловителя;

в) за 1–2 ч до сбора обножки.

16. Конструкции пыльцеуловителей, обеспечивающие получение обножки меньшей влажности:

а) навесные;

б) донные;

в) магазинные.

17. Наиболее технологичны пыльцеуловители:

а) навесные;

б) донные;

в) магазинные.

18. Высушивание обножки следует проводить при температуре не выше:

а) 35 °С;

б) 45 °С;

в) 55 °С.

19. Продолжительность высушивания обножки зависит от:

а) ее ботанического происхождения;

б) ее влажности;

в) ее размеров.

20. Окончание сушки обножки определяют:

а) влагометром;

б) органолептически;

в) интуитивно.

21. Высушивать обножку следует до влажности:

а) 8–10 %;

б) 6–8 %;

в) 4–6 %.

22. Размер ячеек сита, применяемого для просеивания обножки:

а) 2,5–3 мм;

б) 3,5–4 мм;

в) 4,5–5 мм.

23. Просеивание обножки используют для:

а) калибровки;

б) очистки от мусора;

в) получения монофлорной обножки.

24. Партия обножки – это:

а) пчелиная обножка одного года сбора;

б) пчелиная обножка одного места сбора;

в) пчелиная обножка одного ботанического происхождения.

25. Упаковка сушеной пыльцы разрешена:

а) только в стеклянную тару;

б) в стеклянную и полиэтиленовую тару;

в) в любую тару.

26. Количество обножки, собираемой от пчелиной семьи за сезон:

а) до 1 кг;

б) до 10 кг;

в) до 20 кг.

27. Превращение обножки в пергу происходит за счет преобразований:

а) биологических;

б) химических;

в) микробиологических.

Ответы: 1 – в, 2 – а, 3 – б, 4 – а, 5 – а, 6 – а, 7 – а, 8 – а, 9 – а, 10 – а, 11 – б, 12 – в, 13 – б, 14 – а, 15 – в, 16 – в, 17 – а, 18 – б, 19 – б, 20 – б, 21 – а, 22 – б, 23 – б, 24 – а, 25 – б, 26 – б, 27 – в.

Глава 5. ПЕРГА

§ 5.1. Биологические основы получения перги

Перга является белковым кормом личинок и рабочих пчел. В перге, в отличие от пыльцевой обножки, из которой она готовится пчелами, содержится полный набор незаменимых аминокислот, повышенное количество сахаров и молочной кислоты. При смешивании в ячейке сотов обножки с разных растений, существенно отличающейся по содержанию белка, наблюдается его нормирование в конечном продукте – перге.

Молодые пчелы в ячейку утрамбовывают обножку. Упершись в стенки ячеек ножками, пчела прессует сложенные в ячейку комочки пыльцы, предварительно смочив их нектаром и секретом слюнных желез, содержащим ферменты. Обычно это бывает различная пыльца: лишь в отдельных случаях ячейки заполняются пыльцой, собранной с одного растения; чаще всего в ячейке имеется обножка с 4–5 разных растений.

Уплотнение обножки производится по мере заполнения ячейки. Когда ячейка заполнится примерно на ¾ объема, пчелы заливают ее медом. Верхний слой перги пчелы пропитывают медом, а во время медосбора дополняют ячейки медом и запечатывают восковой крышечкой, получается белковый корм, подготовленный для длительного хранения. Это медоперговый сот.

Пыльца, сложенная в ячейки сотов и залитая сверху медом, называется пергой. Тромбование обножки в ячейке и покрывающий ее слой меда создают анаэробные условия, благоприятные для развития за счет сахаров молочнокислых бактерий, вырабатывающих молочную кислоту. Последняя исключает развитие гнилостных бактерий. Таким образом, пчелы «консервируют» свой белковый корм в ячейках сотов. Молочнокислая ферментация перги полностью заканчивается через 15 дней. Во время брожения в перге накапливается до 3,2 % молочной кислоты, которая вместе с соединениями, обладающими антибиотическими свойствами, обеспечивает ее консервацию. Из пыльцы выделено 148 видов микромицетов. Дрожжи синтезируют витамины и обогащают пергу некоторыми белками, липидами, ферментами, но

при высокой концентрации молочной кислоты в перге их развитие подавляется.

Перга размещается по краям расплода и в сотах, следующих сразу же за сотами с расплодом, с обеих сторон расплодной части гнезда, что способствует лучшей терморегуляции гнезда. В зависимости от наличия расплода и матки, пчелы-фуражиры соблюдают симметрию в заполнении сотов пергой в ранневесенний период и постепенно осваивают новые рамки.

В одной ячейке примерно 140 мг перги (102–175 мг). Один сот, в котором ¾ ячеек (примерно 6000 штук) с обеих сторон заполнены пергой, вмещает около 840 г перги, 1 кг перги занимает примерно 7000 ячеек. Полностью запечатанный сот вмещает до 1,4–1,6 кг перги. От каждой пчелиной семьи можно отобрать из сотов, идущих на выбраковку, по 200–300 г перги.

Количество перги в гнезде зависит от следующих факторов:

– силы и физиологического состояния семьи,

– количества выращиваемого расплода,

– уровня обеспеченности кормами, от наличия матки,

– объема расплодной части гнезда,

– времени года и наличия пыльцы в природе.

Запас перги в гнезде растет с наступлением обильного приноса пыльцы и увеличением количества выращиваемого расплода и ко времени наступления главного медосбора достигает максимума. Корреляция между рассматриваемыми показателями в течение всего июня до наступления главного медосбора положительная и постепенно усиливается.

В период главного медосбора положительная корреляция между запасами перги и количеством выращиваемого расплода сильными семьями постепенно ослабевает, затем исчезает, а в ряде случаев изменяется на обратную. В период главного медосбора пчелы продолжают носить в улей пыльцу и превращать ее в пергу, но в значительно меньшем количестве, лишь покрывая потребности на текущее кормление расплода. Поэтому в этот период ее количество в гнездах практически остается на одном уровне.

В августе и первой половине сентября, когда семья наращивает молодых пчел, идущих в зиму, идет резкое уменьшение запа-

сов перги. Осенью пчелы интенсивно расходуют пергу на обильное кормление личинок, ее усиленно потребляют молодые пчелы, идущие в зиму. Осенью количество перги в гнездах уменьшается.

На основании изучения динамики количества перги в гнездах в зависимости от силы семьи и количества выращиваемого расплода установлено, что для интенсивного накопления этого продукта необходимо иметь сильные семьи с молодыми плодными матками. Соты с пергой можно отбирать из семей во время главного медосбора или осенью при формировании гнезд на зиму.

Биологическая потребность одной пчелиной семьи в перге составляет около 20 кг, причем на выращивание расплода в год тратится примерно 16,6 кг перги. Экспериментально установлено, что в активный период жизни пчелам необходим 1 кг перги на 4 кг меда, потребляемого ими в это время.

На интенсивность накопления и запасы перги в гнездах семей сильное влияние оказывает объем расплодной части гнезда. На время наступления и в процессе главного медосбора, а также в период формирования гнезд на зиму в двухкорпусных ульях обнаруживается больше перги, чем в 12-рамочных ульях с магазинными надставками. Это объясняются тем, что в 12-рамочных ульях с магазинными надставками расплод выращивают в гнездовом корпусе, а в двухкорпусном улье – в обоих корпусах, куда пчелы заносили и размещали пыльцу. Не наблюдалось заноса пыльцы и размещения перги в магазинных надставках. Исходя из рекомендуемых ныне норм обеспеченности белковым кормом на зимний период, от каждой семьи в двухкорпусном улье можно без ущерба для нее получать по 5,4 кг перги, а в 12-рамочных ульях с магазинными надставками – по 0,5 кг.

Соты с перговыми ячейками являются исходным материалом для получения перги. **Основа заготовки перговых сотов** – это комплекс приемов, обеспечивающих сохранность семей в период зимовки, ускоренное наращивание их силы до главного медосбора и наличие большого количества расплода.

Пергу не получают искусственным путем. Однако известны опыты по имитации естественного процесса ферментации пыльцы. При этом исследована структура биоты молочнокис-

лых бактерий в цветках, в свежей пчелиной пыльце, в хранящейся в улье перге и в желудочно-кишечном тракте медоносной пчелы. Установлено, что характерное для цветков и свежей пыльцевой обножки большинство видов молочнокислых бактерий исчезло на протяжении всего периода созревания перги, уступив место определенным штаммам *Lactobacillus kunkeei* и *Fructobacillus fructosus*. Был успешно разработан протокол ферментации пчелиной обножки, который включал смешанный инокулят отобранных штаммов *L. kunkeei* и *Hanseniaspora uvarum* AN8Y27B, практически имитирующий спонтанное брожение перги. Установлена строгая взаимосвязь между молочнокислыми бактериями и дрожжами при созревании перги. Использование выбранных штаммов повысило переваримость и биодоступность питательных веществ и биологически активных соединений, встречающихся в пчелиной пыльцевой обножке. Искусственно созданный биотехнологический процесс обеспечил продукту микробиологическую стабильность и безопасность. И наоборот, нативная пыльцевая обножка была более подвержена неконтролируемому росту дрожжей, плесеней и других бактериальных групп.

До настоящего времени пергу не получают искусственным путем. Фальсификация перги не отмечалась.

§ 5.2. Химический состав перги

Большинство аналитических данных показывают, что белка в перге содержится около 20%, независимо от того, из каких ботанических видов пыльцевой обножки она приготовлена.

Жиры составляют от 1,3 до 14,0%. Из 12 жирных кислот с длиной углеродной цепи от 12 до 22 атомов углерода больше всего обнаруживалось пальмитиновой и линоленовой кислот. 22 вида жирных кислот были обнаружены в литовской перге, в том числе 5 ω-3, 4 ω-6 и 3 ω-9 полиненасыщенных жирных кислот. Отношение ω-6 и ω-3 жирных кислот составляло 1:1 в образцах, где перга содержала 45,1 ± 3,0% пыльцы рапса, и это соотношение составляло 2:1 в перге с высоким содержанием пыльцы рапса (78,7 ± 4,5%). Следовательно, содержание липидов в перге

определяется ботаническим происхождением обножки, из которой она приготовлена.

Углеводы составляют от 25 до 38 и минеральные соли – от 0,9 до 5,0%.

Кислотность водного раствора перги составляет pH 4,3, накопление молочной кислоты повышает активную кислотность перги по сравнению с обножкой на 40–46%, что вызвано размножением молочнокислых бактерий при повышенной температуре в анаэробных условиях.

Из витаминов перги наибольшее содержание отмечено для каротиноидов, которые могут полностью обеспечить суточную потребность человека в провитаминах А. Сравнительно много витамина С (до 38% суточной нормы в 20 г перги) и витамина B_6 – никотиновой кислоты (до 57%). Другие витамины присутствуют в меньших количествах (до 10–30% суточной нормы в 20 г перги).

Калорийность перги с содержанием белка – 21, жиров – 1,58 и углеводов – 34 г/100 г оценивается в 238 кКал/100 г.

Химический состав перги, особенно содержание ее минорных компонентов (витамины, минеральные вещества) варьирует в зависимости от ботанического происхождения пыльцевой обножки и географического происхождения (табл. 5.1; 5.2).

Например, в образце перги из улья в Тульской области (с. Иваньково) общее содержание кремния (Si) составило 1,12%. В перге из Горного Алтая (с. Михайловское) обнаружено 1,27% Si, а свободный, легкогидролизуемый и прочно-связанный Si распределялись следующим образом: 0,24; 0,72 и 0,31%. Известно, что перга, как и пыльцевая обножка, характеризуется высоким содержанием полифенолов и в том числе флавоноидов. Флавоноиды локализуются на поверхности экзины пыльцевых зерен, которая имеет большую прочность. Вероятно, прочность экзины обусловлена также кремнием, входящим в состав полисахаридных комплексов. Извлекаемый кислотным гидролизом Si химически связан не только с клетчаткой, но и с пектинами перги. Тот факт, что вместе с флавоноидами в пчелиной перге содержится кремний, повышает фармакологическую ценность этого продукта.

Таблица 5.1

Химический состав перги (Продукты…, 2011)

Показатель	Содержание	Показатель	Содержание
Влага,%	6,05	Аминокислоты,%: аланин	1,84
Сырой протеин,%	22,50	аргинин	0,89
Липиды,%	10,67	валин	1,10
в т.ч. жирные кислоты, мг/100 г:		аспарагиновая кислота	2,10
		гистидин	0,93
арахидоновая	408	глицин	0,84
гадолеиновая	47	глутаминовая кислота	2,24
клупинодоновая	317	изолейцин	0,92
лауриновая	27	лейцин	1,50
линолевая	811	лизин	1,00
линоленовая	2896	метионин	0,62
миристиновая	41	пролин	2,05
миристолеиновая	1510	серин	1,05
олеиновая	514	тирозин	0,65
пальмитиновая	3592	треонин	0,97
пальмитолеиновая	1436	фенилаланин	0,88
стеариновая	93	цистин	2,44
эруковая	197		
Углеводы,%:		Сумма аминокислот,%	22,02
глюкоза	23,70	Зольные элементы,%:	2,5
фруктоза	10,52	марганец, мг/100 г	23,50
сырая клетчатка	2,62	медь, мг/100 г	12,00
Каротиноиды, мкг/100 г	66,43	железо, мг/100 г	105,00
		цинк, мг/100 г	38,00

Исследователи Донского государственного аграрного университета установили в образцах перги, содержащей белков – 42, жиров – 3 и углеводов – 35 г/100 г перги, наличие витаминов и минеральных веществ в следующих количествах (см. табл. 5.2).

Таблица 5.2

Витамины и минеральные вещества в 100 г перги (по Войтенко О.С. и др., 2017; по Сухову М.А. и др., 2018)

Витамины	Количество, мг	Минеральные вещества	Количество, мг
1	2	3	4
Аскорбиновая кислота (С)	180/175	Кальций (Са)	7750/750
Токоферол (Е)	170/170	Калий (К)	1750/1750

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4
Рутин (P)	120/20	Фосфор (P)	850/840
Никотиновая кислота (B_3)	20/ –	Натрий (Na)	830/840
Пантотеновая кислота (B_5)	8/8	Магний (Mg)	420/420
Рибофлавин (B_2)	3/ –	Кремний (Si)	360/350
Тиамин (B_1)	2,0/3,5	Сера (S)	70/70
Пиридоксин (B_6)	2,0/1,5	Хлор (Cl)	65/64
Фолиевая кислота (B_9)	0,6/0,6	Цинк (Zn)	2,0/1,5
Филлохинон (K)	0,200/0,130	Железо (Fe)	1,0/1,2
Биотин (B_7)	0,1/0,1	Хром (Cr)	– /0,021
Ретинол (A)	0,08/0,05	Медь (Cu)	– /0,012
Кальциферол (D)	0,04/ –	Бор (B)	– /0,056
Бета-каротин	110/112		

В зависимости от периода сбора состав некоторых компонентов перги меняется. Из 26,2 г протеина, выделяемых из 100 г перги, заготовленной летом в Латвии, до 44 % массы приходилось на незаменимые аминокислоты, а в весенних образцах – до 46 %. Весенняя перга по сравнению с летней содержала больше глутаминовой и аспарагиновой кислот, каротина, витаминов C, B_6, микроэлемента цинка, но меньше незаменимых аминокислот.

Химический состав перги меняется в процессе хранения в течение 1,5 лет в герметично закрытой таре следующим образом. Снижается содержание сахаров (с 38,6 до 29,2 %), белка (с 25,8 до 21,8 %), жира (с 3,0 до 1,0 %), витамина C (с 5,8 до 1,1 мг/100 г); возрастает содержание молочной кислоты (с 2,5 до 5,0 %); содержание золы не изменяется (2,7 %). Содержание витамина C при хранении перги прогрессивно уменьшается. Особенно быстро снижается содержание витаминов (аскорбиновая кислота, каротиноиды) в первые 5 месяцев хранения, а затем динамика процесса замедляется.

Аналогичные изменения обнаружены при хранении перговых сотов, в которых перга находилась в залитых медом и запечатанных восковой крышечкой ячейках.

§ 5.3. Технические требования

Требования к качеству перги

Требования к показателям качества и безопасности перги изложены в межгосударственном стандарте ГОСТ 31776-2012 «Перга. Технические условия», которые распространяются на пергу – продукт, произведенный пчелами из пыльцевой обножки, уложенной в ячейки сотов и залитой медом (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Органолептические и физико-химические показатели перги (по ГОСТ 31776-2012)

Наименование показателя	Характеристика и нормы
Внешний вид	Перга, извлеченная из сотов, может быть в виде шестигранных гранул, повторяющих форму ячеек сотов. Перга в сотах в виде восковых сот с ячейками, заполненными гранулами
Цвет	От светло-желтого до коричневого
Поражение восковой молью	Не допускается
Механические примеси	Не допускаются
Запах	Характерный медово-пыльцевой
Вкус	Кисло-сладкий, слегка горьковатый
Массовая доля воды,%, не более	18,0
Окисляемость, с, не более	23,0
Концентрация водородных ионов (pH) водного раствора массовой долей 2 %, не менее	3,0
Массовая доля флавоноидных соединений (в пересчете на рутин),%, не менее*	0,5
Массовая доля сырого протеина,%, не менее*	18,0
Массовая доля воска,%, не более*	5,0

* К безводному веществу перги.

Запах и вкус определяют органолептически. Определение массовой доли флавоноидных соединений (в пересчете на рутин) проводится спектрофотометрическим определением оптической плотности (в пределах длин волн 408–420 нм) комплексов, образующихся при взаимодействии флавоноидов, входящих в состав перги с хлоридом алюминия. В качестве стандарта служит рутин. Окисляемость устанавливают перманганатометрическим методом. Определение массовой доли сырого протеина основано на количественном улавливании кислотой аммиака после гидролиза органических веществ. Показатели: массовую долю сырого протеина, а также массовую долю воска определяют при возникновении разногласий в оценке качества продукта. При измерении физико-химических показателей перги требуется соблюдение следующих условий: температура и относительная влажность воздуха – от 15 до 25 °С и не более 80% соответственно, атмосферное давление – 730–760 мм рт. ст.

Практикуется реализация перги без извлечения из ячеек. Готовой продукцией являются непосредственно участки сотов или секции (10·10 см или 5·5 см) с заполненными с двух сторон перговыми ячейками, доля которых составляет 80% от площади всей секции.

Молотая перга (или перговая паста) производится путем перемалывания на мясорубке медоперговых сотов с добавлением меда (около 30%). Такой продукт хорошо хранится, содержание перги в пересчете на сухое вещество достигает 30–40%. Недостатки связаны с тем, что точно неизвестна концентрация перги, сам состав массы и нетоварный вид продукта.

Перга, извлеченная из сотов, имеет вид твердых шестигранных призмочек-гранул, очищенных от воска. Хранится хорошо. Содержание посторонних веществ не должно превышать 0,1%.

Технические условия разработаны для перги, получаемой в виде высушенных гранул, извлеченных из сотов (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Показатели качества перги (ТУ 10 РФ 505-92 «Перга сушеная»)

Показатель качества	Характеристика
1	2
Внешний вид	Мелкие неравномерные комочки
Цвет	От темно-желтоватого до коричневого

Окончание табл. 5.4

1	2
Запах	Характерный медово-пыльцевой
Вкус	Кисло-сладкий, слегка горьковатый
Консистенция	Мягко рыхлые, легко рассыпающиеся комочки
Пораженность плесенью	Не допускается
Массовая доля механических примесей (ульевой сор),%	Не более 0,1
Массовая доля воды,%	Не более 15
Показатель кислотности (pH) 2%-го водного раствора	Не менее 3,7
Показатель окисляемости, с	Не более 20
Массовая доля белка,%	Не менее 20
Массовая доля флавоноидных соединений,%	Не менее 2,5

Требования к безопасности перги

На пергу должно быть ветеринарное свидетельство, подтверждающее благополучие места выхода продукции.

В перге не допускается присутствие пыльцы ГМО-организмов. Обнаружение пыльцы ГМО-организмов проводят по ГОСТ ИСО 21571.

Перга в сотах и извлеченная из сотов должна соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и Единым ветеринарным (ветеринарно-санитарным) требованиям, предъявляемым к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору), от 18.06.2010 г. № 317, с изменениями, утвержденными Решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 г. № 830.

Содержание токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов не должно превышать норм, установленных правовыми актами РФ. Показатели безопасности регламентированы требованиями, изложенными в Приложении 1 пункте 1.10.8. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Справочными показателями могут являться результаты оценки содержания контаминантов перги, полученные отечественными исследователями (табл. 5.5; 5.6).

Таблица 5.5

Содержание тяжелых металлов в перге из регионов России

Место сбора	Содержание микроэлементов, мг/кг				Автор
	Zn	Cu	Cd	Pb	
Алтайский край, п. Залесово	42,90± 0,90	12,10± 0,96	0,098± 0,010	0,82± 0,21	Осинцева Л.А, Мотовилов К.Я, Соловьева О.В., Коркина В.И., 2008
Новосибирская область Коченевский район	37,30± 1,10	6,30± 0,10	0,091± 0,010	0,34± 0,05	
Тюменская область	37,00	5,75	0,010	0,29	Пашаян С.А., 2006
Дагестан	14,80–17,50	4,20–13,90	0,011–0,047	0,80–2,40	Гасанов А.Р., Кадиев А.К., 1997
По России, среднее	32,20	7,80	0,080	1,83	Баранников В.Д., Кириллов Н.К., 2005

Таблица 5.6

Контаминация нативной перги микроорганизмами

Район сбора	Среднее количество, КОЕ/г •10^2	
	Мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАнМ)	Грибов и дрожжей
Коченевский район, Новосибирская область	82,5	8,5
Новосибирский район, Новосибирская область	25,0	6,9
Залесовский район, Алтайский край	75,2	7,5

Порядок и периодичность контроля за содержанием токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов, микробиологических показателей в перге устанавливает изготовитель в программе производственного контроля, утвержденной в установленном порядке.

Например, для продукции, изготовленной ООО «Медовая долина», – БАД к пище «Перга сушеная», разработаны ТУ 9882-001-78085055-09, в которых указаны показатели безопасности, согласующиеся с требованиями нормативных документов СанПиН 2.3.2.1078-01 и СанПиН 2.3.2.1290-03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)» (табл. 5.7)

Таблица 5.7

Показатели безопасности БАД «Перга сушеная»

Показатели	Нормы
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	
свинец	1,0
кадмий	1,0
мышьяк	1,5
ртуть	0,2
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	10000
БГКП (колиформы) в 0,1 г	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 10 г	Не допускаются
E. coli в 1,0 г	Не допускаются
S. aureus в 1,0 г	Не допускаются
Дрожжи и плесени, КОЕ/г, не более	200
Пестициды, мг/кг, не более: ГХЦГ (сумма изомеров)	0,1
ДДТ и его метаболиты	0,1
Гептахлор и альдрин	Не допускаются

Упаковка, маркировка, хранение перги

Особую биологическую ценность перги обеспечивают входящие в ее состав флавоноиды, органические кислоты, в том числе аминокислоты, и углеводы, преимущественно в виде моносахаров. Взаимодействие последних двух компонентов на свету приводит к меланизации, а следовательно, к снижению потребительской ценности продукта, а также вызывает его потемнение. Поэтому солнечная радиация является одним из основных факторов, снижающих качество перги при хранении.

Пергу хранят в чистых, сухих, не имеющих посторонних запахов помещениях, защищенных от прямой солнечной радиации, с относительной влажностью воздуха не более 75 %.

Срок хранения перги в сотах, упакованной в потребительскую тару, изготовленную из материалов, обеспечивающих сохранность и качество продукта и разрешенных к применению в установленном порядке, при температуре от 0 до 10 °С составляет не более одного года.

Срок хранения извлеченной перги, фасованной в негерметично укупоренную тару, – не более одного года, фасованной

в герметично укупоренную тару, вместимостью не более 1 дм^3, составляет не более двух лет.

Температура хранения извлеченной перги зависит от ее влажности. Температура хранения извлеченной перги с массовой долей воды не более 15,0% должна быть не выше 20 °С. Извлеченную пергу с массовой долей воды от 15 до 17% следует хранить при температуре от 0 до 10 °С.

Пергу фасуют и упаковывают в чистую, сухую, прочную, без постороннего запаха, плотно закрывающуюся тару. Потребительскую тару изготавливают из материалов, обеспечивающих сохранность и качество продукта и разрешенных к применению в установленном порядке.

Стеклянную тару с пергой упаковывают в транспортные пакеты и транспортную тару. Пергу, предназначенную для транспортирования в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, упаковывают по ГОСТ 15846-2002 «Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

Потребительская и транспортная упаковка, упаковочные материалы, контактирующие с пергой, должны соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки». Этому же документу должны соответствовать упаковка и материалы, используемые для упаковывания и укупоривания перги, они должны обеспечивать сохранность качества и безопасности продуктов при их транспортировании, хранении и реализации.

Маркирование каждой единицы потребительской тары с пергой осуществляется любым способом, обеспечивающим четкое ее обозначение, с указанием на этикетке или непосредственно на потребительской таре: наименования продукта; наименования и местонахождения изготовителя (юридический адрес, включая страну, и, при несовпадении с юридическим адресом, адрес(а) производств(а)); наименования организации на территории государства, принявшего стандарт, уполномоченной изготовителем на принятие претензий от потребителя на ее территории

(при наличии); товарного знака изготовителя (при наличии); массы нетто; энергетической ценности; условий и срока хранения; даты изготовления и расфасовки продукта; обозначения настоящего стандарта; информации о подтверждении соответствия.

Маркировка транспортной тары должна включать предупредительные знаки: «Хрупкое. Осторожно», «Верх», «Беречь от влаги».

Каждая упаковочная единица должна иметь ярлык с указанием: наименования продукта; наименования организации-изготовителя (и юридический адрес, включая страну); товарного знака изготовителя (при наличии); числа упаковочных единиц; номера партии; массы брутто и нетто; даты изготовления, расфасовки (упаковки); условий хранения; срока годности; обозначения стандарта ГОСТ 31776-2012 «Перга. Технические условия» или другого нормативного документа, которому продукт соответствует.

Маркировка продукта, помещенного в транспортную упаковку, должна быть нанесена на русском языке и на государственном(ых) языке(ах) государства – члена Таможенного союза.

Маркировка каждой единицы потребительской тары с пергой выполняется любым способом, который обеспечивает четкое ее обозначение.

При транспортировке продукт должен быть предохранен от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей.

Пергу принимают партиями. Партия – любое количество перги одной даты изготовления, упакованной в однородную тару, одновременно предъявляемое на испытания и приемку и оформленное одним удостоверением о качестве.

§ 5.4. Технология получения перги

Извлечение перги из сотов

Извлечение перги из сотов проводят различными способами. Часто такой сот просто разрезают на полоски и заливают медом.

Один из простейших и доступных каждому пчеловоду способов извлечения перги из сотов заключается в том, что соты подсушивают, в результате чего комочки перги становятся более

прочными и отстают от стенок ячеек или коконов, охлаждают до минус 3–4 °С в течение 30–40 мин и разрушают. При низкой температуре воск крошится на мелкие кусочки, а подсушенная перга в ячейках практически не разрушается. Измельченное сырье просеивают через сито с ячейкой 4×4 мм.

Ученые предлагают несколько технологий извлечения перги из сотов:

1) размачивание в воде сота, вытряхивание перговых гранул, отцеживание воды, сушка; или срезают ячейки с пергой до основания сот, заливают водой в стеклянной банке и размешивают, воск при этом всплывает, а перга остается на дне, затем вода сливается, перга подсушивается и заливается медом;

2) сушка и извлечение перговых гранул из сота при помощи вакуума;

3) сушка, охлаждение, измельчение и отвеивание восковых частиц;

4) замораживание, измельчение и отвеивание восковых частиц.

Эти технологии имеют свои недостатки: первая – размачивание в воде – вызывает большие потери питательных веществ; вторая отличается малой производительностью и требует специального вакуумного оборудования; третья отличается малой производительностью и большими затратами труда; четвертая приводит к значительным потерям питательных веществ при замораживании перги на фоне низкой производительности труда. Эти технологии кустарные и не могут быть использованы для промышленной заготовки перги.

В настоящее время разработана система машин и технологий, при которых процесс извлечения перги из ячеек сотов полностью механизирован. В ее основу заложены четыре основных операции:

1. Подсушка подготовленного сырья при температуре 40 °С в течение 8–10 ч до влажности 14–15 %. Для ускорения процесса проводят скарификацию поверхностного слоя перги, который пропитан медом и препятствует интенсивному подсыханию. Позднее была предложена вакуумная сушка, которая

позволяет за 5–7 ч при 40 °С высушить пергу до влажности 10 %. При таких условиях перга становится более твердой, меньше комочков разрушается при перетирании сота, это снижает потери.

2. Подсушенное одним из указанных способов сырье охлаждают до температуры –1 °С и измельчают на сотодробилке, пропуская между валиками с расстоянием 4,9±0,1 мм, что обеспечивает полное разрушение и отделение коконов.

3. Измельченное сырье просеивают с помощью машины для очистки семян при скорости потока воздуха 7,5–8,0 м/с, используя сито с отверстиями диаметром 2,6 мм. При этом восковые частицы и перга разделяются.

4. Полученную пергу обеззараживают гамма-лучами или смесью газов из окиси этилена и бромистого метила.

Основные современные технологические операции, которые используют для извлечения перги из сотов, включают:

1. Сушку перги в соте периодически заменяемым замкнутым воздушным потоком теплоносителя при температуре 42–43 °С до влажности 13–15 % (установка для сушки перги)[2].

2. Охлаждение кусков сотов до температуры от 0 до –7 °С (бытовая холодильная установка).

3. Охлаждение кусков сотов до температуры от –12 до –19 °С (бытовая холодильная установка).

4. Измельчение кусков сотов (измельчитель перговых сотов, снабженный циклоном и аспирационным каналом)[3].

5. Разрушение коконов на гранулах перги (измельчитель перговых сотов, снабженный циклоном и аспирационным каналом)[4].

6. Отделение перги от восковых частиц на решете (установка для извлечения перги из перговых сотов)[5].

---

[2] Патент РФ на изобретение № 2391610.

[3] Патенты РФ на изобретение № 2412590, № 2275800, патент РФ на полезную модель № 93302; установка для извлечения перги из перговых сотов – патент РФ на изобретение № 2367150.

[4] Патенты РФ на изобретение № 2412590, № 2275800, патент РФ на полезную модель № 93302.

[5] Патент РФ на изобретение № 2367150.

7. Отделение перги от восковых частиц посредством пневмасепорации (измельчитель перговых сотов, снабженный циклоном и аспирационным каналом)[6].

8. Досушивание гранул перги периодически заменяемым замкнутым потоком теплоносителя при температуре 40–42 °С до влажности 13–14 % (установка для сушки перги)[7].

Предложены различные сочетания этих технологических операций при работе с перговыми сотами, которые описаны в патентах РФ: патент РФ № 2360407 – технология № 1 (включает 3, 4, 6 и 8-ю операции); патент РФ № 2397639 и патент РФ № 2360407 – технология № 2 (включают 1, 2, 4, 6, и 7-ю операции); патент РФ № 2297763 – технология № 3 (включает 1, 2, 4 и 5-ю операции).

Недостатки технологии № 1 заключаются в том, что образуется большое количество восковых частиц, присутствующих в получаемой перге из-за замораживания кусков сотов перед измельчением до температуры от +12 до –18 °С. В результате замораживания хрупкие свойства восковой основы существенно увеличиваются, и это приводит к значительному увеличению в получаемом продукте массы мелких восковых частиц. Кроме того, происходит слипание части перговых гранул в процессе сушки из-за высокой начальной влажности перги. Для борьбы с этим явлением необходимо извлекать лоток с пергой из сушильной камеры через каждые 0,5–1 ч и производить его встряхивание с целью изменения месторасположения гранул.

Относительным недостатком технологии № 2 считают значительную продолжительность процесса сушки перги, составляющую 26–30 ч.

Технология № 3 обеспечивает высокую чистоту получаемой перги за счет сочетания двух технологических операций: очистки гранул перги от органических оболочек, скапливающихся в ячейках сота после вывода личинок пчел, и пневмосепара-

[6] Патенты РФ на изобретение № 2412590, № 2275800, патент РФ на полезную модель № 93302.

[7] Патент РФ на изобретение № 2391610.

цию измельченной воскоперговой массы. В результате пневмосепарации масса перговых гранул освобождается от восковых частиц и отслоившихся оболочек коконов. С позиций пчеловодов-практиков преимуществом используемого оборудования является его высокая производительность, что позволяет снижать затраты труда. Недостаток технологии № 3 заключается в энергоемкости процесса извлечения перги вследствие работы электродвигателя центробежного вентилятора, высокая металлоемкость и значительные габаритные размеры оборудования. Все это ограничивает возможность применения технологии № 3 в условиях мелких пасек.

Многие исследователи утверждают, что полноценно использовать пергу можно только после отделения перговых гранул от восковой оболочки.

Технология получения перги, разработанная сотрудниками Рязанской ГСХА и института пчеловодства, включает заготовку перговых сотов (1), их скарификацию (2), сушку (3, 4, 5), охлаждение (8), измельчение (9), разделение (10) на перговые гранулы (11) и восковое сырье. Схема технологической линии, на которой может быть реализована данная технология, представлена на рис. 5.1.

Основным элементом технологии получения перги является извлечение ее из сотов. Технология извлечения перги из сотов, разработанная В. Ф. Некрашевичем с соавторами, заключается в следующем:

1) подсушивание сырья (вырезанных кусков сотов);

2) охлаждение сырья до –1 °С и измельчение на сотодробилке, обеспечивающей полное разрушение ячеек и отделение коконов;

3) просеивание измельченного сырья и отделение частиц воска от перги с помощью решета с ячейкой 2,6 мм и воздушного потока со скоростью 7,5–8 м/с.

4) обеззараживание перги γ-лучами или смесью газов окиси этилена и бромистого метила;

5) расфасовка в стеклянные банки с притертыми пробками нержавеющей стали.

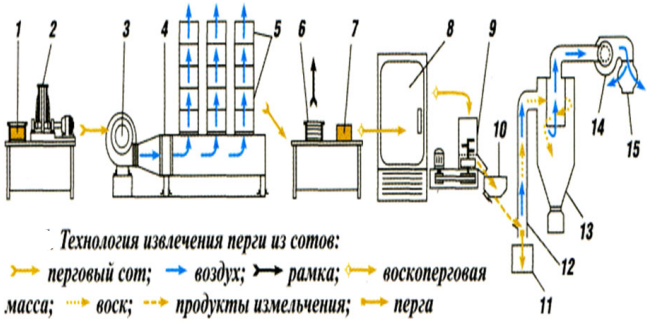

Рис. 5.1. Технологическая линия для извлечения перги из сотов:

1 – рамка с перговым сотом, 2 – скарификатор, 3 – вентилятор, 4 – электронагреватель, 5 – корпуса ульев с скарифицированными перговыми сотами, 6 – извлечение пергового сота из рамки, 7 – перговый сот, 8 – холодильное оборудование, 9 – измельчитель пергового сота, 10 – дозатор, 11 – емкость для перговых гранул, 12 – аспирационный канал, 13 – циклон, 14 – вентилятор, 15 – пылесборник (Некрашевич В. Ф. и др., 2008)

Отбор перговых сотов

Соты отбираются из гнездовой части ульев в период главного медосбора, после него или до медосбора. Их освобождают от меда на медогонке, «осушивают» пчелами и хранят до устойчивого похолодания при температуре от 1 до 8 °С и влажности 70–80 %, или из них извлекают пергу. При заготовке перговых сотов нужно добиться полного осушения их от меда пчелами. Для этого рекомендуют перговый сот после откачки меда возвращать в улей на 10–24 ч, лучше на ночь. За этот период пчелы соберут все капельки меда, оставшиеся в ячейках сота. Таким образом, предотвращается прилипание сырья к рабочим органам измельчителя, снижается количество восковых примесей в получаемой перге. Соты с очагами плесени следует выбраковывать.

В соответствии с традиционной повсеместно используемой пчеловодами в настоящее время технологией, из перговых сторамок, отобранных в конце августа – начале сентября, во время формирования гнезда на зиму откачивают мед из «медовых очагов» в хордиальной медогонке. Прошедшие медогонку сторамки устанавливают в пустые корпуса ульев и располагают их на ульях

с пчелами, отгибая для проникновения рабочих пчел уголок ульевого холстика. Продолжительность периода удаления остатков меда пчелами составляет в среднем 3–5 дней. Очищенные пчелами от остатков меда соты с пергой помещают в сотохранилище, где они находятся до переработки.

В местностях, где весной ощущается дефицит пыльцы, следует специально запасать и хранить вне улья перговые соты. С этой целью в период массового поступления пыльцы при очередных плановых осмотрах семей отбирают из гнезд по два-три сота, максимально заполненные пергой, без расплода. Перга лучше хранится, если сверху залита медом, а ячейки запечатаны восковыми крышечками.

Для подготовки медоперговых сотов к длительному хранению следует с наступлением главного медосбора на несколько сильных семей поставить вторые корпуса и разместить в них перговые соты. После того как пчелы зальют их медом и запечатают, отобрать и перенести корпуса для хранения.

Перговые соты хранят при температуре от 1 до 8 °С и относительной влажности воздуха 70–80 %. При нарушении условий хранения перга теряет свою питательную и энергетическую ценность.

Если перговые соты отобраны осенью и пчелы не имеют возможности залить их нектаром и запечатать, ячейки с пергой засыпают сахарной пудрой. Она предохраняет пергу от непосредственного воздействия атмосферной влаги. Весной ячейки сбрызгивают теплой водой и ставят в улей.

От семей, содержащихся в двухкорпусных ульях, перговые соты отбирают перед главным медосбором, преимущественно из нижнего корпуса, где ее запасы максимальны. Взамен ставят соты с расплодом из второго корпуса, а на их место качественную сушь или рамки с вощиной.

После главного медосбора, при формировании гнезд на зиму, в улье оставляют два-три сота, содержащих не менее 1,7 кг перги. Остальные с большим содержанием перги из гнезд удаляют. Соты, в каждом из которых имеется не менее 0,5–0,7 кг перги, оставляют на складе на весенний период (из расчета один-два на семью), остальные идут на переработку.

Перговые соты, предназначенные для переработки, прежде всего освобождают от меда, а затем дают пчелам на обсушку; осушенные перговые соты сохраняют до наступления устойчивого похолодания.

Скарификация перговых сотов

Перга представляет собой гранулы, заключенные в ячейки восковых сотов. Открытая поверхность перги, через которую происходит влагоотдача в ходе сушки, пропитана медом и образует воздухонепроницаемый слой. Для интенсификации сушки его целостность нарушают методом скарификации. Для этого поверхностный слой перги прорезают (процарапывают) в каждой ячейке сота на глубину формирования. В результате проницаемость слоя повышается, а также образуются новые поверхности испарения в виде бороздок. Кроме того, при процарапывании перга отстает от стенок ячеек, и образующиеся микрощели также способствуют ее высыханию. Наиболее эффективна скарификация в двух перпендикулярных направлениях. Время сушки по сравнению с временем обработки нескарифицированных сотов сокращается более чем на 30 %; скарификация в одном направлении сокращает время сушки примерно на 16 %. Скарификацию, т. е. прокалывание медовой оболочки и поверхностного слоя перги, предпочтительнее делать игольчатым скарификатором с иглами, расположенными на расстоянии 4,5 мм друг от друга.

Сушка перги

Сушка – важнейшая операция в технологии извлечения перги из сотов, так как качественная сушка обеспечивает возможность измельчения сотов таким образом, чтобы наибольший процент комочков перги остался целым. Сушка является наиболее энергозатратной операцией при извлечении перги из сотов. Пергу надо сушить в условиях, предотвращающих необратимые изменения в продукте и снижение его качества. Эти изменения в большей мере связаны с денатурацией белков и инактивацией ферментов, что обусловлено нагреванием продукта в ходе сушки.

Известно несколько способов сушки перги, наиболее распространенными являются вакуумная, инфракрасная и конвективная, но каждая из них имеет свои достоинства и недостатки.

В ходе **сушки солнечными лучами** разрушаются биологически активные вещества перги.

При **сублимационной сушке**, т. е. в глубоком вакууме в замороженном состоянии, в перге разрушаются витамины и другие биологически активные вещества. Сущность сублимационной сушки основана на способности льда при определенных условиях, минуя жидкую фазу, испаряться. При этом лед превращается в пар, который ассимилируется окружающей средой или конденсируется на холодной поверхности испарителя. Также в процессе сушки в зону парообразования постоянно должна подводиться энергия в количестве, достаточном для компенсации теплоты фазового превращения. Подвод теплоты в зону парообразования усложняется по мере продвижения этой зоны в глубь продукта. Образующийся слой подсохшего продукта оказывает сопротивление как передаче теплоты снаружи в зону парообразования, так и переходу пара из зоны парообразования к поверхности продукта.

У сублимационной сушки имеются преимущества по сравнению с традиционными методами консервирования. Во-первых, пропадает необходимость в холодильном хранении, так как сухие продукты могут на длительные сроки сохраниться при положительных температурах. Во-вторых, сильно снижается масса продуктов после процесса сушки, а значит, уменьшаются расходы на транспортировку. В-третьих, вкусовые качества готового продукта изменяются незначительно. В настоящее время общепризнано, что в процессе сублимационной сушки происходят незначительные изменения свойств исходного сырья, но, по сравнению с изменениями при консервировании другими методами, они минимальны. Сушка под вакуумом является одним из наиболее производительных способов сушки. Наибольшие сложности при вакуумной сушке возникают в процессе подведения тепловой энергии к объекту сушки, т. к. теплопередача в вакууме в значительной мере затруднена. Для решения этой

задачи подвод тепла осуществляют путем использования инфракрасного излучения, проходящего через вакуум практически беспрепятственно.

Инфракрасная вакуумная сушка является перспективным промышленным методом обработки пищевых продуктов с использованием инфракрасного излучения. Ее сущность заключается в возбуждении атомов и молекул, которое происходит при их тепловом движении. Из-за увеличения теплового движения атомов и молекул тело, поглотившее такое излучение, будет нагреваться. В этом случае энергия переходит от тела, обладающего большим потенциалом переноса тепла, к телу с более меньшим потенциалом. Также за счет воздействия коротковолновых лучей инфракрасного диапазона рост температуры высушиваемого продукта на глубине 6–7 мм намного выше роста температуры при конвективной сушке. Особенностью инфракрасной сушки продуктов является то, что нужно выбрать подходящую длину волны излучения, которая будет воздействовать только на воду в продукте. Такое излучение не поглощается самим продуктом, что дает возможность осуществлять процесс сушки при низких температурах в 40–60 °С. Из-за этого в продукте сохраняются биологически активные вещества и витамины. Это значит, что первоначальный вкус и цвет остаются неизменными. Вакуумная сушка осуществляется с исключением потенциально возможного движения воздуха, т. к. он почти целиком удаляется из сушильного шкафа. Отсутствие воздуха и, соответственно, кислорода в сушильной камере влияет на сведение к минимуму процесса окисления и развития микроорганизмов в продуктах. Этот метод сушки сохраняет до 90 % витаминов и других полезных веществ в продукте. Применяемое для инфракрасной сушки оборудование позволяет использовать всю энергию, подводимую к зоне сушки, почти на 100 %. Такой высокий КПД появляется вследствие того, что сам метод состоит в возбуждении молекул воды, а молекулы самого продукта не нагреваются излучением. Такие особенности процесса инфракрасной сушки обладают следующими преимуществами. Во-первых, сохраняется высокий процент биологически актив-

ных веществ. Спектральные характеристики перговых сотов в диапазоне температур от 25 до 65 ºС показывают, что наибольшие значения поглощения ИК-излучения перговыми сотами нативной влажности наблюдаются при диапазонах температур 55–56; 51–52 и 46–48 ºС. Экспериментально установлено, что при значении вакуума выше 0,09 МПа температура продукта не превышает 50 °С при температуре теплоподводящей поверхности 55 °С. Во-вторых, из-за процесса сушки, проходящего при низких температурах, отсутствуют потери тепла через вентиляцию и стенки оборудования. В-третьих, обеспечивается стерильность продукта из-за уничтожения всей микрофлоры инфракрасным излучением. Немаловажным является тот факт, что вакуумная инфракрасная сушка перги является наименее энергозатратным способом сушки (менее 1 кВт ч/кг). Показано, что производительность лабораторного образца вакуумной инфракрасной установки практически в 2 раза выше существующих конвективных сушильных установок, и остаточная влажность перги достигает значения 12–14 % при температуре 55 °С, давлении 0,1 Мпа в течение 2 ч.

Для промышленного использования наиболее приемлемым считается **конвективный метод сушки**, позволяющий создать мягкие условия для одновременной сушки большого числа перговых сотов. Применяемое при этом оборудование отличается простотой устройства и невысокой стоимостью. Сушку можно проводить прямо в ульевых корпусах, размещенных друг над другом в несколько ярусов и образующих сушильные каналы.

Одним из наиболее распространенных для промышленного использования (и считается наиболее приемлемым способом) является конвективная сушка. Технологические особенности данного процесса позволяют сохранить свойства исходного продукта. Передача тепла продукту происходит посредством нагретого сушильного агента. В большинстве случаев это перегретый пар или воздух. Также используются инертные газы или иные носители тепла. Температура высушиваемого продукта всегда ниже температуры сушильного агента. Объект сушки потребляет тепловую энергию, испаряя при этом воду. Пары воды уносятся

сушильным агентом. Все установки для сушки конвективным способом имеют довольно простую конструкцию и схожие принципы работы. Удельные затраты энергии такого оборудования высоки. Они составляют от 1,6 до 2,5 кВт·ч/кг. Такое большое энергопотребление усугубляется еще и тем, что оно в процессе сушки расходуется на нагрев самой установки и окружающей среды. Следующий недостаток проявляется в том, что влага испаряется только с поверхности высушиваемого продукта. В результате чего на этой поверхности появляется пленка, затрудняющая теплообмен. Продукт теряет вкус и цвет, аромат изменяется, степень восстановления готового продукта снижается. Конвективная сушка характеризуется значительной продолжительностью. В большинстве случаев результатом этого может быть инактивация биологически активных веществ. Отмечается неполное уничтожение первичной микрофлоры. Сушильные установки конвективного типа имеют сравнительно невысокую стоимость, а их энергетическая эффективность зависит от стоимости используемого энергоносителя.

Установка для конвективной сушки, созданная в Рязанской сельскохозяйственной академии, включает в себя сушильный канал (2), образованный горизонтальным воздуховодом (3) и вертикально расположенными корпусами ульев (1), электрокалорифер (6) и вентилятор (4) (рис. 5.2). Установлено, что при достижении влажности продукта 14–15 % прочность гранул перги значительно возрастает и их липкость снижается практически до нуля. Это, в свою очередь, приводит к получению большего количества целых гранул при измельчении сотов и предотвращению налипания перги на рабочие органы измельчителя. Температура перги в ходе сушки плавно повышается, достигая величины, близкой по значению к температуре сушильного агента. На процесс сушки больше всего влияет температура сушильного агента, которая не должна превышать 40–42 °С, поскольку от нее зависит температура нагрева перги. Зависимость сушки от скорости воздуха наиболее существенно проявляется примерно до значения 1,8–2,0 м/с. Дальнейшее увеличение скорости сушильного агента практически не влияет на процесс.

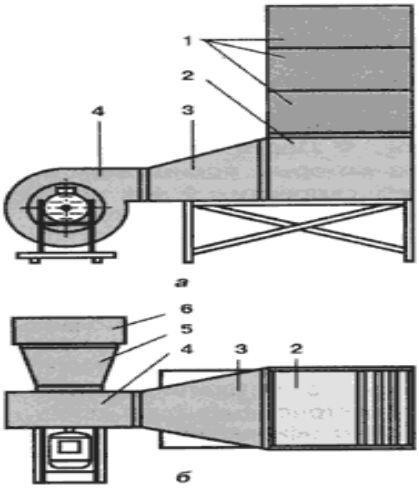

Схема установки для конвективной сушки перговых сотов: а — вид спереди; б — вид сверху; 1 — корпуса ульев; 2 — сушильный канал; 3 — воздуховод; 4 — вентилятор; 5 — патрубок; 6 — электрокалорифер

Рис. 5.2. Установка для сушки перговых сотов (Некрашевич В. Ф. и др., 2003)

Отделение перги от восковых частиц

Прежде чем измельчать высушенные перговые соты, их необходимо охладить. Охлаждают высушенное сырье в бытовых холодильных установках до 0±2 °С (выдерживают 30–50 мин), или до 0… –7 °С, или до –12… –19 °С. После такой обработки воск становится хрупким. Это будет способствовать его разрушению, а также предотвращать прилипание восковых частиц к рабочим органам измельчителя.

Важно не только разрушить восковую основу сота, но и снять с перговых гранул восковую оболочку, оставив их целыми, чтобы дольше сохранялись питательные и биологически активные вещества при хранении. Способ очистки перги от органических оболочек заключается в механическом перемешивании извлеченных из сотов гранул перги на поверхности пер-

форированного решета до тех пор, пока коконы, охватывающие гранулы перги, не разрушатся. Все способы очистки перги от оболочек основаны на механическом перемешивании извлеченных из сота гранул до тех пор, пока оболочки на гранулах полностью не разрушатся.

Для такой операции используют **измельчитель**, у которого рабочие органы – штифты цилиндрической формы. Разработан специальный ситовой механизм, позволяющий в процессе прохождения через него перговых гранул сжимать их и разрушать восковую оболочку. Такой способ позволяет исключить использование машины для разделения измельченной воскоперговой массы на фракции.

Наиболее полно извлечь пергу из полученного вороха можно на пневматических классификаторах. Использование предложенного способа измельчения перговых сотов и пневмосепарирования при скорости воздушного потока 7,8–8,1 м/с позволяет извлекать не менее 97 % перги при содержании восковых примесей в ней не более 2 % и выходе целых перговых гранул не менее 80 %.

Уровень очистки перговых гранул от органических оболочек возрастает от 40–43 до 68–75 % очищенных перговых гранул в общей массе при изменении продолжительности технологического процесса от 30 до 180 секунд. Увеличение времени дополнительной очистки свыше 3–3,5 мин не является целесообразным, т. к. не способствует существенному повышению степени очистки гранул, снижает производительность процесса и приводит к истиранию и переизмельчению продукта.

Промышленные отходы, полученные при извлечении перги из пчелиных сотов, используют в качестве воскового сырья или органического удобрения.

При производстве, переработке и контроле качества перги следует руководствоваться требованиями отраслевых нормативных документов по технике безопасности и инструкциями по охране труда.

Производство перги значительно повышает экономическую эффективность пасечного хозяйства. В стоимостном выражении

1 кг перги (пыльцы) эквивалентен 5,9 медовым единицам. Удельный вес перги и пыльцы в стоимости продукции пасек составляет около 20%. Дополнительные затраты, связанные с производством продукции, составляют в среднем около 10% от всех затрат на пасеке. Рентабельность пасек, производящих эту продукцию, составляет 130%.

§ 5.5. Применение перги

Перга официально признана:

– функциональным продуктом питания,

– пищевой добавкой при смешивании с другими продуктами пчеловодства или растительными компонентами,

– лечебно-профилактическим продуктом (заболевания печени, сердца, сердечно-сосудистой и нервной системы),

– косметическим средством (при использовании масок для лица), что зафиксировано в документе, представленном и одобренном на Международном конгрессе по апитерапии в Японии в 2006 г.

Перга содержит уникальные комплексы витаминов и микроэлементов в полностью усваиваемой форме, уже сбалансированные по потребностям человеческого организма, полный набор незаменимых аминокислот, а также ряд ферментов и других биологически активных веществ как общеоздоровительного, так и направленного действия.

Перга обладает разносторонним действием: повышает общую устойчивость и функциональную активность организма. Благоприятно влияет на систему кроветворения, оказывает нормализирующее действие при отравлении химическими веществами. Перга является биостимулятором, который обладает тонизирующим, трофическим, антисептическим действием, повышает аппетит, уменьшает вялость, улучшает тонус, обмен веществ. Это хороший адаптоген: он повышает защитные силы организма и его работоспособность, снижает утомление, особенно у школьников и студентов, смягчает действие стресс-факторов. Особенно успешно лечатся пергой заболевания, связанные с мочеполовой сферой у мужчин, включая простатит. Кроме этого, перга реко-

мендуется при гепатитах, гастритах, колитах, язве желудка и двенадцатиперстной кишки, при очищении кишечника; при нарушении потенции, мужском бесплодии, анемии, гриппе, псориазе, герпесе, инфарктах, инсультах, нейродермите, экземе, нарушении мозгового кровообращения:, сердечной недостаточности, алкоголизме, наркомании, черепно-мозговых травмах, слабоумии, потери памяти, при патологии беременности, гинекологических заболеваниях.

Рекомендуемые уровни профилактического потребления перги в Сибири составляют 0,5 г в сутки, или 0,122 кг в год на человека. Потребность населения Новосибирской области в год составляет 152 т. В настоящее время в России пергу заготавливают в количестве около 1,9 т. Очевидно, количество заготовляемой перги совершенно не покрывает потребности населения страны.

Если употреблять пергу в количестве 20 г в сутки, потребности в отдельных видах незаменимых аминокислот удовлетворяются на 14–17 % (пролин, лейцин), а другие (треонин, фенилаланин) только на 10 % и менее. Аналогичный анализ в отношении макро- и микроэлементов показывает, что в 20 г перги содержится соединений железа, необходимых человеку, – 16–26 %, меди – 5–20 %, марганца – 1,2–12 %.

Количественное соотношение суточной потребности человека в незаменимых жирных кислотах: линолевой и арахидоновой, обнаруживаемых в перге, установлено 18 % суточной нормы в монофлорной перге из одуванчика и 17 % – в перге из обножек с яблони.

Присутствие в перге свободного холестерина не является негативным фактором, поскольку известно, что не сам по себе холестерин определяет развитие нарушений его обмена, а изменение соотношений этого соединения с другими фракциями липидов, особенно с фосфолипидами.

На основе перги в России производятся биологически активные добавки к пище. Например, оздоравливающее средство Винибис С обладает уникальным природным комплексом элементов гемопоэза: железо, медь, фолиевая кислота, витамин B_{12}, аскорбиновая кислота и др.; антиоксидантов: токоферолы, витамин А,

аскорбиновая кислота, биофлавоноиды, микроэлементы – селен, цинк, медь, марганец. В жировом компоненте Винибис С присутствуют арахидоновая, линолевая и линоленовая кислоты – незаменимые факторы питания, являющиеся предшественниками простагландинов. Учитывая также наличие в перге полного набора аминокислот, становится понятным стремление специалистов в области здорового питания, клинической и спортивной медицины использовать продукт как в лечебном, так и оздоровительном питании.

Препараты на основе перги рекомендуют использовать в спортивной медицине в качестве средства повышения физической выносливости, ускорения восстановления после физических нагрузок, для повышения сопротивляемости простудным заболеваниям и в целом для достижения более высоких спортивных результатов, не допуская перенапряжения физиологических систем.

Перга применяется также в комплексной терапии при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, в целях профилактики атеросклероза, воспаления мозговых оболочек, при нервных и психических заболеваниях и при нарушениях деятельности эндокринной системы, для предупреждения кровоизлияний.

Апитерапевты рекомендуют дозу перги для взрослых – 0,5–1 ст. ложка в день (10–20 г), для детей до 12 лет – 1 чайная ложка. Принимают сублингвально в первой половине дня перед едой. Перга обладает более выраженными, чем пыльца, антитоксическими свойствами. Она способствует повышению содержания в крови эритроцитов, ретикулоцитов и гемоглобина, обеспечивает нормализацию количества лейкоцитов и лейкоцитарной формулы. Перга действует эффективнее и быстрее, чем пчелиная обножка.

В условиях эксперимента обнаружено, что спиртовой экстракт перги обладает ярко выраженным бактерицидным действием в отношении самых разнообразных микроорганизмов. Это дало основание для проведения работ по изучению возможного использования мазей, содержащих пергу, в лечении различных ран.

В последние годы интерес к перге резко возрос по ряду причин, т. к. питательная, энергетическая ценность и биологическая активность перги выше, чем пыльцы. Этот продукт имеет более постоянный химический состав. Перга является хорошо сбалансированным продуктом. В перге, взятой из улья, всегда находится полный набор всех незаменимых аминокислот. Консервация гарантирует высокое качество продукта, исключающее загрязнение его микотоксинами. Перга же может сохраняться без качественных изменений своих свойств длительное время.

Перга широко используется в ветеринарии и в кормлении сельскохозяйственных животных для повышения продуктивности и качества продукции животноводства.

Пергу используют в качестве пищевой добавки в кондитерской, молочной, мясной промышленности. Например, сотрудники Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова разработали технологии производства джерок (кусочки вяленого мяса, высушенного в специальных условиях) из мяса птицы с добавлением перги.

Вопросы и тесты для самопроверки к главе 5

Ответьте на вопросы

1. Что такое перга, на чем основано ее получение пчелами?
2. Для чего пчелы используют пергу?
3. Как определить качество перги?
4. Перечислите основные способы переработки перговых сотов.
5. Как очистить прополис от восковых частиц?
6. Перечислите и опишите технологии получения перги.
7. Перечислите и опишите технологии сушки перги.
8. Какое влияние оказывает перга на организм человека и животных?
9. Почему пергу используют в качестве лечебного и диетического продукта?
10. Перечислите способы и условия хранения перги.
11. Перечислите требования к упаковке, маркировке и транспортировке перги.

Выберите правильный ответ

1. Превращение обножки в пергу происходит за счет преобразований:
   а) биологических;
   б) химических;
   в) микробиологических.
2. Количество белка в перге по сравнению с обножкой:
   а) всегда выше, чем в обножке;
   б) всегда ниже, чем в обножке;
   в) не зависит от количества белка в обножке.
3. Отбор медоперговых сотов следует проводить:
   а) до главного медосбора;
   б) в период главного медосбора;
   в) после главного медосбора;
   г) перед главным медосбором и при сборке гнезд на зиму.
4. Принцип, на котором основана технология извлечения перги из сотов:
   а) охлаждение перговых сотов и их разрушение;
   б) промывание перговых сотов водой;
   в) высушивание и измельчение перговых сотов;
   г) высушивание, охлаждение, разрушение перговых сотов.
5. Пчелы готовят пергу:
   а) чтобы обеспечить себя белковым кормом;
   б) чтобы обеспечить семью белковым кормом;
   в) чтобы выкормить личинок;
   г) на всякий случай.
6. Пергу используют в качестве биологически активной добавки, т. к. она:
   а) содержит много белка и аминокислот;
   б) содержит много микроэлементов и витаминов;
   в) содержит много флавоноидов;
   г) содержит биологически активные вещества.

Ответы: 1 – в, 2 – в, 3 – г, 4 – г, 5 – б, 6 – г.

Глава 6. МАТОЧНОЕ МОЛОЧКО

§ 6.1. Биологические основы получения маточного молочка

Маточное молочко – это секрет гипофарингеальных и мандибулярной желез молодых рабочих пчел (с 4–6 до 12–15-дневного возраста), выделяемый для кормления маточных личинок. В отношении пчел маточное молочко оказывает направленное морфогенетическое действие по изменению экстерьерных, физиологических и этологических признаков и является ключевым фактором для определения касты медоносных пчел. Рабочие пчелы кормят матку маточным молочком на протяжении всей ее жизни: как на стадии личинки, так и на стадии имаго. Механизмы, лежащие в основе кастовой дифференциации, полностью не изучены, но очевидно, что диета личинки является определяющей. Некоторые авторы считают, что ключевым компонентом маточного молочка является «роялактин» (royalactin) – нестабильный белок, который может быть вовлечен в дифференциацию каст, но пока неясно, является ли важным его количество в пчелином и маточном молочке, которое вызывает фенотипические изменения. Маточное молочко потенциально влияет на продолжительность жизни и способности к обучению и памяти *Apis mellifera*. В отличие от секрета (пчелиного молочка), которым выкармливают личинок рабочих пчел и трутней, маточное молочко содержит примерно в 10 раз больше пантотеновой кислоты, а также гетероциклинов биоптерина и неоптерина. Маточное и пчелиное молочко различаются по сахарному, витаминному, белковому и нуклеотидному составу.

Биологической основой получения маточного молочка является способность медоносных пчел при отсутствии матки в семье закладывать большое количество маточников (от 9–10 до 150 маточников одновременно, в зависимости от расовой принадлежности пчел) и воспитывать в них маточных личинок, выделяя для этого необходимое количество маточного молочка. Маточное молочко заполняет весь объем ячейки, и личинка свободно

«плавает» в нем. Маточник содержит в среднем от 200 до 400 мг маточного молочка – сметанообразной светло-кремовой жидкости, которой питается личинка. В период роения (размножения пчелиных семей) воспитание новых маток является естественной функцией пчелиной семьи. Искусственное увеличение продуцирования рабочими пчелами маточного молочка достигается путем отъема матки и открытого расплода и предоставления семье возможности выкармливания подсаженных в гнездо личинок для воспитания новой матки. При этом учитываются три биологических принципа. Во-первых, личинки матки и рабочей пчелы развиваются из генентически однотипных яиц с одинаковым диплоидным набором хромосом. Во-вторых, морфофизиологические дифференцировки личинки в матку или рабочую пчелу определяются типом питания. В-третьих, изменяя режим питания личинки в определенном, не старше 72 часов, возрасте, семья может воспитать из пчелиной личинки матку.

В России ежегодно получают около 6 т маточного молочка, в Китае – 2000 т. Мировой рекорд по продуктивности маточного молочка зарегистрирован в Китае при содержании *Apis mellifera ligustica* (линия Zhenongda A), он составил 7,7 кг на семью за год, причем от этой семьи было получено еще и 1,7 кг пыльцевой обножки и 0,85 кг воска.

По оценкам экспертов, в условиях средней полосы европейской части России в период с третьей декады мая по первую декаду августа можно получать не менее 0,25 кг маточного молочка от семьи пчел среднерусской породы (породный тип «Приокский»), а в Северо-Кавказском районе в период с 20 апреля по 15 августа – до 0,5 кг с семьи от пчел карпатской и серой горной кавказской пород без снижения производства меда и других продуктов пчеловодства. На пасеке, расположенной в центральной зоне Кировской области, в летний период 2008–2009 гг. от пчелиных семей среднерусской породы было получено около 900 г маточного молочка.

Максимальное продуцирование маточного молочка отмечено у китайских пчел Желтая Чай Байсан (*Apis mellifera* L.), они превышают всех медоносных пчел по выходу продукта в 1,6–5,2 раза,

но содержание 10-гидрокси-2-деценовой кислоты (10-ГДК, или 10-HDA) в молочке в 1,3–1,7 раза ниже.

У пчел отмечается разная взаимосвязь между выходом маточного молочка и количеством принятых на воспитание личинок: у карники коэффициент корреляции составляет +0,897, итальянки +0,337, египетской +0,955, среднерусской +0,780.

Максимальное количество маточного молочка пчелиные семьи продуцируют в период, когда достигают наибольшей силы и имеют наибольшее количество физиологически молодых пчел с развитыми гипофоренгиальными железами. При прочих равных условиях наибольшее количество молочка продуцируют семьи, имеющие не менее 4,5–5 тыс. пчел, обеспеченные углеводным кормом на уровне не менее 10–12 кг и 2–3 сотами с пергой. Такие семьи способны одновременно выкармливать 30–60 маточных личинок.

Качественные критерии маточного молочка существенно изменяются в зависимости от генетических и эпигенетических факторов.

С медоносными пчелами проводится селекционная работа по отбору линий, продуцирующих максимальное количество маточного молочка. В процессах развития, определения пола и касто-дифференцировки пчел участвует уникальное Mrjp-семейство генов, которые кодируют основные белки маточного молочка (MRJP – Major Royal Jelly Protein). В настоящее время проводятся исследования структуры и функций mrjp-семейства генов, их вариабельность у пчел разных подвидов (пород), разной географической локализации. Ведется поиск наиболее информативного локуса в качестве потенциально высоко полиморфного ДНК-маркера для отбора пчелосемей по продуктивности маточного молочка. В настоящее время генетические маркеры, ассоциированные с продукцией маточного молочка, остаются неизвестными.

Доступность данных о последовательностях генома и транскриптома европейской медоносной пчелы (*Apis mellifera)* сделала возможным проведение исследований белков маточного молочка с использованием протеомного подхода. Белковая ком-

позиция зависит от возраста и расы пчел-кормилиц, а также от времени года и региона, где обитают пчелы. При генотипировании медоносных пчел по основным белкам маточного молочка выявлена корреляционная зависимость между содержанием азота в белках и длиной повтора у популяций медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высокой концентрацией азота, необходимого для выращивания высококачественных пчелиных маток. Выявлено, что все повторяющиеся области в семействе белков MRJP насыщены аминокислотами, богатыми азотом, поэтому ген mrjp3 показывает ассоциацию с продуктивностью маточного молочка. В настоящее время проводятся исследования по выявлению изменчивости и функциональной значимости гена mrjp3 как потенциального ДНК-маркера для оценки продуктивности маточного молочка у медоносных пчел разного происхождения, что позволит проводить отбор высокопродуктивных особей с определенными качественными критериями маточного молочка.

В маточном молочке у пчел разного происхождения изменяется концентрация 10-гидрокси-2-деценовой кислоты, высокое содержание 10-ГДК в молочке характерно для пчел среднерусской породы. Так, по убыванию концентрации 10-ГДК (%) в составе маточного молочка породы и виды распределяются следующим образом: среднерусская, *Apis mellifera mellifera* L. (2,69±0,05); дальневосточная, Far-east black bee *Apis mellifera* L. (2,24±0,08); карника, *Apis mellifera carnica* Pollm. (2,09±0,06); китайская восковая, *Apis cerana cerana* F. (0,97±0,10). У помесных пчел процент кислоты составлял 1,89±0,03, а у чистопородных пчел итальянской породы – 1,78±0,03.

Качественные показатели маточного молочка изменяются в зависимости от возраста личинки, т.е. периода от прививки до сбора маточного молочка. К кормлению маточной личинки рабочие пчелы приступают в первый день личиночной стадии, но максимальное количество молочка в маточнике достигается через 72 ч после переноса однодневной личинки в мисочку. Валовой выход молочка из маточника через 72 ч после прививки личинок выше в среднем на 20–35 %, в связи с этим сбор макси-

мального количества продукта возможен через 72 ч после прививки личинки.

Общее содержание влаги в маточном молочке увеличивается с возрастом личинки, которую этим молочком выкармливают. Массовая доля воды возрастает на 20 % через 48 ч после переноса личинки. Концентрация 10-ГДК, наоборот, сокращается через 48 ч на 30 %, через 72 ч – на 41 % по сравнению с первым днем. Количество общего протеина в молочке снижается каждые сутки, через 48 ч после переноса личинки – снижается на 20,1 %, через 72 ч – на 23,4 %. Следовательно, высококачественное молочко можно получать через 48 ч после прививки однодневной личинки.

Состав маточного молочка определяется также природно-климатическими условиями и качеством кормовой базы.

Отмечены изменения в содержании 10-ГДК в молочке, полученном в разных провинциях Китая. С запада на восток Китая процент кислоты уменьшался на 0,26 % (в западных провинциях составил 2,01±0,05 %; на северо-востоке – 1,87±0,05 %; на востоке – 1,75±0,03 %).

В маточном молочке, полученном из разных мест, выявлено видовое разнообразие пыльцевых зерен. Установлено доминирование пыльцевых зерен определенных видов растений в зависимости от географического расположения пасеки. В связи с этим географическое происхождение маточного молочка возможно идентифицировать по пыльцевому анализу.

Содержание протеина и 10-ГДК в маточном молочке зависит от условий кормовой базы. На пасеках, где кормовая база преимущественно представлена разными видами лип или рапсом, концентрации 10-ГДК – 1,8 и 1,92 % соответственно, при получении молочка в условиях массового цветения яснотковых – не более 1,68 %.

При получении маточного молочка с целью увеличения его выхода используются подкормки для пчелиных семей. Использование углеводных подкормок приводит к достоверному увеличению сахарозы (в 7 раз) и к снижению содержания фруктозы и глюкозы (в среднем в 1,3 раза), содержание протеина в маточном молочке не изменяется.

На изменение качественных характеристик маточного молочка, кроме погодных условий, географического происхождения, породной принадлежности пчел, существенное влияние оказывают особенности технологии получения продукта.

§ 6.2. Химический состав маточного молочка

Маточное молочко содержит 34% (30–40%) сухих веществ и 66% (60–70%) воды.

Азотистые вещества преимущественно представлены несколькими белковыми фракциями (73,9%), доля свободных аминокислот (пролин, оксипролин, лизин) составляет 2,3%. Общий аминокислотный состав включает 29 аминокислот, в т.ч. и все незаменимые.

Среднее содержание свободных аминокислот и общих аминокислот в свежем маточном молоке из Бразилии составляло 9,21 и 111,27 мг/г соответственно; среди свободных аминокислот преобладали пролин, глицин, лизин и глутаминовая кислота, а наиболее распространенными среди общих аминокислот были глицин, лизин, лейцин, аспарагиновая кислота.

По содержанию аминокислот (аланин, лизин, метионин, валин) отечественное маточное молочко, продуцируемое пчелами разных рас, а также из маточников и пчелиных ячеек, различно. Большая доля по аминокислотам приходится на аспарагиновую кислоту (21,2–24,9 мг/г), глутаминовую кислоту (12,1–15,0 мг/г), пролин (5,4–7,5 мг/г), лейцин (8,3–10,0 мг/г), лизин (9,0–10,6 мг/г). Среди свободных аминокислот в маточном молочке преобладает пролин с концентрацией около 3,7%.

Протеины (14–18%) представлены ферментами, липопротеидами, альбуминами, глобулинами и другими белковыми веществами (количество белков составляет около 50%), а также небелковыми веществами (пептиды, аминокислоты). Ферменты маточного молочка включают глюкозооксидазу, фосфатазу и холинэстеразу.

Протеинам маточного молочка отводится важная биологическая роль. Установлено, что маточное молочко и пчелиное молочко содержат идентичные основные белки, и что все белки принадле-

жат к одному семейству, которое принято обозначать MRJP (Major Royal Jelly Proteins). MRJPs составляют от 82 до 90% общего белка молочка, они содержат относительно большое количество незаменимых аминокислот. Семейство состоит из пяти основных белков (MRJP1, MRJP2, MRJP3, MRJP4, MRJP5). Белки MRJP3 и MRJP5 являются полиморфными с размером 60–70 и 77–87 кДа. Высокий полиморфизм белков MRJP3 и MRJP5 может быть использован в качестве высокоинформативных локусов при генетическом изучении у пчелиных семей продуктивности по маточному молочку. Особенности продуцирования маточного молочка с разным содержанием белков проводят путем секвенирования новых комплементарных ДНК (кДНК), полученных из головы медоносной пчелы, путем определения N-концевых последовательностей белков и анализов последовательности белков.

Тридцать пять алифатических кислот были идентифицированы методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии из эфирного экстракта коммерческих препаратов, содержащих лиофилизированное маточное молочко.

Из 17 образцов нативного маточного молочка с помощью пространственной твердофазной микроэкстракции с последующей экстракцией диэтиловым эфиром и метанолом выделяется до 185 органических соединений. Из них 169 соединений были идентифицированы с помощью газовой хроматографии – масс-спектрометрии. Летучая фракция маточного молочка включает 25 различных соединений, где приблизительно 47% летучих соединений представлены веществами, характеризующимися бактерицидной (фенолы) и бактериостатической (октановая кислота и 2-гептанон) активностями. Хроматограмма эфирных экстрактов выявляет 85 различных соединений, причем около 88% из них представлено 8 соединениями: 10-гидрокси-2-деценовая, 10-гидроксидекановая, 3,10-дигидроксидекановая, 8-гидроксиоктановая, 2-дексен-1,10-диок и (Z)-9-гидрокси-2-деценовая кислоты. В метанольных экстрактах маточного молочка идентифицировано 82 соединения, в основном углеводы и их производные. Примерно 87% из них представлены фруктозой, глюкозой и сахарозой.

Углеводы нативного маточного молочка представлены глюкозой, фруктозой, сахарозой, мальтозой, рибозой и другими сахарами, содержание которых составляет от 9–15 до 20 %.

Липиды составляют от 1,5 до 7 %. В состав липидной фракции маточного молочка входят стерины – до 3 %, триглицериды – 0,8, фосфолипиды – 1,3, воск – 0,05, жирные кислоты – до 6,5 %.

Липидная часть в основном представлена органическими кислотами (80–90 %), преобладают кислоты с 10 атомами углерода, большинство из которых свободные. Маточное молочко наиболее богато 10-гидрокси-2-деценовой и 9-окси-2-деценовой (9-ОДК) кислотами. Им приписывают специфическую биологическую активность этого продукта. Впервые 10-ГДК из маточного молочка была выделена в 1957 г., ранее эта кислота была неизвестна в природных субстратах, в настоящее время она синтезирована, и подтверждена ее биологическая активность, в частности, способность угнетать развитие и функционирование яичников рабочих пчел. Методами газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии установили, что содержание 10-ГДК в турецком нативном маточном молочке составляло 1,80, в китайском – 2,54 %.

В составе маточного молочка обнаружены (%): 10-гидрокси-2-деценовая (59,5); 10-гидроксидекановая (17,0); дикарбоновая (8,14); деценовая (5,3); декановая (3,5); 7-гидроксиэтановая (2,9); 8-гидроксиоктановая (1,5); 9-гидроксидекановая (2,1) и метилоптеновая (1,4) жирные кислоты.

Методами газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии В. Н. Крыловым и С. С. Сокольским (2017 г.) установлено в маточном молочке, полученном на пасеках Краснополянской опытной станции пчеловодства, содержание метиловых эфиров жирных кислот (%): 10-ГДК (16,96), 10-оксидекановая (14,33), 9-ОДК (10,88), себациновая (10,19), 2-децендиоат (8,78), этил-2-децендиоат (7,87), пальмитиновая (6,41), 3-оксидекановая (4,38), олеиновая (3,04), янтарная (2,00), тетрадекановая (1,20), линолевая (1,22), линоленовая (1,15), стеариновая (0,79), тетракозановая (0,43), додекановая (0,37) и пальмитолеиновая (0,24).

Маточное молочко содержит до 1,2% зольных элементов, состав **минеральных веществ** включает более 100 соединений. Особенно важными компонентами являются (мг%): натрий (210,2±16,3), калий (159,8±13,3), магний (142,2±3,9), кальций (28,3±3,4), цинк (1,99±0,06), медь (0,78±0,05) и марганец (0,139±0,042).

В пробах нативного маточного молочка из ботанически и геологически различных регионов систематически выявляются концентрации 28 микроэлементов (Al, Ba, Sr, Bi, Cd, Hg, Pb, Sn, Te, Tl, W, Sb, Cr, Ni, Ti, V, Co, Mo) и минералов (P, S, Ca, Mg, K, Na, Zn, Fe, Cu, Mn). Обнаружены гомеостатические корректировки концентраций микроэлементов и минеральных элементов в маточном молочке. Этот эффект очевидно связан с секрецией желез пчел-кормилиц, которая обеспечивает постоянство соотношений химических элементов в корме для личинок пчел. Маточное молочко как своеобразная форма «лактации» у насекомых характеризуется той же гомеостатической регуляцией, что и грудное молоко млекопитающих. Концентрации K, Na, Mg, Ca, P, S, Cu, Fe, Zn, Al, Ba и Sr в маточном молочке определяли методом индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектроскопии, а концентрации Bi, Cd, Hg, Pb, Sn, Te, Tl, W, Sb, Cr, Mn, Ni, Ti, V, Co и Mo – методом масс-спектрометрии с двойной фокусировкой магнитного поля индуктивно связанной плазмы.

Маточное молочко богато **витаминами** группы B (тиамин, рибофлавин и др.), содержит пантотеновую и аскорбиновую кислоты. Кроме того, в маточном молочке обнаружены инсулиноподобное вещество, гетероциклические вещества биоптерин и неоптерин, свободные нуклеотиды (аденин, урацил) и нуклеиновые кислоты, ацетилхолин, глюконовая, молочная и пировиноградная кислоты.

С помощью анализа методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии экстрактов 45 образцов маточного молочка с использованием 80% этанола установлено содержание аденозина от 5,9 до 2057,4 мг/кг.

Содержание сульфгидрильных групп, которые детерминируют некоторые виды биологической активности, в частно-

сти антиоксидантное действие, в маточном молочке составляет 102,0±8,2 % от массы сухих веществ.

В публикациях Л. А. Бурмистровой сообщается об определении в составе маточного молочка половых гормонов (нмоль/100 г): тестостерона (0,205±0,027), пролактина (70,8±20,0), прогестерона (4,61±0,26) и эстрадиола (52,0±6,0). Радиоиммунологическое исследование маточного молочка показало наличие тестостерона в чрезвычайно малом количестве (0,012 нг/г сырой массы).

§ 6.3. Показатели качества маточного молочка

Критерии оценки качества маточного молочка

Качество маточного молочка, производимого в СССР, должно было соответствовать требованиям фармакопейной статьи ФС 42-792-75 «Апилак. Нативное маточное молочко». Первый стандарт на маточное молочко в 1979 г. был разработан в Аргентине, затем в Болгарии (1984), Российской Федерации (1990), Польше (1996), Турции (2000), Бразилии (2001), Сербии (2003), Швейцарии (2005), Японии и Китае (2008), Индии (2012), Корее (2014). В 2016 г. Международной организацией стандартизации (ISO) подготовлен стандарт на маточное молочко, который предусматривал критерии как для продукта, полученного на естественном корме, так и при использовании белковых и углеводных подкормок. Международный стандарт на маточное молочко ISO 12824:2016 определяет условия производства, методы контроля, транспортировки, хранения, фасовки и маркировки маточного молочка, его органолептические и химические характеристики и регламентирует: влажность 62–68,5 %; 10-HAD (10-ГДК) 1,4 %; протеин 11–18 %; общий сахар 7–18 %; фруктоза 2–9 %; глюкоза 2,9 %; сукроза <3 %; элроза <0,5 %; мальтоза <1,5 %; мальтотриоза <0,5; общая кислотность 30–53; липиды 2–8 %; соотношение между изотопами C^{13}/C^{12}: 29–20. Стандарт не распространяется на продукты маточного молочка, «к которым подмешаны другие продукты», и должен пересматриваться каждые 5 лет.

Критерии оценки маточного молочка, согласно стандартам разных стран, не имеют существенных отличий и включают ряд

показателей, среди которых: протеины, 10-ГДК, сахара (табл. 6.1). Содержание и концентрация 10-ГДК является важным критерием качества маточного молочка, который предусмотрен стандартами всех стран, кроме России. По этому показателю оценивается коммерческая стоимость продукта: при содержании 10-ГДК менее 1,4 % маточное молочко на мировом рынке считается некачественным продуктом, при содержании 1,4–1,8 % – стандартным, более 1,8 % – продуктом премиум-класса. В России определяется общее количество деценовых кислот.

Таблица 6.1

Критерии оценки качества маточного молочка в различных странах (по Брандорф А. З., 2018)

Показатель	Маточное молочко (Китай, Греция, Турция, Италия)	Стандарт ISO/DIS12824: 2016 (Швейцария)	Стандарт GSO 2097: 2009 (Турция)	ГОСТ 28888-2017 (Россия)
pH	3,61–4,30	Не регламентирован	3,4	3,5–4,5
Влажность,%	64,9–69,9	62,0–68,5	60,0	≤67,5
Протеины,%	11,3–16,9	11,0–18,0	min 12,0	Не регламентированы
Массовая доля сырого протеина,%	Не регламентирована	Не регламентирована	Не регламентирована	31,0–47,0
Липиды,%	2,1–7,8	2,0–8,0	Не регламентированы	Не регламентированы
10-HDA	0,80–3,30	min 1,40	2,00	Не регламентирована
Массовая доля деценовых кислот,%	Не регламентирована	Не регламентирована	Не регламентирована	≥5,0
Фруктоза,%	3,3–6,7	2,0–9,0	Не регламентирована	Не регламентирована
Глюкоза,%	3,6–6,8	2,0–9,0	Не регламентирована	Не регламентирована
Сахара,%	Не регламентированы	7,0–18,0	Не регламентированы	Не регламентированы
Сахароза,%	Не регламентирована	≤ 3,0	Не регламентирована	≤10,5
Мальтоза,%	Не регламентирована	≤1,5	Не регламентирована	Не регламентирована

Анализ по сахарам представляет особый интерес для контроля качества маточного молочка с целью исключения фальсификации медом или сахарами. Анализ сахаров позволяет судить об использовании углеводных и белковых подкормок пчелиных семей. Например, согласно стандарту ISO/DIS12824:2016 (Швейцария), показатели содержания сахаров в маточном молочке при разном уровне питания делятся на две категории. Первая категория, когда молочко получено при использовании естественных кормов (мед, перга), – содержание сахаров 2,0–9,0 %, вторая – для кормления пчел использован сахарный сироп и белковые подкормки – содержание сахаров может достигать 18 %.

Маточное молочко, предназначенное для использования в пищевой и фармацевтической промышленности, должно соответствовать по показателям качества требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 28888-2017 «Молочко маточное пчелиное. Технические условия», по показателям безопасности соответствовать регламенту Единых ветеринарных (ветеринарно-санитарных) требований, предъявляемых к товарам, подлежащим ветеринарному контролю, от 18 июня 2010 г. № 137, с изменениями, утвержденными Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 9 830 и от 2 марта 2011 г. № 569.

Маточное молочко для использования в пищевой и фармацевтической промышленности получают на пасеках путем отбора его из маточных мисочек, в которых находятся личинки не старше 3-суточного возраста в соответствии с правилами ветеринарного законодательства.

В соответствии с ГОСТ 28888-2017, маточное молочко по внешнему виду должно представлять собой однородную непрозрачную массу белого с желтоватым оттенком или слабо-кремового цвета и сметанообразной консистенции с приятным, с медовым оттенком запахом и вяжущим, жгучим вкусом (табл. 6.2). Механические примеси (личинки, ульевой сор) и признаки брожения не допускаются. Массовая доля сухих веществ должна составлять 30,0–37,0, воска – не более 2 % к безводному веществу маточного молочка. Водородный показатель водного

раствора маточного молочка массовой долей 1 % должен составлять 3,5–4,5 ед. pH; показатель окисляемости (подлинности) – не более 10 с. Массовая доля деценовых кислот должна составлять не менее 5 % к безводному веществу маточного молочка. Подтверждением подлинности маточного молочка является светло-голубая флюоресценция при длине волны возбуждающего света 366 нм (ртутно-кварцевая лампа сверхвысокого давления), свидетельствующая о наличии биоптерина, вырабатываемого гипофоренгиальной железой рабочих пчел. Массовая доля сырого протеина, восстанавливающих сахаров (до инверсии) и сахарозы должна составлять 31,0–47,0 % к безводному веществу маточного молочка, не менее 20 % и не более 10,5 % соответственно.

Таблица 6.2

Показатели качества (по ГОСТ 28888-2017)

Показатели	Характеристика и требования
Внешний вид	Однородная, непрозрачная масса
Консистенция	Сметанообразная
Цвет	Белый с желтоватым оттенком или слабо-кремовый
Запах	Приятный, с медовым оттенком
Вкус	Вяжущий, жгучий
Механические примеси	Не допускаются
Массовая доля сухих веществ,%	30,0–37,0
Массовая доля воска,%, не более*	2
Показатель окисляемости (подлинности), с, не более	10
Флюоресценция	Светло-голубая
Водородный показатель (pH) водного раствора маточного молочка массовой долей 1 % должен составлять, ед. pH	3,5–4,5
Массовая доля деценовых кислот,%, не менее	5
Массовая доля сырого протеина,%*	31–47
Признаки брожения	Не допускаются

* К безводному веществу маточного молочка.

Показатели массовой доли воска, массовой доли сырого протеина, а также флюоресценцию определяют при возникновении разногласий в оценке качества продукта.

Маркировка, упаковка, приемка

Маркировка маточного молочка, выпускаемого в обращение на рынке, должна соответствовать требованиям ТР ТС 022/2011 Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки».

Маркировка наносится на потребительскую упаковку и (или) на этикетку и должна содержать следующие сведения: наименование продукта, дату изготовления продукта, срок годности продукта, условия хранения продукта, массу нетто, наименование и местонахождение изготовителя продукта, пищевую ценность, обозначение настоящего стандарта ГОСТ 28888-2017, единый знак обращения: продукции на рынке, товарный знак изготовителя (при наличии), информацию о подтверждении соответствия. Допускается наносить на потребительскую упаковку дополнительные сведения информационного и рекламного характера, а также штриховой код.

Маркировка транспортной упаковки маточного молочка должна содержать манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Верх», «Беречь от влаги». Маркировка маточного молочка, помещенного непосредственно в транспортную упаковку, должна наноситься на транспортную упаковку, и (или) на этикетку, и (или) листок-вкладыш, помещаемый в каждую транспортную упаковку или прилагаемый к каждой транспортной упаковке, либо содержаться в документах, сопровождающих продукт. Маточное молочко, отправляемое в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, маркируют по ГОСТ 15846-2002 «Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

Потребительская и транспортная упаковка, упаковочные материалы, контактирующие с маточным молочком, должны соответствовать требованиям ТР ТС 005/2011 Технический регла-

мент Таможенного союза «О безопасности упаковки». Маточное молочко фасуют в чистую, сухую, прочную, без посторонних запахов потребительскую упаковку из темного стекла или другого материала, не пропускающего свет, вместимостью от 0,001 кг. Потребительская тара из темного стекла может быть заменена тарой из бесцветного стекла, имеющей светозащитное покрытие или обернутой светонепроницаемой бумагой. Пределы допускаемых отрицательных отклонений массы продукта в одной упаковочной единице от номинальной – по ГОСТ 8.579. Потребительскую упаковку с продуктом упаковывают в транспортную упаковку по ГОСТ 34033. Транспортная упаковка должна обеспечивать сохранность продукта при транспортировании и хранении. Маточное молочко, отправляемое в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, упаковывают по ГОСТ 15846-2002. Упаковка и материалы, используемые для упаковывания и укупоривания маточного молочка, должны соответствовать требованиям ТР ТС 005/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки», документам, в соответствии с которыми они изготовлены, и обеспечивать сохранность качества и безопасности продуктов при их перевозках, хранении и реализации.

Маточное молочко принимают партиями. За партию принимают любое количество маточного молочка, но не менее 50 г, собранного в течение одного календарного месяца, упакованного в потребительскую упаковку из темного стекла или другого материала, не пропускающего свет, сопровождаемого товаросопроводительной документацией, обеспечивающей прослеживаемость продукта. Для проверки соответствия маточного молочка требованиям стандарта проводят приемочные и периодические испытания. Приемочные испытания проводят методом выборочного контроля для каждой партии маточного молочка на соответствие требованиям стандарта по качеству упаковки, правильности нанесения маркировки, массе нетто продукта, органолептическим и физико-химическим показателям. При неудовлетворительных результатах испытаний хотя бы по одному из показателей проводят повторно испытания на удвоенном количестве выборок, взя-

том от той же партии маточного молочка. Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию.

Периодические испытания проводят по показателям безопасности в соответствии с программой производственного контроля.

Безопасность маточного молочка

Содержание токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов, микробиологические показатели в маточном молочке не должны превышать допустимых норм, установленных для меда в ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», в котором приведены и нормативы для сухих биологически активных добавок, в состав которых входят продукты пчеловодства (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Гигиенические требования и показатели микробиологической безопасности БАД на основе продуктов пчеловодства (маточное молочко, прополис и др.)

Показатели	Допустимые уровни
1	2
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, (г)	0,1
E. coli, не допускаются в массе продукта, (г)	1,0
S. aureus, не допускаются в массе продукта, (г)	1,0
Дрожжи и плесени, КОЕ/г, не более	200
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	
свинец	1,0
мышьяк	1,5
кадмий	1,0
ртуть	0,2
Пестициды:	
алдрин	Не допускается (<0,002)
гептахлор	Не допускается (<0,002)
ДДТ и его метаболиты	0,005
ГХЦГ (a-, b-, g-изомеры)	0,1
диоксины	Не допускаются

Окончание табл. 6.3

1	2
Антибиотики:	
гризин	Не допускается (<0,5 мг/кг)
бацитрацин	Не допускается (<0,02 мг/кг)
тетрациклиновая группа	Не допускается (<0,01 мг/кг)
левомицетин	Не допускается (<0,01 мг/кг)

К обращению допускается маточное молочко, полученное из хозяйств (пасек) и административных территорий в соответствии с регионализацией, свободных от опасных заразных болезней сельскохозяйственных и домашних животных, а также: американского гнильца, европейского гнильца, нозематоза – в течение последних 3 месяцев на территории хозяйства.

К обращению не допускается маточное молочко, имеющее измененные органолептические, физико-химические показатели или содержащее натуральные или синтетические эстрогенные гормональные вещества, тиреостатические препараты.

Не допускается наличие в маточном молочке остатков таких лекарственных препаратов, как хлорамфеникол, хлорфармазин, колхицин, дапсон, диметридазол, нитрофураны, ронидазол, а также кумафос – не более 100 мкг/кг и амитраз – не более 200 мкг/кг.

Не допускается в маточном молочке содержание остатков других лекарственных препаратов, которые применялись для лечения и обработки пчел. Производитель должен указывать все пестициды, которые были использованы в ходе сбора меда и производства продуктов пчеловодства.

Маточное молочко в меньшей степени по сравнению с другими продуктами пчеловодства загрязняется тяжелыми металлами.

Косвенным показателем микробной чистоты маточного молочка является пировиноградная кислота, содержание которой повышается при жизнедеятельности ацидофильной палочки и плесневых грибов. В норме ее содержание колеблется от 0,08 до 0,15 %, стандартом не регламентируется.

§ 6.4. Технология получения маточного молочка

При производстве маточного молочка необходимо соблюдать санитарно-гигиенические правила, поскольку получаемый продукт сам по себе характеризуется отсутствием микроорганизмов и используется в основном в медицине. Для этого оборудуют специальную лабораторию, помещение которой легко можно продезинфицировать и оградить от попадания прямых солнечных лучей. Перед работой стерилизуют инструмент, посуду и руки. Персонал обеспечивают белыми халатами и марлевыми четырехслойными повязками, закрывающими рот и нос. В лаборатории поддерживают температуру 25–27 °С и высокую относительную влажность воздуха. В лаборатории проводят прививку личинок и отбор маточного молочка.

Технология получения маточного молочка включает в себя ряд стандартных операций, каждая из которых может иметь свои вариации. Сначала пчелам дают почувствовать сиротство, отнимая из семьи матку. Затем в семью помещают прививочную рамку с молодыми личинками (от 10 до 60 личинок), вынуждая семью воспитывать их, выкармливая маточным молочком. Оптимальный возраст личинок должен составлять не более 24 ч. Через 66–72 ч после прививки личинок, когда маточники будут отстроены почти наполовину и количество маточного молочка в ячейках достигнет максимума (200–250 мг), прививочные рамки вынимают из гнезда и в лабораторных условиях отбирают маточное молочко из ячеек.

При производстве высококачественного маточного молочка следует учитывать природно-климатические и медосборные условия. Следует прерывать технологический процесс получения молочка при приносе в гнезда более 1,2 кг нектара в сутки. Как отсутствие медосбора, так и наличие бурного обильного медосбора отрицательно влияют на получение данного продукта.

Существует два основных способа получения маточного молочка: с переносом личинок в пластмассовые мисочки и без переноса (с использованием пластмассовых сотов SVM-1, Никот, Джентера). Выбор способа определяет количество принятых личинок и общую массу молочка в одной мисочке.

Наибольшее количество личинок пчелы принимают на воспитание в период естественного размножения семей.

Количество продуцируемого маточного молочка изменяется в зависимости от породной принадлежности семей-воспитательниц. Максимальное количество молочка получают от пчел итальянской и карпатской пород. В семьях среднерусской породы валовой выход меньше за счет меньшего количества принятых личинок на воспитание, но масса молочка в одном маточнике максимальная среди всех пород, районированных на территории России.

Методы подготовки прививочных рамок

Методы подготовки прививочных рамок могут быть различны и делятся на 2 группы: без переноса личинок и с переносом личинок.

Технология без переноса личинок по способу Миллера заключается в том, что к верхнему бруску пустой рамки прикрепляют 3–4 треугольника искусственной вощины их основаниями, длина которых около 5 см, таким образом, чтобы их вершины на 5 см не доходили до нижней планки рамки. Эту рамку помещают в пчелиную семью, в гнезде которой удалены все соты, кроме кормовых и с расплодом, между которыми ее ставят. Через неделю эту рамку с отстроенными сотами и отложенными в них яйцами вынимают, подрезают по горизонтали на ½ высоты треугольников, личинок по месту среза прореживают, оставляя личинку в каждой третьей ячейке. Подготовленную таким образом прививочную рамку ставят в гнездо семьи-воспитательницы.

По способу Аллея прививочную рамку готовят из старых пустых сотов, вырезая их от одной боковой планки до другой в виде плавной дуги, обращенной выпуклой частью вниз. Высота такого вырезанного «окна» составляет от 5 до 8 см. Из сотов с молодыми пчелиными личинками вырезают полоску в один ряд ячеек. К дугообразному срезу старых сотов в верхней части «окна» прикрепляют эту полоску, подрезав ячейки на половину их высоты нагретым ножом. Верх ячеек расширяют палочкой и личинок из них удаляют, оставляя в каждой третьей ячейке.

По способу Цандера прививочную рамку готовят, прикрепляя к горизонтальным рейкам внутри рамки по 10–15 ячеек с личинками, вырезанными из молодых сотов с однодневным расплодом. Для получения ячеек соты с личинками подрезают нагретым ножом на половину высоты ячеек и вырезают отдельные ячейки, каждую из которых слегка расширяют.

Применяются также искусственные сотики для сбора маточного молочка без переноса личинок. Конструктивной основой является «джентерские» соты, сконструированные немецким пчеловодом К. Джентером. Комплект состоит из двусторонней пластмассовой коробки, решетчатой крышки для изоляции матки, пластмассовой решетки (корпус), на которой нанесены начала ячеек и пластмассовых мисочек с устройством для их фиксации. В классических «джентерских» сотах мисочки разборные, состоящие из заглушек с донышками, мисочек и конических пластмассовых чашечек. Корпус сот врезают в середину отстроенной рамки и вставляют донышки-заглушки. Такую рамку ставят в улей, предварительно сбрызнув сахарным сиропом. Через сутки на эту рамку помещают матку, изолируя ее крышкой в области искусственных сот на 3–4 ч. После отрождения личинок в ячейках искусственных сот (через 3,5 суток после изоляции матки) рамку переносят в лабораторию, где вынимают донышки-заглушки и заменяют их мисочками, образующими основу будущих маточников. Затем эти искусственные ячейки с личинками фиксируют на планках прививочной рамки.

Последовательность операций получения маточного молочка включает в себя следующие: подготовка мисочек, прививка личинок в мисочки, подготовка и использование семей-воспитательниц, сбор маточного молочка и подготовка его к транспортировке.

Подготовка мисочек

Используют мисочки из пищевых пластмасс или готовят их в лабораторных условиях из воска. Мисочки прикрепляют растопленным воском к деревянным квадратикам, которые крепят к рейкам прививочной рамки. Рейки могут быть либо вращаю-

щимися вокруг своей оси, либо съемными, их ширина 20–25 мм, крепятся они в рамке на расстоянии 2–3 см от верхнего бруска и далее через каждые 7 см. Разработаны и используются оригинальные устройства для изготовления и крепления восковых мисочек.

Для изготовления восковых мисочек вручную используют деревянные шаблоны длиной 8–10 см с закругленным отшлифованным концом диаметром 8,5–9 мм, которые за 30 мин до работы погружают в холодную воду, затем опускают 4–5 раз в растопленный на водяной бане (температура воска около 70 °С) воск (предпочтительно воск-капанец) на 7–8 мм, с каждым разом уменьшая глубину погружения, чтобы основание мисочки было более толстым, чем ее стенки. Готовую мисочку охлаждают в воде и снимают с шаблона, вращая его.

Прививка личинок

Соты с одновозрастными личинками получают, применяя рамочный изолятор из разделительной решетки. Их устанавливают в лаборатории на специальную подставку в наклонном положении. Личинок из ячеек вынимают шпателем со спинной стороны вместе с небольшим количеством молочка и переносят в подготовленные мисочки, помещая их на дно или на каплю предварительно налитого корма таким образом, чтобы положение личинки в мисочке не изменилось, т. е. соответствовало положению ее в ячейке сотов. Вставляя рейки с мисочками и личинками в рамку, если рейки съемные, или переворачивая вращающиеся рейки с мисочками и личинками на 90°, получают готовую прививочную рамку, которая содержит около 60 личинок. Сразу по окончании прививки личинок прививочную рамку помещают в семью-воспитательницу.

Подготовка семьи-воспитательницы

Пчелы семей-воспитательниц должны выполнять функцию кормилиц. Поэтому определяющее значение имеют сила семьи и количество молодых пчел в семье, а также количество и качество корма в гнезде. В связи с этим предпочтительней использовать

семьи, занимающие 2 корпуса, и размещать их в сокращенном до 10–12 рамок гнезде, что может провоцировать роевое состояние. Перед прививкой личинок семья-воспитательница должна иметь не менее 10–14 кг меда и 2–3 рамки с пергой. Наличие поддерживающего медосбора способствует развитию большого количества потенциальных пчел-кормилиц, а также лучшему приему личинок семьями-воспитательницами. Семью-воспитательницу лишают матки и открытого расплода, исключая возможность вывести матку из своих личинок.

За 9 суток до этого гнездо делят на 2 части ганемановской решеткой, оставляя в безматочной части весь открытый расплод. Соты с печатным расплодом и под засев размещают там, где имеется матка, которую после запечатывания расплода в безматочной части гнезда с открытым расплодом убирают из улья. Отбор матки и рамок с открытым расплодом проводят в день формирования семьи-воспитательницы.

Получают маточное молочко у семьи-воспитательницы 3 способами.

1. Из 3 семей, размещенных рядом, выделяют одну, из которой получают маточное молочко в течение 15 дней. Для этого у семьи отбирают матку и на следующий день ставят в гнездо прививочные рамки с личинками; их отбирают и заменяют новыми через каждые 3 дня. В гнезде уничтожают свищевые маточники. Через 15 дней от 2-й семьи матку отбирают и передают ее 1-й семье. Во 2-й семье получают маточное молочко в течение 15 дней, затем ей дают матку от 3-й семьи, где получают маточное молочко в течение следующих 15 дней. Пока работают со 2-й и 3-й семьями (в течение 30 дней), 1-я восстанавливает свою силу и может использоваться повторно.

2. Из 3 семей одну выделяют воспитательницей на весь сезон. От нее отсаживают матку и каждые 3 дня меняют прививочную рамку. От 2 других семей в семью-воспитательницу переносят рамки с печатным расплодом без пчел для ее подсиливания и лучшего приема личинок. Одновременно в эти семьи переносят соты, освободившиеся от расплода (без пчел), от семьи-воспитательницы.

3. При содержании пчел в 16-рамочных ульях-лежаках семей-воспитательниц делят на 2 группы. В семьях 1-й группы гнездо делят так: одну половину с маткой – против летка, вторую половину со зрелым расплодом отгораживают разделительной доской с проходом для пчел снизу. В безматочную половину ставят прививочные рамки в течение 15 дней, свищевые маточники уничтожают. Затем 2 половины через 15 дней объединяют. Следующие 15 дней тем же способом собирают маточное молочко от семей 2-й группы. За это время восстанавливаются семьи 1-й группы.

Прививочные рамки в семье-воспитательнице размещают в середине гнезда на 2-й день после отъема матки без использования дымаря.

При получении маточного молочка в короткие сроки рекомендуется использовать пчелиные семьи, сформированные без матки. Интенсивное их использование при регулярном подсиливании расплодом целесообразно в течение 21–24 дней. При получении маточного молочка с последующим производством меда следует использовать семьи с матками, изолированными разделительной решеткой в нижнем корпусе улья.

Отбор маточного молочка из маточников

Отбор прививочной рамки проводят примерно через 3 дня (через 66–72 ч после прививки личинок) после постановки в улей. С отобранных рамок сметают пчел, ставят их в переносной ящик и транспортируют в лабораторию. Сразу же проводят отбор маточного молочка из маточников, предварительно срезав их на треть высоты горячим стерильным скальпелем. Отбор ведут стеклянной лопаточкой, пипеткой или вакуум-насосом, помещая маточное молочко в подготовленные баночки или флаконы. Заполняют одну емкость в течение не более чем 1 ч доверху во избежание контактов молочка с воздухом.

Консервация и хранение маточного молочка

Промышленная переработка пчелиного маточного молочка является сложным процессом, в результате которого получают маточное молочко в двух формах:

1. Сухое адсорбированное маточное молочко получают путем высушивания сырого адсорбированного молочка в вакуумном шкафу без теплового подогрева в течение 1,5 ч до остаточной влажности 1–2 %, в результате получают продукт апилак, который по качеству выше сухого лиофилизированного маточного молочка. Срок хранения продукта при температуре окружающей среды составляет 3 года.

2. Сухое лиофилизированное маточное молочко получают с использованием сублимационной сушки, для чего нативное молочко в течение 2–3 ч замораживают при температуре от – 35 до –40 °С, затем в замороженном состоянии сублимируют в вакууме (40–48 ч). По данным Т. В. Вахониной, продукт может храниться в течение 2,5 лет при температуре 6 °С для сохранения питательных веществ, а для сохранения биологических свойств температура должна быть снижена до –6 °С.

В Европейских странах сублимационную сушку проводят при температуре –50 °С, маточное молочко после этого может храниться очень долго.

Для предотвращения потерь биологической активности маточного молочка его можно законсервировать на месте отбора. Для этого сразу же после извлечения из мисочки маточное молочко растирают в фарфоровой ступке с адсорбентом в соотношении 1:4. В качестве адсорбента используют смесь из 97–98 % лактозы и 2–3 % глюкозы. Адсорбированное молочко высушивают без подогрева в течение 1,5 ч до влажности 1–2 %, затем досушивают под вакуумом 45 мин до остаточной влажности 0,7 %. В результате получается высушенное адсорбированное маточное молочко – продукт, называемый апилак адсорбированный.

Существуют различные способы консервации маточного молочка, из них запатентованы в РФ следующие.

– замораживание маточного молочка с маточной личинкой в маточниках при температуре –21 °С;

– путем помещения маточного молочка в желатиновую капсулу (патент РФ № 2003112908);

– путем адсорбирования на смеси лактоза-пектин в соотношении: маточное молочко – 33,32–33,34; лактоза – 60,55–60,65, пектин – 5,95–6,05 (патент РФ № 2186573);

– путем смешивания маточного молочка с медом (ТУ 10 РФ 735-92);

– путем растворения 0,1–1,0 г маточного молочка в 1 л 40 %-го этилового спирта (патент РФ № 2199328);

– путем обезвоживания непосредственно в маточнике без извлечения маточного молочка с последующим запечатыванием путем оплавления воска (патент РФ 96104657);

– путем смешивания маточного молочка (2–5 мас.%) с экстрактом трутневых личинок (10–15 мас.%) с последующим растворением в 40 %-м этиловом спирте (остальная масса) (патент РФ № 2000101715).

Сырое маточное молочко расфасовывают в охлажденные флаконы темного стекла вместимость 50–300 $см^3$, плотно закрывают пробками или навинчивающимися крышками, которые заливают горячим воском. Флаконы заворачивают в бумагу и помещают в термос или холодильную изотермическую сумку при температуре не выше –6 °С. Для пересылки флаконы с молочком укладывают в дощатые ящики для посылок, свободное пространство которых забивают стружкой.

Условия хранения маточного молочка во многом определяются тем, каким способом оно консервировалось. Маточное молочко не стойкий продукт к воздействию внешних факторов, при неправильном хранении в течение первых 2 ч у нативного маточного молочка изменяются физико-химические показатели, и оно теряет свои биологические свойства. Поэтому через 1 ч после сбора его необходимо помещать на хранение в холодильник, с последующей переработкой. Разработано несколько способов хранения маточного молочка: лиофильная сушка, адсорбция, заморозка (при температуре, по данным разных авторов, от –4–6 до –18 ºС). Способ хранения маточного молочка с использованием адсорбции на лактозе с глюкозой (в соотношении 97–98 %:2–3 %). Неадсорбированное натуральное маточное молочко сохраняет свои свойства при температуре ниже 0 °С, но при 3–5 °С уже через 12–24 ч не способно обеспечить развитие матки.

В соответствии со стандартом, сырое маточное молочко хранят в холодильниках при температуре не выше –6 °С и не ниже –10 °С.

При этом срок хранения продукта, гарантируемый изготовителем, составляет 6 месяцев и не более 2 ч, если температура хранения соответствует температуре окружающего воздуха.

В соответствии с рекомендациями НИИ пчеловодства, свежесобранное маточное молочко хранят до высушивания не более 24 ч при –6 °С; адсорбированное сырое вещество молочка до высушивания хранят до 3 месяцев при 4–6 °С, сухое адсорбированное молочко хранят в течение 3 и более лет при температуре окружающей среды средней полосы России; сухое молочко (лиофилизированное) с остаточной влажностью около 2 % хранят 3 года при температуре около 6 °С (с сохранностью основных питательных веществ) или около –6 °С (с сохранностью биологически активных соединений).

Установлено снижение содержания аминокислот до 40–50 % в маточном молочке, подверженном сублимационной сушке. При глубокой заморозке молочка до –18… –20 °С количество аминокислот сокращается до 20 %. Установлено, что концентрация большинства свободных аминокислот и общих аминокислот не изменяется в процессе хранения, но отмечалось значительное и непрерывное снижение содержания общего метионина и свободного глицина. Это может быть маркером для прогнозирования качества маточного молочка.

Никакой корреляции не было обнаружено между содержанием 10-ГДК и продолжительностью хранения независимо от температуры хранения (при –18 °С и 4 °С). В течение 10 месяцев при температуре –18 °С и 4 °С маточное молочко сохраняет свой состав летучих соединений неизменным, однако в то же время при комнатной температуре содержание фенола уменьшается в 2 раза, тогда как доля алифатических кислот увеличивается в 2,8 раза за счет присутствия уксусной и масляной кислот.

Лиофилизация приводит к потере значительной части летучих кислот. В нативном молочке при длительном хранении общее количество кислот возрастает, но количество высших непредельных кислот уменьшается. Снижается уровень фосфолипидов и глицеринов, однако возрастает содержание холестерола. Полагают, что эти изменения носят ферментативный характер. Увели-

чение количества дикарбоновых кислот и появление кетокислот связывают с окислением монокарбоновых или с высвобождением из эфиров с высшими жирными кислотами.

При старении маточного молочка относительное представительство жирных кислот изменяется. Так, после 5 лет хранения почти вдвое уменьшается содержание 10-ГДК, но возрастает количество ее димера – 2-децендиоата. Считается, что естественные превращения некоторых жирных кислот при хранении хотя и весьма существенны, но принципиально не снижают терапевтическую ценность маточного молочка.

§ 6.5. Свойства и применение маточного молочка

Было проведено огромное количество исследований in vivo и in vitro, а также клинических испытаний для изучения потенциальных свойств маточного молочка, связанных со здоровьем.

Высокая биологическая активность маточного молочка обусловлена содержанием нескольких компонентов: 10-гидрокси-2-деценовой кислоты и других биологически активных жирных кислот, протеинов, пептидов, фенольных соединений, минеральных веществ и витаминов.

Биологическая активность маточного молочка может быть установлена по количеству и массе живых личинок пчел, выращенных на нем. Средняя масса выращенных личинок должна быть не менее 180 мг.

Антимикробная активность продукта определялась по минимальной концентрации маточного молочка, которая останавливает рост стандартного штамма золотистого стафилококка (штамм 209Р), она должна быть не более 14 мг/см^3. Доказаны антибактериальные свойства маточного молочка, зарегистрировано улучшение общего состояния у 90% пациентов с развитием гастритов, отягощенных *Helicobacter pylori*. Проведены исследования антибактериальной активности маточного молочка, а также возможности выработки резистентности в организме человека к золотистому стафилококку, *Staphylococcus aureus*. Маточное молочко в большей степени проявляет антимикробные свойства по отношению к грамположительным микробам, но при повы-

шении концентрации начинает угнетать грамотрицательные микробы, например кишечную палочку, *Escherichia coli*, грибы рода *Candida*.

Маточное молочко обладает многочисленными функциональными свойствами, такими как антибактериальная, противовоспалительная, сосудорасширяющая и гипотензивная активность, дезинфицирующее действие, противоопухолевая, антиоксидантная и антигиперхолестеринемическая активность. Маточное молочко может улучшить гликемический статус, липидный профиль и окислительный стресс при сахарном диабете, однако выявление механизмов, лежащих в основе этих эффектов, требует дальнейших исследований.

Маточное молочко обладает антистрессовым, антидиабетическим и антимутагенным потенциалами. Эти активности в основном относятся к содержащимся в нем компонентам.

Одним из основных биологически активных компонентов являются главные (или основные) протеины маточного молочка MRJP, которые считаются одним из основных факторов развития пчелиной матки, они оказывают антиоксидантное воздействие на организм человека, стимулируют развитие механизмов иммунитета. Пять белков этого семейства (MRJP1 – MRJP5) с молекулярными массами 49–87 кДа были идентифицированы с помощью клонирования кДНК с последующим секвенированием. MRJP3 и MRJP5 полиморфны благодаря протяженным повторяющимся участкам на С-конце и различным группам сахаров, модифицирующим белок. Считается, что биологическая функция белков MRJP состоит в поставке необходимых аминокислот. Также предполагается, что MRJP1 способствует регенерации печени и может обладать цитопротекторным действием на гепатоциты. MRJP3 обладает сильно выраженным противовоспалительным эффектом in vitro и in vivo. Считается, что основной белок маточного молочка MRJP2 и его изоформа являются ингибиторами процесса инфицирования и репликации вируса гепатита С и В.

Желлеины – семейство антимикробных пептидов, препятствующих росту дрожжей, а также грамположительных и грамотрицательных бактерий. Было показано, что роялизин (royalisin –

5,5 кДа пептид) обладает антибактериальной и противогрибковой активностями.

Химический состав маточного молочка определяет его целебные свойства, его биологически активные вещества повышают тонус, работоспособность человека, стимулируют деятельность центральной нервной системы, регулируют обмен липидов и холестерина, нормализуют кровяное давление. Маточное молочко задерживает рост кишечной палочки, золотистого стафилококка, сальмонелл, возбудителя сибирской язвы, а в разбавленном виде способствует развитию этих микроорганизмов. Малые дозы стимулируют, а большие угнетают обменные процессы, центральную нервную систему, тканевое дыхание, окислительное фосфорилирование.

Отечественный препарат Апилак в виде таблеток из сухого маточного молочка в смеси с консервирующим веществом используется в виде таблеток под язык и в виде порошка для приготовления свечей. Он является биологическим стимулятором, обладающим тонизирующим, трофическим и антисептическим действием. Апилак повышает аппетит, улучшает тонус и тургор тканей, нормализует давление, стимулирует лактацию и кроветворение в послеродовой период.

Известны отечественные препараты, в состав которых входит маточное молочко: – ПММ – прополисованное молочко (1 % прополиса + 99 % маточного молочка); АПТК – Апитоник (93 % меда + 2 % маточного молочка + 4 % пчелиной обножки + 1 % прополиса); Апиток (мед + 2 % маточного молочка + 1 % прополиса); Апифитотонус (мед + 2 % маточного молочка + 20 % пчелиной обножки). Препараты, содержащие маточное молочко, применяются при лечении многих заболеваний пищеварительной, сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной систем человека.

Маточное молочко используется в косметической и парфюмерной промышленности в качестве ингредиента кремов, аэрозолей, косметических масок, губной помады.

Маточное молочко успешно используется в сфере искусственного воспроизводства сельскохозяйственных животных. Установлено, что добавление трис-желточного наполнителя

с 3 %-м лиофилизированным маточным молочком оказывает протективное действие на охлажденные и криоконсервированные сперматозоиды барана.

Использование 1 % маточного молочка в составе дополненного экстендера обеспечивает подвижность, функциональную целостность плазматической мембраны и акросомальную целостность сперматозоидов трутней медоносных пчел.

При стимуляции воспроизводительной функции хряков с помощью препарата Апилак установлено положительное влияние на половую активность. При введении разных доз препарата в основной рацион хряков время рефлекса приближения сократилось в среднем на 60 % по сравнению с контролем, совокупления – на 27 %, а время рефлекса эякуляции увеличилось в среднем на 21 %. Оптимальная доза препарата составляет 30 мг/кг живой массы при введении в рацион ежедневно в течение 2 мес. Это приводит к положительному изменению качественных показателей спермопродукции. При стимуляции воспроизводительной функции хряков с помощью Апилактона установлено, что подкожные инъекции препарата с периодичностью 2 раза в неделю в течение 2 мес. из расчета 5 мг/кг живой массы оказывают положительное влияние на проявление хряками половых рефлексов, на качественные и количественные показатели спермы, а также на показатели воспроизводства свиноматок. Спад половой активности хряков в летнее время практически отсутствует.

Отечественный препарат, содержащий сухое вещество нативного пчелиного маточного молочка, – Апилак (Apilacum) выпускается в нескольких формах:

1) Апилак лиофилизированный (Apilacum lyophilisatum) крошкообразная масса применяется для приготовления лекарственных форм;

2) порошок Апилака (Pulvis Apilaci) состоит из 7 частей апилака лиофилизированного и 93 частей молочного сахара;

3) таблетки Апилака (Tabulettae Apilaci) содержат по 0,01 г (10 мг) апилака для применения под язык;

4) свечи Апилака (Suppositoria “Apilacum”) содержат по 0,005 или 0,01 г Апилака лиофилизированного в упаковке по 5 свечей);

5) 3 %-я мазь Апилака (в тубах по 50 г), а также кремы с 0,6 % Апилака применяют при себорее кожи лица, опрелости, кожном зуде.

Действие препарата Апилак является результатом совокупного действия его компонентов, поэтому проведение кинетических наблюдений не представляется возможным; все вместе компоненты не могут быть прослежены с помощью маркеров или биоисследований. По этой же причине невозможно обнаружить метаболиты препарата.

Вопросы и тесты для самопроверки к главе 6

Ответьте на вопросы

1. Какие свойства маточного молочка делают возможным применение его в качестве лечебного средства?
2. Какие вещества входят в состав маточного молочка?
3. Дайте характеристику сахаров, входящих в состав маточного молочка.
4. В чем состоит разница между пчелиным и маточным молочком?
5. Чем отличаются стандарты разных стран на маточное молочко?
6. Почему маточное молочко не пригодно для длительного хранения?
7. Какие пептиды содержатся в маточном молочке, какова их биологическая активность?
8. От чего зависит качество маточного молочка?
9. Какие существуют методы консервации маточного молочка?
10. Тара для маточного молочка и особенности упаковки продукта.
11. Каковы оптимальные условия хранения маточного молочка?
12. Какие вещества входят в состав маточного молочка?
13. Охарактеризуйте важнейшие органолептические свойства маточного молочка.
14. Какими методами производится определение натуральности маточного молочка?

15. Каково влияние маточного молочка на организм человека и животных?

16. Опишите способы получения маточного молочка. В чем их отличие?

17. Обязательные санитарно-гигиенические правила производства маточного молочка.

18. Каковы требования безопасности маточного молочка?

19. Опишите использование семей-воспитательниц для получения маточного молочка.

Выберите правильный ответ

1. Возраст, в котором рабочие пчелы секретируют маточное молочко:

а) 1–3-дневные;

б) 4–14-дневные;

в) 15–25-дневные.

2. Пчелы используют маточное молочко как:

а) корм для маток;

б) корм для личинок первых 3 дней жизни;

в) корм для личинок маток;

г) корм для личинок маток первых 3 дней жизни.

3. Один маточник может содержать маточного молочка:

а) 2–4 мг;

б) 20–40 мг;

в) 200–400 мг;

г) 0,2–0,4 мг.

4. Для получения маточного молочка в семью можно одновременно поместить:

а) 30–60 личинок;

б) 60–120 личинок;

в) 120–180 личинок;

г) 180–240 личинок.

5. Нативное маточное молочко хранят при:

а) 0 °С;

б) + 6 °С;

в) –6 °С;

г) –20 °С.

6. Маточное молочко адсорбируют на:

а) глюкозе и фруктозе;

б) глюкозе и лактозе;

в) лактозе и фруктозе;

г) лактозе.

7. Количество маточного молочка, получаемое в среднем от пчелиной семьи:

а) 3–6 г;

б) 30–60 г;

в) 300–600 г;

г) 0,3–0,6 г.

8. Маточное молочко можно идентифицировать:

а) по содержанию углеводов;

б) по содержанию деценовых кислот;

в) по флуоресценции;

г) по окисляемости.

9. Маточное молочко используют:

а) в пищевой промышленности;

б) в пчеловодстве;

в) в медицине.

Ответы: 1 – б, 2 – в, 3 – в, 4 – в, 5 – г, 6 – б, 7 – в, 8 – в, 9 – в.

Глава 7. ГОМОГЕНАТ ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА (ГТР)

§ 7.1. Биологические основы получения ГТР

Медоносные пчелы на всех стадиях развития могут быть идеальным продуктом питания в качестве источника нутриентов (белка, насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, углеводов) и эссенциальных веществ (незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов, витаминов и проч.). Все виды личинок и куколок медоносной пчелы (трутневые, пчелиные, маточные) представляют собой биологически активное сырье, которое может быть использовано для профилактических и лечебных целей. Без ущерба для жизнедеятельности пчелиной семьи целесообразнее всего получать трутневый расплод. **Трутневый расплод** – это совокупность развивающихся личинок, предкуколок и куколок мужских особей пчелиной семьи, который получают в виде гомогената трутневых личинок (ГТЛ) в качестве биологически активного продукта пчеловодства.

Это относительно новый для России, по сравнению с медом и воском, продукт пчеловодства. Часто его называют трутневое молочко, или гомогенат трутнево-расплодный, или личиночное молочко, или гомогенат трутневых личинок (ГТЛ). Куколки или личинки трутней извлекают из ячеек сота и гомогенизируют. Получается желтоватая масса с приятным специфическим запахом и кисловатым вкусом.

На протяжении тысячелетий трутневые личинки являются блюдом традиционной китайской кухни и применяются в народной медицине. В Китае, Японии, Кении и многих других странах на основе гомогената личинок трутней производят и широко используют лекарственные формы, пищевые добавки, косметические средства. В США, Румынии, Франции запатентован ряд лекарственных средств на основе ГТЛ. В Японии трутневых личинок используют в качестве специального продукта питания. Этот продукт во всем мире ценят за выраженные биостимулирующие свойства.

Пчелиные семьи воспитывают трутней в период подготовки к роению и далее в течение вегетационного сезона, при подготовке к зимовке семья изгоняет трутней из гнезда. Количество трутневого расплода, которое выращивает пчелиная семья в центральной части России, оценивается в 10% (от 1 до 15% в течение сезона) от всего расплода. Большую часть (до 90%) трутней выводят с конца мая до конца июля в течение 60 дней. В начале мая и в начале августа трутней воспитывают лишь отдельные семьи. Под трутневый расплод пчелы отводят около 10% ячеек сотов от общего их числа в гнезде. Местоположение развивающихся трутней в гнезде изменяется на протяжении весенне-летнего сезона. В середине мая они обычно занимают небольшие участки (до 200 ячеек) на сотах с пчелиным расплодом в средней части гнезда. С увеличением численности пчел (более 25 тыс. особей) большинство развивающихся трутней перемещается на периферию гнезда.

По данным сотрудников института пчеловодства, массу одной личинки можно использовать для определения возраста трутней по уравнению $y = 39{,}5 + 0{,}98x - 0{,}0019x^2$, где x – возраст личинки, ч.

Межпородные различия в выращивании трутней связаны с плодовитостью матки и степенью ройливости пчел. Чем выше яйценоскость матки и ройливость семьи, тем больше трутней воспитывает семья. Пчелы среднерусской породы превосходят по этому показателю другие породы, районированные в РФ.

Кроме того, чем старше матка в семье, тем больше она откладывает неоплодотворенных яиц, и, следовательно, в семье больше трутневого расплода.

При стимулировании пчелиных семей к выращиванию трутневого расплода путем постановки в гнездо трутневой суши или строительной рамки количество выращиваемого пчелиного расплода и медопродуктивность пчелиной семьи не снижаются.

Наличие медосбора и принос пыльцы в гнездо стимулирует вывод трутней, так же как стимулирующие подкормки при отсутствии медосбора.

На количество выращиваемого пчелами трутневого расплода влияют пять основных факторов:

– период активного сезона и состояние пчелиной семьи (сила семьи, соотношение взрослых особей и расплода);

– возраст и происхождение матки;

– наличие и уровень среднесуточного сбора нектара и пыльцы пчелами;

– уровень обеспеченности семьи белковым кормом;

– объем гнезда и число сотов в нем с трутневыми ячейками.

Ограничение выращивания пчелами трутневого расплода связано прежде всего с тем, что и личинки, и взрослые трутни потребляют много корма. Например, при недостатке пыльцы в природе и скудных запасах перги в гнезде пчелы достоверно меньше или вовсе не выращивают трутней, либо изгоняют их даже летом. Для личинок трутней требуется в пять раз больше корма, чем для такого же количества рабочих пчел. За всю жизнь 1 кг трутней съедает от 15 до 20 кг меда, что в среднем в 2,6 раза больше, чем потребляют рабочие пчелы в аналогичных условиях.

В условиях Башкортостана удаление из пчелиных семей 1,3 кг трутневого расплода не снижало их биологический потенциал, стимулировало их рост и развитие, что привело к увеличению на 8–13 % печатного пчелиного расплода в семьях.

В оптимальных условиях продолжительность развития личинок трутней составляет около 170 ч (примерно 7 сут). Затем, в течение 72 ч (3 сут) личинки прядут кокон и на этой стадии наиболее подходят для отбора. После откладки яиц сот с личинками отбирают через 240–288 ч (10–12 сут) – до появления зачатков глаз, ног, крыльев в виде фиолетовых пятен. Такие сроки отбора определяются тем, что в ходе онтогенеза трутней в связи с процессами их роста и развития содержание биологически активных веществ и их спектр меняется.

Так, установлено существенное изменение степени экспрессии примерно 100 полипептидов. Личинки 3–4-суточного возраста имеют относительно большее количество низкомолекулярных пептидов (до 5 кДа), в то время как 6–7-суточные личинки характеризуются относительно большим количеством более высокомо-

лекулярных пептидов (> 5000 кДа). К более позднему возрасту (6–7 дней) в связи с процессами дифференциации подключается большее число факторов роста и дифференцировки тканей. Доля небольших пептидов (2–10 аминокислотных остатков) уменьшается от возраста 4 дня к возрасту 7 дней. По мере развития личинок к стадии имаго содержание углеводов и жиров снижается с 46,1 и 14,5 % до 30,6 и 6,9 % соответственно, а количество белка увеличивается с 35,3 до 51 %.

Количественный состав жирных кислот в гомогенате, полученном от разновозрастных личинок, несколько отличается. Содержание пальмитиновой кислоты в гомогенате личинок младшего возраста составляет 28,6 %, а в старшем – 1,61 %. Количество изопальмитиновой кислоты в личинках старшего возраста составляет 36,8 %, тогда как в младшем – 0,13 %. Так, увеличение продолжительности выращивания личинок трутней на 1–2 дня уменьшает количество олеиновой кислоты до 20,4 %, а содержание пальмитиновой и арахидоновой кислот, наоборот, в гомогенате из личинок младшего возраста соответственно на 27 и 81,5 % больше, чем в полученном от трутневого расплода старшего возраста. В целом показатели по содержанию жирных кислот в гомогенате трутневых личинок 7–8-дневного возраста значительно отличаются и имеют некоторые преимущества по сравнению с младшими возрастами. С ростом личинок наблюдается положительная динамика к увеличению количества стеариновой и миристиновой кислот.

Необходимо учитывать возраст трутневых личинок при отборе их для производства гомогената, поскольку получаемый продукт будет различаться содержанием биологически активных веществ в гомогенате, полученном от трутневых личинок разного возраста.

Изучение образцов трутневых личинок карпатской, среднерусской, итальянской пород, а также помесей, которые были собраны в течение трех лет в Ставропольском, Краснодарском краях, Ростовской и Иркутской областях, показало, что физико-химические показатели ГТЛ не зависят от породы пчел, места и года сбора.

§ 7.2. Химический состав ГТР

Детальный химический состав трутневого расплода и особенно его специфические биологически активные ингредиенты недостаточно изучены. Известны основные пищевые компоненты: белки, жиры, углеводы, витамины. Хроматографические и масс-спектрометрические исследования нативных трутневых гомогенатов, полученных на пасеках России, позволили идентифицировать 230 химических соединений, из настойки трутневого гомогената в 70%-м этиловом спирте идентифицировано 147 компонентов. В составе фракции ГТЛ, полученной экстракцией смесью хлораформ-метанола, определено 117 органических соединений: органические кислоты, ароматические соединения, многоатомные спирты, эфиры, алкены, стерины. Из стеринов преобладает стерол (копростанол), в меньшем количестве обнаружены ситостерол, изопреноид, сигмастадиенил.

Основными компонентами трутневого гомогената являются (в масс %): белок (18–51); аминокислоты (11–37); нуклеиновые кислоты (1,1–1,7); ферменты (липаза, протеаза, фосфатаза, уреаза, дегидрогеназа, амилаза и др. – 0,5–0,9); фосфолипиды (0,9–2,5); комплекс веществ липидной фракции, жирные кислоты (2,6–4,6); карбоновые кислоты (не менее 2,5); стероидные гормоны (тестостерон, эстрадиол, кортизол, прогестерон и др. – 11–652 нмоль/л), углеводы (фруктоза, глюкоза и др. – 20–30), флавоноиды (1,5–5,0); широкий спектр микро- и макроэлементов; водо- и жирорастворимые витамины А, Д, Е, РР, С, группы В и другие биологически активные компоненты.

Содержание влаги в сыром гомогенате трутневых личинок находится в пределах 74,9–78,0%, а в лиофилизате личинок – 2,3–3,2%. Соответственно энергетическая ценность сырого и лиофилизированного трутневого гомогената составляет 120,3 и 501,4 кКал/100 г, содержание белка – 10,0±0,9 и 32,0±2,9%, липидов – 3,5±0,1 и 24,2±1,0%.

Значение pH гомогената находится в пределах 6,9–7,2.

Содержание общего азота – от 6,5 до 7,1%, небелковый азот составляет 11–15% от общего азота. Содержание белка, определяемое по общему азоту, («сырой протеин», т.к. до 10% общего

азота приходится на долю азота небелкового происхождения) составляет 40,9–44,5 %. Этот показатель может использоваться для оценки качества ГТЛ. Для оценки биологической активности ГТЛ может быть использован показатель «истинного» белка, содержание которого в гомогенате колеблется от 36 до 39 %. Массовая доля водорастворимого белка составляет 22,4–26,8 %.

Содержание сульфгидрильных групп отражает активность белка и в трутневых личинках достигает 4,1–4,6 М/10^5 г белка, что почти в 3,5 раза выше, чем в маточном молочке.

В куколках трутней, полученных на Корейских пасеках, содержание влаги, сырого белка, сырого жира, углеводов и золы составило 74,23; 11,05; 8,19; 5,68 и 0,85 % соответственно. Идентифицировано 18 аминокислот, в том числе 9 незаменимых, с самым высоким уровнем глутаминовой кислоты (1631,9 мг/100 г), и 12 минералов, среди которых преобладали K (235,78 мг/100 г) и P (177,35 мг/100 г). Витамины (B1, C и E) и жирные кислоты присутствовали в низких концентрациях.

В ГТЛ, полученном на отечественных пасеках, идентифицировано 20 аминокислот, в том числе 10 незаменимых, при высоком содержании глутаминовой кислоты, пролина, валина, аланина, тирозина, лизина и лейцина. Суммарное содержание аминокислот составляет 37,5–40,6 %, а незаменимых – 15,4–16,3 %, или от 39 до 40 % от общего количества аминокислот, что свидетельствует о высокой питательной ценности и биологической активности ГТЛ.

В результате исследований 12 образцов установлено, что в трутневом расплоде содержится 18 связанных аминокислот, и самое высокое содержание приходится на долю глютаминовой (78,13 мг/г, или 18,40 %). Содержание аспарагиновой и изолейциновой аминокислот почти в 2 раза меньше. Относительное их количество колеблется в пределах 10,13–10,55 %. На третьем месте по относительному содержанию находятся такие аминокислоты, как гистидин – 7,50, лейцин – 6,73, валин – 6,48, глицин – 5,63 %. В то же время доля тирозина и фенилаланина составляет 4,20 и 4,59 %, а треонина, серина, лизина – в пределах от 3,17 до 3,36 %, пролина – 1,68 мг/г. Среднее количество всех аминокислот составляет 401,15 мг/г.

При использовании спектрофотометрического метода на основе реакции с нингидрином установлено, что спектр поглощения полученных комплексов аминокислот гомогената имеет максимумы при 354±2 нм, а содержание в нативном трутневом гомогенате аминокислот в пересчете на кислоту глутаминовую составило 10,57±0,306 %.

Из ферментов отмечается высокая активность уреазы, липаз, дегидрогеназ, фосфатаз, амилазы и протеаз.

При изучении динамики трутневого расплода с 7 по 11 день выявлено 29 жирных кислот. Общее содержание жирных кислот в ГТЛ, полученном от личинок разного возраста, составляет 5,0–6,3 %. В личинках младшего возраста они обнаружены в количестве 22, а в старшем – 20. Из них 11 насыщенных (капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, маргариновая, стеариновая, арахиновая, бегеновая и лигноцериновая), 2 полиненасыщенные (линоленовая, арахидоновая), 7 мононасыщенных кислот и 2 не были идентифицированы. Среди идентифицированных жирных кислот наибольшее содержание в конечном продукте пальмитиновой, изопальмитиновой, олеиновой и стеариновой.

Массовая доля эфирорастворимой липидной фракции составляет 5,7–7,5 % и представлена большим многообразием органических соединений. Содержание фосфолипидов – 1,2–1,7 %. Идентифицировано 12 свободных жирных кислот: олеиновая (97,9 мкг/мг), пальмитиновая (97,2 мкг/мг), стеариновая (34,2), миристиновая (16,1), додекановая (1,5), арахиновая (1,4), бегеновая (0,67 мкг/мг) и другие, в том числе ненасыщенные (пальмитиновая, олеиновая, тетродеценовая), доля которых достигает 40 %.

В гомогенате личинок трутневого расплода, полученном на пасеках Южного Казахстана, методом ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье было обнаружено наличие 10-окси-2-деценовой кислоты (компонент маточного молочка) в основном в связанном состоянии, в виде эфиров с миристиновой, пальмитиновой, стеариновой и себациновой кислотами.

Ненасыщенные жирные кислоты представлены в составе трутневого расплода как в составе триглицеридов, так и в свободной форме. В числе ненасыщенных жирных кислот преоб-

ладает олеиновая. Присутствуют уникальные деценовые кислоты (10-окси-2-деценовая), встречающиеся исключительно в продуктах пчеловодства.

Массовая доля нуклеиновых кислот – 11,1–13,4 %, содержание ДНК в 3 раза превышает долю РНК.

Содержание общих сахаров в ГТЛ составляет от 4,8 до 7,9 %, сахарозы – 2,7–5,2 %, фруктозы – 10–12 %.

В трутневом расплоде обнаружены растительные стерины: кампостерин, бета-ситостерол, стигмастерин, 5-гидроксиситостерол. Стеролы холестеринового ряда животного происхождения в трутневых личинках не обнаружены.

Флавоноидные и другие фенольные соединения являются важным компонентом трутневого расплода. Массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений определялась в спиртовой вытяжке продукта спектрофотометрически при длине волны 400 нм, в сухом адсорбированном трутневом расплоде их содержание составляет 0,240+0,026 %, в процессе хранения оно снижается: через 6 месяцев составляет 90, через 1 год – 79, через 2 года – 60 % от исходного уровня.

Обнаружено высокое содержание в образцах ГТЛ биогенных микроэлементов (мг/кг): меди (4,36–4,41), железа (4,01–4,12), цинка (2,15–2,18), марганца (0,24–0,26), кобальта (0,10–0,11), никеля (0,02). Уровень микро- и макроэлементов в образцах нативного трутневого расплода (мкг/г), полученного на пасеках Украины, составил:

Ca	470±38	Br	1,42±0,30
K	5558,5±171,0	Ni	0,66±0,30
Fe	24,00±1,75	S	1955±508
Mn	2,44±0,65	Sr	0,34±0,10
Zn	65,30±0,24	As	0,527±0,200
Cu	14,73±1,35	Pb	0,475±0,200
Se	0,499±1,180	Cd	0,083±0,020
J	3,92±0,90	Cr	3,3±0,9

Трутневый расплод содержит значительное количество половых гормонов (тестостерон, эстрадиол, прогестерон), что в значительной мере определяет его биологическую активность. Оценка

содержания половых гормонов в личинках пчел проводилась сотрудниками НИИ пчеловодства (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Содержание половых гормонов в свежем трутневом расплоде (Бурмистрова Л. А. и др., 2014)

Расплод	Гормоны, нмоль/л	
	тестостерон	эстрадиол
Личинки трутней (5–6 дней)	8,19	274,50
Предкуколки трутней	10,24	525,25
Куколки трутней	15,58	343,48
Личинки рабочих пчел	10,44	481,35

Определение содержания половых гормонов в гомогенате проводили радиоиммунологическим методом (РИА) на базе центральной научно-исследовательской лаборатории Рязанского государственного медицинского университета. Содержание половых гормонов (тестостерона, эстрадиола, прогестерона, пролактина, ФСГ и ЛГ) в трутневом расплоде характеризуется высокой изменчивостью в зависимости от возраста трутневого расплода.

В предимагинальных стадиях трутней происходит накопление тестостерона. В противоположность, предкуколки и куколки трутней содержат меньшие эстрадиола по сравнению с личинками.

При проведении комплексного сенсорного анализа запаха гомогенатов личинки и куколки медоносных пчел обнаружены основные летучие соединения. Активными ароматическими соединениями были 2-и 3-метилбутанол, диацетил, нонаналь, диметилсульфид и оцимен. Летучие соединения без запаха были представлены феромонами, которые отличались у личинок и куколок.

§ 7.3. Технические требования к ГТР

Требования к качеству

В соответствии с ГОСТ Р 56668-2015 «Гомогенат трутневого расплода. Технические условия», гомогенат трутневого расплода определяется как продукт пчеловодства (однородная масса жидкой консистенции), полученный из личинок и предкуколок трутней медоносных пчел.

Требования ГОСТ Р 56668-2015 распространяются на «гомогенат трутневого расплода (далее – гомогенат), представляющий собой гомогенизированные личинки и предкуколки трутней медоносных пчел, предназначенный для переработки в пищевых целях» (табл 7.2).

Таблица 7.2

Органолептические и физико-химические показатели гомогената (ГОСТ Р 56668-2015)

Наименование показателя	Характеристика и нормы
Внешний вид	Однородная масса
Цвет	От белого до кремового
Консистенция	Жидкая
Механические примеси	Не допускаются
Запах	Специфический, характерный для расплода
Массовая доля воды,%, не более	72,00
Показатель окисляемости (подлинности), с, не более	16,00
Водородный показатель (pH) водного раствора массовой долей 2%, не менее	5,80
Массовая доля деценовых кислот,%, не менее*	2,50
Массовая доля восстанавливающих сахаров,%, не менее	20,00
Массовая доля сырого протеина,%, не менее*	25,00
Массовая доля воска,%, не более*	0,10

* К безводному веществу гомогената трутневого расплода.

Массовую долю воска и сырого протеина определяют при возникновении разногласий в оценке качества продукта.

Рекомендуемая пищевая ценность гомогената (в 100 г продукта): углеводы – 5, белки – 17 г, жиры – 6,3 г, энергетическая ценность – 144 кКал/600,9 кДж.

Определение массовой доли воды проводят рефрактометрическим методом.

Детально исследован качественный и количественный состав карбоновых кислот, являющихся на сегодня одним из основных

показателей подлинности продукта. Метод определения массовой доли деценовых кислот заключается в поэтапном фракционировании липидов и выделении деценовых кислот с помощью эфира диэтилового с последующим титрованием.

Метод определения массовой доли сырого протеина основан на количественном поглощении раствором серной кислоты аммиака после гидролиза органических веществ.

Маркировка и упаковка ГТР

Маркировка наносится на потребительскую упаковку и (или) на этикетку, она должна содержать следующие сведения: наименование продукта, дату изготовления продукта, срок годности продукта, условия хранения продукта, массу нетто, наименование и местонахождение изготовителя продукта, пищевую ценность, обозначение стандарта ГОСТ Р 56668-2015, единый знак обращения: продукции на рынке, товарный знак изготовителя (при наличии), информацию о подтверждении соответствия.

Допускается наносить на потребительскую упаковку дополнительные сведения информационного и рекламного характера, а также штриховой код. Маркировка гомогената должна быть понятной, легко читаемой, достоверной и не вводить в заблуждение потребителей. Надписи, знаки, символы должны быть контрастными фону, на котором нанесена маркировка. Способ нанесения маркировки должен обеспечивать ее сохранность в течение всего срока годности продукта при соблюдении условий хранения. Маркировка упакованного продукта должна быть нанесена на русском языке.

Маркировка транспортной упаковки гомогената оформляется по ГОСТ 14192-96 в соответствии с ТР ТС 022/2011 Техническим регламеном Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки», утвержденным Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881, с нанесением манипуляционных знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Верх», «Беречь от влаги». В маркировке транспортной упаковки должна быть указана следующая информация: наименование продукта, масса нетто и брутто, количество упаковочных единиц, дата изготовления продукта,

срок годности продукта, условия хранения продукта, номер партии продукта, наименование и место нахождения изготовителя, обозначение настоящего стандарта, товарный знак изготовителя (при наличии). Маркировка гомогената, помещенного непосредственно в транспортную упаковку, должна наноситься на транспортную упаковку, и (или) на этикетку, и (или) листок-вкладыш, помещаемый в каждую транспортную упаковку или прилагаемый к каждой транспортной упаковке, либо содержаться в документах, сопровождающих гомогенат.

Потребительская и транспортная упаковка, упаковочные материалы, контактирующие с гомогенатом, должны соответствовать требованиям ТР ТС 005/2011 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности упаковки», утвержденного Решением Комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 769.

Гомогенат фасуют в чистую, сухую, прочную, без посторонних запахов потребительскую упаковку темного цвета вместимостью от 0,01 до 1,00 кг, обеспечивающую сохранность продукции и разрешенную для контакта с пищевыми продуктами: банки и емкости из темного стекла по ГОСТ 5717.1, ГОСТ 5717.2. Допускается использование других видов упаковки, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами.

Пределы допускаемых отрицательных отклонений массы продукта в одной упаковочной единице от номинальной – по ГОСТ 8.579.

Среднее содержание нетто партии фасованных товаров в упаковке с одинаковым количеством должно быть не менее номинального, указанного на упаковке.

Потребительскую упаковку с продуктом упаковывают в транспортную упаковку. Транспортная упаковка должна обеспечивать сохранность продукта при транспортировании и хранении. Гомогенат, отправляемый в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, упаковывают по ГОСТ 15846. Упаковка и укупорочные средства, предназначенные для упаковывания продукта, не должны выделять в продукт и воздушную среду вещества в количествах, вредных для здоровья человека, превышающих предельно допустимые количества миграции химических веществ.

Транспортирование ГТР

Транспортируют гомогенат всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на данном виде транспорта, при соблюдении требований к условиям хранения. Транспортируют гомогенат в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности в соответствии с требованиями ГОСТ 15846. Во время перевозки, погрузки и выгрузки транспортируемую упаковку размещают и укрепляют так, чтобы обеспечить сохранность продукта в замороженном состоянии.

Грузовые отделения транспортных средств, используемые для перевозки (транспортирования) гомогената, должны обеспечивать возможность поддержания условий перевозки (транспортирования) и хранения пищевой продукции в замороженном состоянии. Внутренняя поверхность грузовых отделений транспортных средств должна быть выполнена из моющихся и нетоксичных материалов. Грузовые отделения транспортных средств должны подвергаться регулярной очистке, мойке, дезинфекции с периодичностью, необходимой для того, чтобы они не могли являться источником загрязнения продукции. Вода, используемая для мойки внутренних поверхностей грузовых отделений транспортных средств и контейнеров, должна соответствовать требованиям к питьевой воде, установленным законодательством государства – члена Таможенного союза.

Гомогенат трутневого расплода должен быть предохранен от атмосферных осадков, прямых солнечных лучей и высоких температур.

При транспортировании гомогената следует иметь ветеринарное свидетельство, подтверждающее благополучие места его получения.

Хранение ГТР

Хранение гомогената осуществляют в условиях, обеспечивающих предотвращение порчи и защиту этого продукта от загрязняющих веществ. Гомогенат хранят в холодильных камерах при температуре не выше –18 °С. Не допускается его хранение вместе с ядовитыми, пылящими и другими продуктами, которые могут придать гомогенату несвойственный запах.

Формирование штабеля с транспортной упаковкой тарой в морозильной камере должно обеспечивать сохранность упаковки и качества продукции.

Срок годности гомогената устанавливает изготовитель.

Рекомендуемый срок хранения гомогената, фасованного в плотно укупоренной упаковке по ГОСТ 5717.2 вместимостью не более 1 $дм^3$ при температуре хранения не выше –18 °С, – 2 года со дня изготовления при соблюдении условий транспортировки и хранения.

Гомогенат после размораживания и вскрытия потребительской упаковки хранить не более 1 ч.

При реализации гомогената должны соблюдаться условия хранения и сроки годности продукта, установленные изготовителем.

Гомогенат принимают партиями. За партию принимают любое количество гомогената, произведенного одним изготовителем по одному документу в течение одной смены, одинаково упакованного, сопровождаемого товаросопроводительной документацией, обеспечивающей прослеживаемость продукта. Для проверки соответствия гомогената требованиям настоящего стандарта проводят приемочные и периодические испытания. Приемочные испытания проводят методом выборочного контроля для каждой партии продукта на соответствие требованиям стандарта по качеству упаковки, правильности нанесения маркировки, массе нетто продукта, органолептическим и физико-химическим показателям. При неудовлетворительных результатах испытаний хотя бы по одному из показателей проводят повторно испытания на удвоенном количестве выборок, взятом от той же партии расплода. Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию.

Периодические испытания проводят по показателям безопасности (содержанию токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов, антибиотиков) в соответствии с программой производственного контроля.

Требования к безопасности ГТР

Содержание токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов в гомогенате не должно превышать допустимых норм, установленных для меда ТР ТС 021/2011 Техни-

ческий регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 и Едиными ветеринарными (ветеринарно-санитарными) требованиями, предъявляемыми к товарам, подлежащим ветеринарному контролю, от 18.06.2010 № 137 с изменениями, утвержденными Решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 г. № 830 (табл. 7.3, 7.4).

Таблица 7.3

Показатели микробиологической безопасности ГТР

Показатели	Допустимые уровни
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, (г)	0,1
E. coli, не допускаются в массе продукта, (г)	1,0
S. aureus, не допускаются в массе продукта, (г)	1,0
Плесени КОЕ/г, не более	200

Таблица 7.4

Гигиенические требования безопасности к маточному молочку

Показатели	Допустимые уровни
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	
свинец	1,5
мышьяк	1,5
кадмий	1,0
ртуть	0,2
Пестициды:	
алдрин	Не допускается (<0,002)
гептахлор	Не допускается (<0,002)
ДДТ и его метаболиты	0,1
ГХЦГ (a-, b-, g-изомеры)	0,1
диоксины	Не допускаются
Антибиотики:	
гризин	Не допускается (<0,5 мг/кг)
бацитрацин	Не допускается (<0,02 мг/кг)
тетрациклиновая группа	Не допускается (<0,01 мг/кг)
левомицетин	Не допускается (<0,01 мг/кг)

Определение ртути в гомогенате проводят по ГОСТ Р 53183; свинца – по ГОСТ 26932, ГОСТ 30178; мышьяка – по ГОСТ Р 51766; кадмия – по ГОСТ 26933, ГОСТ 30178. Содержание пестицидов определяют в соответствии с МУ 2142-80 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое». Определение радионуклидов – по ГОСТ 32161, ГОСТ 32163.

Характеристики адсорбированного ГТР

Адсорбированный гомогенат трутневых личинок представляет собой порошок белого, слегка кремового цвета. Адсорбент позволяет хранить гомогенат при температуре 4–8 °С до 1 года.

Изучение адсорбированного гомогената трутневых личинок, полученного на пасеках МУПП «Таежный мед» (Алтайский край, Залесовский район) по оригинальной технологии и приготовленный путем адсорбирования на смеси сахаров, показало, что для продукта характерны следующие органолептические и физико-химические свойства (табл. 7.5, 7.6).

Таблица 7.5

Свойства гомогената трутневого адсорбированного

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги,%	3–5
Массовая доля водонерастворимого осадка,%	8,5–9,0
Массовая доля воска,%	1,1–1,5
Концентрация водородных ионов (pH) водного раствора ГТА с массовой долей 1%	6,5–7,5
Массовая доля растворимых сахаров,%	80–87
Массовая доля сырого протеина,%	5,0–5,5
Массовая доля липидов и липоидов (жира),%, не менее	0,7–0,8
Флюоресценция (в УФ-лучах при длине волны 366 нм)	Зеленовато-голубая

Таблица 7.6

Микробиологическая характеристика

Наименование показателя		Значение показателя
Количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г		$(2{,}7–8{,}8) \cdot 10^4$
Количество плесеней и дрожжей, КОЕ/г		$(0{,}25–8) \cdot 10^2$
Масса продукта (г), в которой не обнаруживаются	БГКП (колиформы)	0,1
	E. coli	1,0
	Патогенные, в т. ч. *Salmonella*	10
	S. aureus	1,0

По внешнему виду продукт представляет из себя рыхлую комковатую массу от белого до кремового цвета без выраженного запаха, но с приятным сладковатым привкусом. Присутствие гомогената трутневого расплода или оценку натуральности продукта предлагается проводить по присутствию специфичного медово-цветочного запаха фракции хлороформ-спиртового экстракта. Высушенный экстракт, приготовленный для определения содержания в продукте липидов и липоидов путем обработки продукта смесью неполярного и полярного растворителя (хлороформ – этиловый спирт), должен иметь приятный цветочно-медовый запах.

§ 7.4. Технология получения ГТР

Имея много общих свойств с маточным молочком, трутневый расплод существенно отличается по биологической природе, составу биологически активных компонентов и, что существенно, имеет различные природные запасы, а также различные по степени сложности технологии получения сырья и исходных субстанций.

Сроки отбора трутневого расплода. Активное строительство трутневых сотов и их засев маткой наблюдается при стабильном, устойчивом приносе нектара и пыльцы в гнездо, о чем можно судить по привесу контрольного улья 0,5–1,0 кг/сутки.

В условиях юга Западной Сибири период строительств и засева трутневых сотов продолжается до 20 июня, но в от-

дельные годы возможно продление этого периода до 10 июля. При позднем периоде производства трутневого расплода, после 15–20 июня, и при появлении сильного медосбора с донников возможно попадание нектара и меда в гомогенат трутневых личинок. Получение трутневого расплода в течение главного медосбора не проводят. Постановка в гнездо рамок для трутневого расплода проводится в период начала «побелки» сотов пчелиной семьей.

Постановка трутневых сотов. Для получения трутневого расплода в улей помещают сушь с трутневыми ячейками, или с трутневыми сотами, отстраиваемыми пчелами в строительных рамках или на специальной вощине с увеличенными (трутневыми) ячейками. Вместо рамок с трутневой вощиной можно применить строительные магазинные рамки. Пчелы на нижнем бруске магазинной рамки строят трутневый сот, который матка засевает неоплодотворенными яйцами.

Для стимулирования вывода трутней соты следует размещать кроющими по бокам расплодной части гнезда. Строительные рамки размещают также: сот магазинный ставят кроющим за сотом с пчелиным расплодом. На нижнем бруске магазинной рамки семья отстраивает сот, который затем вырезают, и рамку можно использовать повторно.

Предложена рамка для трутневого расплода половинной толщины с односторонним сотом, отличающаяся от рамки половинной толщины с односторонним сотом, используемой для получения прививочного материала при выращивании пчелиных маток, тем, что сот выполнен из пластика со сквозными каналами ячеек, а из воска выполнены только их временные донца[8]. Благодаря этому появляется возможность выталкивать трутневые личинки из ячеек вместе с восковым дном, сохраняя при этом сами соты. Ячейки таких сот снабжены отъемными донцами, а объединение донец в один массив позволяет снимать их со всех ячеек рамки одновременно. Для экономии места в улье рамки с односторонними сотами могут быть объединены попарно.

[8](Верещагин А. Н., патент на изобретение RUS 2440724, 24.05.2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2440724C1 – 20120127).

Извлечение рамок с трутневым расплодом. Строительные рамки и трутневые соты отбирают через 10–12 суток (240–288 ч) после засева, до того как появятся зачатки глаз имаго в виде фиолетовых пятен. Расчет времени отбора трутневых сот ведется исходя из того, что полный период эмбрионального развития трутней составляет в среднем 82 ч, личиночного – 170 ч, затем в течение 72 ч личинки перестают питаться и прядут кокон, формируя куколку. На этой стадии расплод наиболее подходит для отбора. Некоторые технологии получения трутневого расплода предусматривают извлечение рамок накануне запечатывания ячеек восковой крышечкой. В этом случае содержание биологически активных веществ в продукте будет несколько ниже.

Извлечение трутневого расплода из сотов. На пасеке выделяют специальное помещение, где проводят извлечение трутневого расплода из сотов. Все технологические операции, связанные с отбором личинок, приготовлением, консервированием и фасовкой гомогената, следует проводить с соблюдением санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к производству пищевых продуктов и лекарственных препаратов. Работы производят в халате, шапочке и марлевой повязке, закрывающей рот и нос. Посуду и оборудование моют и стерилизуют спиртом или кипячением в течение часа.

В зависимости от того, какой способ извлечения из сотов трутневого расплода применяется, проводится дальнейшая переработка полученного сырья – нативного гомогената – для получения готового продукта. Разработано несколько технологий извлечения трутневого расплода из сотов.

1. Извлеченные из улья соты с трутневым расплодом переносят в лабораторию, где соты вырезаются ножом из рамок. Вырезанные соты измельчаются в мясорубке. Измельченная масса фильтруется через сито с ячейкой 0,8–1,0 мм. Нефильтруемый остаток помещается в ручной винтовой пресс, где проводится прессование. Фильтрат и жидкость после прессования смешивают, разливают в тару и замораживают при температуре не ниже –10 °С. Оставшуюся часть от прессования – жмых – также замораживают.

2. Гомогенат можно получать прессованием (выжимкой) кусков сота с трутневыми, только что запечатанными или еще открытыми личинками, вырезанных со строительной рамки. После прессования получается густая жидкость со своеобразным вкусом, которую часто называют личиночное молочко.

3. После извлечения из гнезда печатного трутневого сота восковые крышечки срезают и личинок извлекают в медогонке в течение 10–12 мин. Возможно использование ручных двухрамочных медогонок.

4. В случае, когда для получения трутневого гомогената соты с трутневыми личинками вырезают из рамки и отжимают на прессе, часть сырья (покровы личинок, предкуколок) теряется и не используется в гомогенате. При отжиме разрушаются трутневые соты. Извлечение личинок из восковых сот вручную часто приводит к повреждениям или разрушению сот. При использовании рамки с сотом из пластика со сквозными каналами ячеек с отъемными и объединенными в один массив временными восковыми донцами, что позволяет снимать их с ячеек одновременно (патент RUS 2440724, 24.05.2010), трутневые личинки могут быть извлечены из ячеек без донцев струей сжатого воздуха или при ударе краем рамки по жесткому основанию. Это снижает потери при получении сырья трутневого гомогената.

Гомогенат из извлеченных личинок и куколок можно получить, растирая их в ступке или гомогенизируя при помощи мясорубки или миксера.

С целью максимального сохранения биологически активных компонентов гомогената его сразу адсорбируют. В фарфоровую ступку следует поместить одну часть гомогената, добавить шесть частей адсорбента (по массе), в качестве которого применяется смесь лактозы и глюкозы (по 50%), и тщательно растереть.

От одной пчелиной семьи можно получать от 500 до 1000 г гомогената трутневых личинок, его себестоимость, как правило, в 2 раза ниже себестоимости получения маточного молочка. Экономическая эффективность равноценна дополнительному получению от каждой семьи 7 кг меда.

§ 7.5. Консервация и хранение ГТР

Поскольку после извлечения из улья трутневый расплод в течение короткого времени погибает, первоочередными задачами при его использовании являются вопросы консервации. Полученный из личинок гомогенат еще более лабилен. Поэтому сразу после сбора личинок, тем более их гомогенизации, трутневый расплод необходимо стабилизировать для сохранения его качества. Для этого используют дезинфектанты, антиоксиданты, консерванты, низкие температуры, адсорбцию на твердых носителях, лиофилизацию, сублимационную сушку, замораживание. Выбор способа консервации определяет продолжительность и условия хранения ГТР. При различных технологиях приготовления меняется содержание и соотношение извлекаемых биологически активных и сопутствующих химических веществ, а также их фармакологическая активность.

Переработка трутневого расплода должна осуществляться с соблюдением санитарно-гигиенических норм и правил, действующих на производстве пищевых продуктов.

Замораживание – один из возможных способов сохранения свойств расплода. Замораживать и хранить при температуре от –18 до –20 °С в течение нескольких лет можно как соты с расплодом, так и извлеченных личинок, предкуколок, куколок, а также гомогенат трутневого расплода. При изучении сохранности гормонов в процессе хранения трутневого расплода при температуре –20 °С необходимо учитывать форму хранения: в сотах, в виде извлеченных личинок и гомогената. Так, наибольшее количество эстрадиола определено в расплоде, хранившемся в сотах, большее количество тестостерона сохраняется в нативном гомогенате.

Разработан способ получения лечебного препарата, согласно которому личинки трутней замораживают при температуре –4 и –5 °С в течение 12–14 ч, затем размораживают и гомогенизируют, при этом в качестве стабилизирующей среды используют 5%-й раствор глюкозы в соотношении 1:10 с добавлением раствора хлороформа или салициловой кислоты с последующей сублимацией. Сублимацию проводят в вакуумной камере при температуре подогрева полок до 30–45 °С. При достижении тем-

пературы препарата 20–22 °С температуру полок снижают до 25 °С и производят досушивание в течение 22–24 ч (патент РФ 2258522, 20.08.2005. http://www.freepatent.ru/patents/2258522).

Консервирование медом – наиболее простой и удобный для пчеловодов способ сохранения состава и свойств гомогената трутневого расплода. Медовые композиции имеют приятный вкус, но обладают плохой сохранностью. Добавление более 10% гомогената в мед нецелесообразно, ввиду быстрой порчи продукта, о чем свидетельствуют не только значительное ухудшение физико-химических показателей, но и органолептических: в комнатных условиях такая композиция начинает бродить в течение первого месяца хранения; в холодильнике на поверхности образуется серая пленка испорченного гомогената. Физико-химические показатели меда с содержанием 3–5% гомогената трутневого расплода в процессе хранения до 6 месяцев изменяются в допустимых пределах. Установлено, что при более длительном хранении в температурном режиме от –6 до –12 °С значительно снижаются показатели качества композиции, содержащей нативный гомогенат. Использование адсорбированного гомогената, а также дополнительное введение в композицию экстракта прополиса позволяют продлить срок хранения данного продукта до одного года.

Разработан метод (патент Казахстан, № 14879, 15.10.04 https://kzpatents.com/0-pp15384-sposob-prigotovleniya-biologicheski-aktivnojj-dobavki-pantovaya-narezka.html) приготовления биологически активной добавки к пище общеукрепляющего действия «Хан-балы», включающий извлечение из пчелиных сотов личинок трутневого расплода возрастом 4–6 дней, диспергирование и смешивание полученного гомогената с медом в следующем соотношении компонентов, масс.%: мед – 70–80; гомогенат трутневых личинок – 20–30.

Описан состав консервированного гомогената пчелиного расплода, представляющий собой гомогенизированные трутневый расплод и маточные личинки, сорбиновую кислоту и лимонную, или янтарную, или яблочную, или аскорбиновую для достижения pH среды 4,5 при определенном количественном содержании компонентов. Продукт хранится в холодильнике, срок хранения

составляет один год. Использование сорбиновой и лимонной кислот стабилизирует трутневый расплод, однако кислоты отрицательно воздействуют на биологически активные компоненты трутневого расплода.

Показана возможность стабилизации трутневого расплода этиловым спиртом. Установлено, что содержащиеся в трутневом расплоде гормоны сохраняются в его спиртовых настойках.

Технология получения настойки из трутневого расплода (патент на изобретение RUS 2690516, 22.11.2017. https://us-patent.info/news-and-events/news_science_us_patent/банк-данных-российских-и-зарубежных-п/) заключается в том, что проводят экстрагирование измельченных (гомогенизированных) трутневых личинок 40 %-м этиловым спиртом, гомогенат настаивают, затем полученный экстракт сливают, после слива экстракта к обработанному гомогенату добавляют свежий 70 %-й этиловый спирт, проводят настаивание при периодическом перемешивании, весь экстракт сливают. Затем полученные экстракты объединяют, проводят выхолаживание, фильтруют, добавляют антиоксидант и передают в резервуар готовой продукции. Все операции осуществляют при определенных условиях и режимах. Настойка из личинок трутней сохраняет биологическую активность компонентов в течение 2 лет.

Известна технология получения спиртовой настойки трутневого гомогената (Будникова Н. В., 2011) путем гомогенизации 9–11-суточных трутневых личинок с последующей фильтрацией через сито из нейлоновых тканей в охлажденные и обработанные спиртом флаконы из темного стекла и стабилизацией его 40- или 70 %-м этиловым спиртом. По органолептическим показателями спиртовые настойки трутневого расплода имеют вид прозрачной жидкости с желтоватым оттенком и характерным для каждой концентрации пряным ароматом. Подлинность спиртовых настоек подтверждает показатель окисляемости (48–65 с) и массовая доля (3,3 %) карбоновых кислот. Потери по основным специфическим биологически активным компонентам (жирным кислотам, аминокислотам, фитостеринам, флавоноидам) составляют около 25 % за первые 2 года хранения.

Апробированы варианты лиофильного и воздушно-термического высушивания замороженного гомогената, обеспечивающие заданные физические и биологические свойства получаемого продукта.

Украинскими исследователями разработана и утверждена МОЗ Украины нормативная документация на получение продукта – порошок Билар при переработке и консервации гомогената трутневого расплода. Технология производства порошкообразного продукта предусматривает обезвоживание сырья до остаточной влажности 5 %. Для этого гомогенат разливают в лотки слоем 2 см, замораживают при температуре –20 °С. Затем лотки помещают в сублиматор вакуумной установки. Процесс сушки состоит из двух этапов: стабилизации и самой сушки. Важнейшим параметром при сублимационной сушке является температура. Оптимальной является температура +40 °С. Скорость сушки составляет 2 % влаги в час в условиях вакуума. Далее продукт выдерживают при той же температуре еще один час до остаточной влажности 5 %. При этом контролируют вакуум, электропроводность материала и другие показатели согласно инструкции по эксплуатации установки. Весь процесс сушки продолжается 50 ч. Полученный порошок имеет авторское название Билар-1. Упаковка порошкообразного продукта Билар-1 производится в инертной среде газообразного азота в герметичный трехслойный пленчатый материал на основе алюминиевой фольги или в стеклотару. Продукт хранится при +20 °С в течение 6 мес. без изменения качества. Рабочий выход порошков с 1 литра гомогената составляет 180–240 г.

Сохранение и стабилизацию всех биологических свойств трутневого расплода в течение длительного времени обеспечивает способ приготовления расплода трутневого адсорбированного (патент на изобретение RUS 2491078 16.09.2011. https://patentdb.ru/patent/2491078), который заключается в том, что берется 1 часть гомогената трутневого расплода и 3–30 частей адсорбента по массе, где в качестве адсорбента выступает лактоза, или глюкоза, или фруктоза, или любое сочетание данных веществ, которые перемешиваются и не позднее чем через 55 мин с мо-

мента извлечения трутневого расплода из сот поступают на сушку и сушатся под вакуумом (не ниже 1 мм рт. ст.) без применения температуры до влажности не более 1,5%. Полученный продукт помещают в плотно закрывающиеся, не пропускающие свет емкости, в которых он хранится около 3 лет. Если продукт готовят для фармацевтической промышленности, в качестве адсорбента используют лактозу, поскольку она не спекается при таблетировании. Для пищевой промышленности, в частности для приготовления напитков, в качестве адсорбента используют глюкозу или фруктозу, т. к. лактоза не растворяется в воде. Соотношение гомогената и адсорбента выбирается исходя из следующих соображений. Менее 3 частей адсорбента не обеспечат консервирующий эффект. Более 30 частей – снижается биологическая ценность готового продукта.

Разработана технология приготовления препарата, включающего 50% гомогената из личинок трутней, 49,7% раствора хлорида натрия и 0,3% консерванта. Соты с живым здоровым трутневым расплодом возрастом 18–22 дня выдерживают в холодильнике, затем их вскрывают и отбирают личинки трутней одинакового размера, светло-серого цвета, после чего личинки измельчают в стерильной лабораторной мельнице, разводят стерильным раствором хлорида натрия и автоклавируют при температуре 120 °С и давлении пара 1,5 атмосферы, затем массу доводят стерильным раствором хлорида натрия с концентрацией 0,9% до первоначального объема, добавляют консервант (фенол), разливают в стерильную герметичную тару и автоклавируют (патент РФ 2395289, 27.07.2010. http://www.freepatent.ru/patents/2395289).

Описан способ стабилизации, при котором к гомогенату добавляют селеноорганическое соединение – диацетофенонилселенид, а затем к смеси гомогената и диацетофенонилселенида в стерильных условиях добавляют среду высушивания (сахарозо-желатиновая смесь, содержащую 10% сахарозы и 5% желатина) в соотношении гомогената и среды высушивания 1:10 (патент РФ 2414919, 27.03.2011. http://www.freepatent.ru/patents/2414919).

Для стабилизации гомогената трутневого расплода используют прополис. Технология включает приготовление гомогена-

та личинок трутневого расплода пчел, смешивание приготовленного гомогената с адсорбентом на основе смеси лактозы и глюкозы, измельчение, сушку адсорбированного гомогената. В качестве адсорбента используют смесь лактозы и глюкозы, взятых при массовом соотношении (22–25):1 соответственно, смешивание осуществляют путем растирания 1 вес. ч. свежеприготовленного гомогената с 6–9 вес. ч. адсорбента, а после измельчения и сушки адсорбированного гомогената его подвергают грануляции спиртовым раствором прополиса до размера гранул 1,5–2,0 мм, сушат с обеспечением содержания прополиса в получаемом препарате в количестве 0,1–0,2 вес.%. Соотношение компонентов (вес.%): трутневый расплод 7,9–8,3, прополис 0,1–0,2, адсорбент 89–92.

Работы по эффективной стабилизации гомогената трутневого расплода продолжаются. Исследователи используют прополис, хитин-хитозан-меланиновый комплекс, обладающий сорбционными и другими свойствами, кислоторастворимый и водорастворимый хитозан морских ракообразных и другие компоненты, обладающие собственной биологической активностью. Проводятся технологические разработки, связанные с оптимизацией состава и усовершенствованием способа получения сухого порошка пчелиного трутневого расплода, предназначенного для обогащения различных сыпучих пищевых продуктов. Определяются необходимые вспомогательные вещества, улучшающие технологические параметры порошка.

При различных технологиях приготовления меняется содержание и соотношение извлекаемых биологически активных и сопутствующих химических веществ, а также их фармакологическая активность

В сухом адсорбированном трутневом расплоде содержание фенольных соединений составляет 0,240±0,026 %, при добавлении 1 % прополиса содержание возрастает до 1,050±0,067. Массовая доля флавоноидных и других фенольных соединений в сухом адсорбированном трутневом расплоде в процессе хранения снижается. Через 6 мес. она составляет 90,61±1,81 % от исходного, через 1 год – 79,87±1,44, а через 2 года – 60,06±2,38.

Используется в качестве экстрагента, консерванта и дезинфектанта 40- и 70 %-й этиловый спирта, а в качестве антиоксиданта и стандартного вещества – липоевая, или лимонная, или яблочная, или аскорбиновая, или сорбиновая, или галловая кислоты или дигидрокверцетин. Основной массив идентифицированных соединений (порядка 200), принадлежащих к различным классам химических соединений, остаеся в качественном и количественном отношении практически неизменным в течение 2 лет. По истечению 2 лет незначительно уменьшается содержание карбоновых кислот (на 5–8 %), увеличивается показатель окисляемости (на 6–11 %), содержание флавоноидных соединений уменьшается на 9,5 %.

Если гомогенат адсорбируют на смеси сахаров, тщательно растирая в фарфоровой ступке, то адсорбированный гомогенат до высушивания можно хранить около 3 мес. при 4–6 °С. Высушенный – до 3 лет при температуре окружающей среды. Адсорбция на различных адсорбентах – наиболее эффективный метод стабилизации, т. к. как в полученном продукте биологически активные вещества сохраняются более полно по сравнению с лиофилизированным расплодом и спиртовой настойкой. К преимуществам адсорбированного трутневого расплода также относится удобство дозирования.

В зависимости от сорбента наблюдается модификации биологического действия трутневого расплода, а также возможно проявление собственных эффектов тех ингредиентов, которые используют для стабилизации ГТР. Это следует учитывать как при разработке препаратов на основе трутневого расплода, так и при их целевом применении.

§ 7.6. Свойства и применение ГТР

В России известен ряд промышленно выпускаемых биологически активных добавок к пище и лекарственных косметических средств, полученных на основе трутневого расплода, а также нетрадиционные лечебные препараты и способы их получения с использованием различных композиций, содержащих трутневый расплод. Государственная регистрация препаратов на основе

трутневого расплода в качестве лекарственных средств практически отсутствует.

Комплекс биологически активных веществ обуславливает ряд фармакологических свойств трутневого расплода: наличие антиоксидантного, иммунотропного, адаптогенного, анаболического, актопротекторного действия.

Препараты на основе трутневого расплода и полученные из него способствуют усилению противомикробной, антиоксидантоной, иммунной, андрогенной, физической и интеллектуальной активности организма. Стероидные гормоны (андрогены), аминокислоты, ферменты, микроэлементы, витамины определяет анаболическое действие. Наличие комплекса углеводов, аминокислот (глицина, метионина, глютаминовой кислоты), гормонов определяет актопротекторное действие, улучшение мозговой деятельности человека.

Личинки пчел являются традиционной пищей для многих жителей стран Азии, Африки, Южной Америки. Кондитерские изделия с расплодом пчел можно купить в магазинах США и стран ЕС.

Биологические добавки на основе трутневых личинок широко используются в кормах для повышения продуктивности кур-несушек, прироста и сохранности кур, увеличения здорового приплода у свиней, для повышения адаптивных и защитных свойств организма у собак, улучшения хозяйственно полезных признаков у пчелиных семей в период осеннего и весеннего наращивания.

Установлен стимулирующий эффект трутневого расплода на выработку тестостерона у животных после односторонней кастрации, отмечено отсутствие гипертестостеронемии при его введении интактным животным. Определен основной экдистероид куколок медоносных пчел – макистерон А, его содержание составило от 164 до 185 нг/г свежей массы гомогената. Однако такое небольшое количество макистерона А не может существенно влиять на анаболическую и гормональную активность. С другой стороны, описаны эстрогенное и андрогенное действия корма с трутневыми личинками. Эти действия связывают с некоторыми

свободными жирными кислотами и их эфирами, что согласуется с данными о повышении выработки предшественников андрогенов при введении животным свободных жирных кислот.

В опытах на кроликах отмечено повышение неспецифической резистентности, содержания форменных элементов крови, общего белка, улучшение показателей лизоцимной активности и иммунного статуса животных.

Лиофилизированный расплод является одним из компонентов питания спортсменов. Расплод ценят за высокую питательность, биостимулирующие свойства и используют не только в питании, но и в лечебных целях.

Для трутневого расплода клинически доказаны следующие биологические эффекты. Актопротекторный – нормализация метаболических показателей в условиях стресса и патологии, стабилизация метаболических реакций, нервных и гуморальных ответов на стресс, что приводит к повышению неспецифической резистентности организма, нормализации функционирования органов и систем в условиях стресса. Анаболический – усиление синтеза белка в организме, увеличение массы тела за счет биосинтеза белка, у спортсменов повышается мышечный статус и восприимчивость к тренировкам. Эндокринотропный – нормализация уровней половых гормонов, глюкокортикоидов, гормонов щитовидной и паращитовидных желез, что способствует нормализации метаболических процессов. Иммуномодулирующий – усиление резистентности организма к инфекционным агентам, уменьшение выраженности аллергических реакций. Нейротропный – умеренный седативный эффект сочетается с мягким психостимулирующим, ноотропным и антиастеническим эффектами, что способствует повышению общего тонуса нервной системы в сочетании с повышением устойчивости к стрессу, повышению продуктивности психической деятельности. Нутритивный – связан с высоким содержанием в трутневом расплоде питательных веществ, способных эффективно восполнять дефицит нутриентов в организме. Косметический – биологически активные вещества трутневого расплода оказывают благотворное действие на кожу, чем обусловлено применение его в косметике.

ГТР показан также при половых дисфункциях, связанных с андрогенной недостаточностью, на фоне длительного приема некоторых лекарственных препаратов. Применение ГТР приводит к восстановлению гормонального статуса (увеличение концентрации тестостерона в крови, по данным некоторых авторов). Согласно современным представлениям, гормональная активность трутневого расплода объясняется не наличием известных половых гормонов в его составе, а присутствием соединений, гормональная активность которых обусловлена структурным родством к соответствующим рецепторам. Показано, что андрогенную активность трутневого расплода обеспечивают сочетание метиловых эфиров пальмитиновой и олеиновой кислот (метилпальмитат + метилолеат), но механизм андрогенной активности комплекса (метилпальмитат + метилолеат) не установлен. В доклинических исследованиях доказано, что комбинация метилпальмитата и метилолеата способна достоверно повышать уровень тестостерона в плазме крови крыс.

Результаты исследований, проведенных на 44 белых мышах линии BALB обеих полов, показали изменения клеточного и гуморального иммунитета на введение ГТР (50 и 100 мг/кг) с экстрактом прополиса. Это позволяет заключить, что иммуномодулирующие свойства ГТЛ проявляются в стимулирующем действии на функциональную активность Т-лимфоцитов, выработку антител продуцентов селезенки и могут использоваться с целью профилактики и повышения иммунной защиты организма в комплексной терапии инфекционных и соматических заболеваний, в патогенезе которых задействованы иммунологические механизмы.

Для доказательства ноотропного эффекта применены физиолого-фармакологические методы, используемые для оценки действия нейропсихотропных лекарственных средств. В ходе исследований в экспериментах на животных было выявлено, что пептидный биопрепарат, полученный из личинок трутневого расплода, обладает нейростимулирующим действием, а именно ноотропным эффектом.

Способ получения пептидного биопрепарата ноотропного действия заключается в гомогенизации личинок трутневого расплода в охлажденном изотоническом растворе NaCl, кипячении

гомогената личинок трутневого расплода с целью денатурации белков, удалении осадка с помощью бумажного фильтра и очистки с использованием мембраны на ультрафильтрационной установке Vivaflow 50/200, позволяющей выделить пептиды массой до 5 кДа. Вышеописанный способ позволяет получить пептидный препарат, обладающий ноотропным действием.

Описан (патент РФ 2473355, 12.12.2011. http://www.freepatent.ru/patents/2414919) лечебно-профилактический препарат из трутневых личинок, обладающий выраженным иммуномодулирующим действием, представляющий собой порошок желтого цвета, полученный путем измельчения трутневых личинок до однородной массы, добавления к полученной массе водно-спиртового экстракта прополиса и тонкоизмельченной цветочной пыльцы, последующего замораживания пасты и ее сублимационного высушивания в вакуумной камере при определенных условиях.

Известен патент на лекарственное средство для восстановления функций головного мозга (патент РФ 2466733, 20.11.2012. http://www.freepatent.ru/patents/2466733), которое содержит смесь дигидрокверцетина и трутневого расплода при следующем соотношении компонентов: дигидрокверцетин от 10 мг до 400 мг, трутневый расплод от 40 мг до 1000 мг. Средство получают в порошкообразном, таблетированном или капсулированном виде, а также в виде водно-спиртового экстракта и форм, созданных на основе этого экстракта, а именно порошок, таблетки и капсулы. Средство способствует повышению качества мышления, памяти, устойчивости организма к физическим и умственным нагрузкам, улучшению метаболизма головного мозга.

Известно лекарственное средство для профилактики и лечения аденомы предстательной железы и простатита, содержащее трутневый расплод, цветочную пыльцу, аскорбиновую кислоту, витамин Е, наполнители (патент РФ 2414229, 20.03.2011. https://patentdb.ru/patent/2414229).

Известна биологически активная добавка к пище, содержащая следующие компоненты,%: трутневый расплод – 1–70, левзея – 5–70, аскорбиновая кислота – 1–70, витамин Е – 0,05–30 и наполнители – стеарат кальция, тальк, лактоза – остальное. До-

бавка обладает эффектом в отношении анаболического действия, выраженного в быстром наращивании мышечной массы спортсменов (патент РФ 2390270, 27.05.2010).

Описана (патент WO 2012150872 A1 – PCT/RU 2011/000274. https://patenton.ru/patent/RU2690516C2) биологически активная добавка к пище для нормализации уровня андрогенов мужчин, общего состояния, снижения ожирения, характеризующаяся тем, что она содержит корни и корневища лапчатки белой или наземную часть лапчатки белой, или их смесь, а также включает трутневый расплод при следующем его количественном содержании: трутневый расплод – от 20 мас.% до 80 мас.%. Лекарственные средства и биологически активные добавки для комплексной активизации защитных сил организма, лечения и профилактики различных заболеваний, содержащие препараты, приготовленные на основе трутневого расплода, описаны также в патентах РФ: 2129858, 1996; 2423142, 2009; 2128501, 2002; 2345523, 2007; 2366435, 2009; 2372094, 2007; 2245155, 27.01.2005; 2460514, 2010; патенте Евразийский № 021315, 25.11.2010; патенте GB 2079602, 1982; патенте WO 81/02106 и др.

Сотрудниками ФНЦ пчеловодства и Рязанского государственного медицинского университета проводятся исследования медико-биологических свойств и биохимического состава гомогената трутневого расплода. Была доказана возможность его использования как в качестве пищевой добавки, так и лекарственного препарата. Сотрудниками Пятигорской государственной фармацевтической академии ведутся разработки косметических средств, биологически активных добавок и лечебных препаратов, в состав которых включен ГТР.

Установлено, что гомогенат трутневого расплода относится к нетоксическим веществам и не проявляет сенсибилизирующего действия на организм.

Вопросы для самоконтроля к главе 7

1. Что является сырьем для получения гомогената трутневого расплода?

2. Что является биологической основой получения ГТР?

3. Какова роль трутней в пчелиной семье?

4. Какие группы химических веществ идентифицированы в составе ГТР?

5. Какие факторы определяют химический состав ГТР?

6. Какие показатели используют для определения подлинности ГТР?

7. В какой период жизни пчелиной семьи следует получать трутневый расплод?

8. Какое количество трутневого расплода можно получить от одной пчелиной семьи?

9. Какие технологии получения трутневого расплода используют в настоящее время?

10. Какие требования по органолептическим и физико-химическим показателям ГТР регламентированы нормативными документами в РФ?

11. Какие нормативные документы РФ регламентируют качество и безопасность ГТР?

12. Чем отличаются нормативные требования к качеству ГТР в РФ и в других странах?

13. Какие операции включает технология получения трутневого расплода?

14. Какие технологии используют для получения ГТР?

15. Опишите технологию получения адсорбированного ГТР.

16. Опишите технологию получения спиртовой настойки ГТР.

17. Охарактеризуйте органолептические и физико-химические свойства адсорбированного ГТР.

18. Какие факторы определяют условия и сроки хранения ГТР?

19. Какие методы используют для стабилизации ГТР?

20.Какое влияние оказывают методы консервации ГТР на биологически активные компоненты продукта?

21. В чем проявляется биологическая активность ГТР?

22. В каких сферах используют ГТР?

Глава 8. ПЧЕЛИНЫЙ ЯД

§ 8.1. Биологические основы получения пчелиного яда

Пчелиный яд – это секрет ядовитых желез медоносных пчел. Большая ядовитая железа состоит из длинной тонкой трубочки с развилкой на конце и с резервуаром, в котором накапливается яд. Стенки железы выстланы слоем железистых клеток, выделяющих кислый секрет. Длина железы рабочих пчел из различных семей колеблется в широких пределах (от 9 до 20 мм). Установлено, что между длиной ядовитой железы и злобливостью пчелиной семьи существует прямая зависимость. Ее секрет имеет кислую реакцию. Малая ядовитая железа находится у основания салазок жала, представляет собой короткую трубочку. Ее секрет имеет щелочную реакцию. Отдельно секреты этих желез ядовитых свойств не имеют. Ядовитые свойства приобретаются при смешивании секретов большой и малой ядовитых желез, что обеспечивает образование пчелиного яда в момент ужаления.

Железы и жало имеются только у матки и рабочих пчел, у которых яд выделяется с 6–7-дневного возраста, но наиболее активно в 10–18-дневном возрасте. Биохимические исследования показали, что активность некоторых гидролитических ферментов из ядовитых желез медоносной пчелы, *Apis mellifera* L., была выше у пчел в 14-дневном возрасте, чем в 40-дневном. Среди этих ферментов наибольшую активность регистрировали для кислой фосфатазы, которая цитохимически обнаруживалась по всей длине секреторной нити и окружала канальцы дистального отдела резервуара. Кислую фосфатазу считают типичным продуктом секреции, поскольку она присутствует как в цитоплазме, так и в канальцах секреторных клеток. Накопление яда наблюдается с 3- до 20-дневного возраста. В железе накапливается около 0,2 мг яда. Ядоносные резервуары достигают наибольшей заполненности на 14–20-е сутки после отрождения рабочей пчелы и сохраняют свой объем в течение ее жизни. При отборе яда у пчел до 20-суточного возраста с сохранением целостности ядоносного аппарата яд в ядоносном резервуаре может восстанавливаться за счет

секреции ядовитых желез. Систематически отбирая яд у пчелы, можно получить от нее почти в 2 раза больше яда, чем она нарабатывает его обычно, без расходования. В течение жизни рабочая пчела может секретировать в среднем 0,3 мг яда.

Наибольшего развития ядовитая железа достигает у летних (июльских) пчел, она меньше у весенних (майских) и осенних (сентябрьских) поколений. Длина ядовитой железы, характеризующая степень ее развитости, соответствует степени агрессивности пчел разных рас. Наибольшая длина железы у среднерусских, наименьшая – у серых горных кавказских; краинские пчелы занимают промежуточное положение по этому показателю. Среднерусские пчелы с первых дней жизни имеют развитые железы, а у серых горных кавказских они достигают наивысшего развития к 14-му дню жизни.

Основой получения пчелиного яда является воздействие на рабочих пчел каких-либо раздражителей, вызывающих реакцию ужаления и обеспечивающих целостность жалоносного аппарата. В настоящее время повсеместно используется электростимуляция в технологии отбора пчелиного яда.

Ядопродуктивность пчелиных семей выражается средним количеством пчелиного яда, полученного от одной пчелиной семьи за одну постановку устройства для получения пчелиного яда. Ядопродуктивность пчелиной семьи зависит от ряда факторов: породной принадлежности пчел, возраста, интенсивности раздражения, физиологического состояния пчел.

За сезон получают от семьи 1–2 г яда без снижения ее медопродуктивности или до 10 г с потерей производства меда.

В Республике Молдова при отборе яда в утренние часы (с 5 до 9 часов) с продолжительностью сеанса 45–60 мин и периодичностью 1 отбор в 12 дней максимальная продуктивность составляла 767 мг яда за 1 сеанс и 3,5 г яда за сезон с одной пчелиной семьи.

Физиологическое состояние пчел является одним из факторов, определяющих ядопродуктивность пчелиных семей. Из большого количества параметров, характеризующих физиологическое состояние, наиболее важными для ядопродуктивности

являются сила семей и суточный принос нектара. Существует линейная зависимость между силой семей и ядопродуктивностью. Максимальное количество яда было получено от семей, имеющих силу 28–30 улочек (1980±186,6 мг), в этом случае и расчетная удельная ядопродуктивность была также максимальной (0,206 мг/см^2 сборной поверхности). Наименьшее количество яда было получено при постановке одной ядоприемной кассеты в искусственно созданную семью с силой в одну улочку.

Сила семей подвержена сезонным изменениям, поэтому меняется и ядопродуктивность пчелиных семей. Максимальная ядопродуктивность отмечается в июле (558±46,2 мг) при силе семей 12–14 улочек, в этот же период максимальна относительная ядопродуктивность, которая составляла 40,466 мг/улочку.

Ядопродуктивность пчелиных семей в значительной мере зависит от количества нектара, приносимого пчелами. Наибольшее количество яда можно получить в случае отрицательного баланса приносимого нектара и потребляемого меда. В такой ситуации отсутствует яд, загрязненный нектаром и пыльцой. При балансе нектара и меда отмечено снижение ядопродуктивности. Увеличение приноса нектара сопровождается резким снижением ядопродуктивности, а при показаниях контрольного улья 2,5–3,0 кг/сутки практически весь яд является загрязненным. При интенсивном медосборе лучше использовать надгнездовой способ получения яда при помощи вертикальной конструкции ядоприемных кассет.

§ 8.2. Химический состав и свойства пчелиного яда

Пчелиный яд представляет собой бесцветную густую опалесцирующую жидкость с резким запахом и горьким вкусом, имеет кислую реакцию (pH 4,5–5,5). Плотность яда равна 1,1313 кг/м^3. Свойства яда сохраняются при его замораживании. Яд разрушается окислителями (например, перекисью водорода H_2O_2), этиловым спиртом, концентрированными кислотами, щелочами, солнечным светом.

Химический состав яда обуславливает его токсикологические, фармакологические и другие свойства. В яде содержится от 30 до 45% сухих веществ, в состав которых входят углерод,

водород, азот, сера, фосфор, магний, кальций и другие элементы. Яд не содержит натрия и калия, наиболее распространенных физиологически активных ионов.

Из пчелиного яда выделены следующие фракции:

1) летучая, растворимая в эфире,

2) липоидная,

3) гистамин и органические кислоты,

4) минеральная,

5) белковая.

С помощью методов хроматографии и электрофореза белковую фракцию яда разделяют и выделяют основные полипептиды. В яде пчел содержатся ферменты, которые рассматриваются как агенты, повреждающие тканевые структуры.

В состав пчелиного яда входят биогенные амины и феромоны. Среди аминов идентифицированы гистамин и серотонин, которые вызывают болевые ощущения у млекопитающих, приводят к расширению просвета и увеличению проницаемости капилляров. Катехоламины, дофамин и норадреналин оказывают влияние на поведение и физиологию насекомых.

В летучей фракции яда помимо воды содержатся амиловый, изоамиловый, этиловый ацетаты; всего свыше 20 летучих составляющих, многие из которых идентифицированы. Эти летучие сложные эфиры вызывают сигнальную реакцию тревоги в пчелиной семье.

В яде присутствуют около 20 феромонов тревоги, многие из них идентифицированы. Они высвобождаются при выдвижении пчелой жала, а также при оставлении жала в теле млекопитающих. Последнее приводит к массовому нападу пчел на место, где оставлено жало.

Пчелиный яд хорошо растворяется в воде, физиологическом растворе, кислотах, растворим в растительных маслах, не растворяется в абсолютном спирте. Растворы яда не стойки, быстро подвергаются бактериальному загрязнению и распаду.

Примерный состав сухих веществ пчелиного яда по В. Г. Чудакову (1979 г.) следующий (в % к сухой массе): пептид мелиттин – 40–50, пептид апамин – 3,4–5,1; прочие пептиды – до 16;

фермент гиалуронидаза – 20; фермент фосфолипаза А – 14; аминокислоты – до 1; гистамин – 0,5–1,7; жиры и стерины – до 5; глюкоза – 0,5; фруктоза – 0,9; прочие компоненты 4–10%; органические кислоты – 0,4–1,4 г-экв/л. Минеральные вещества (3–4%) представлены Ca, K, P, Fe, Zn, Cu, S, больше других в пчелином яде обнаружено Mg.

По данным разных авторов, в составе пчелиного яда идентифицированы:

– ферменты (% к сухой массе): фосфолипаза A_2 (10–12), фосфолипаза В (1), гиалуронидаза (1–2), фосфатаза (1), α-глюкозидаза (0,6);

– пептиды (% к сухой массе): мелиттин (40–50), апамин (2–3), пептид MCD (2–3), секапин (0,5–2,0), памин (1–3), минимин (2), адолапин (0,5–1,0), прокамин А, Б (1–2), ингибитор протеазы (0,1–0,8) и тертиапин, кардиопеп, мелиттин F (суммарно 1–2%);

– фосфолипиды (1–3%);

– биогенные амины (% к сухой массе): гистамин (0,5–2,0), допамин (0,2–1,0), норадреналин (0,1–0,5);

– аминокислоты (% к сухой массе): аминомасляная кислота, α-аминокислоты (1);

– углеводы: глюкоза, фруктоза (2–4%);

– летучие феромоны: сложные эфиры (4–8%);

– минералы P, Ca, Mg (3–4%).

Пчелиный яд относится к полиэлектролитам, изоэлектрическая точка его соответствует pH 3,7. Установлено наличие сорбционной способности яда по отношению к ионам Pb^{2+}. Степень извлечения ионов свинца в эксперименте составила 17,5%, что свидетельствует о детоксикационной способности апитоксина по отношению к экзогенному токсину – катионам свинца.

§ 8.3. Механизм действия компонентов яда

Фермент гиалуронидаза – это гликопротеин, содержание которого в сухом яде колеблется от 2 до 3%. Фермент способствует проникновению яда в организм, т.к. увеличивает проницаемость клеток кровеносных капилляров, ускоряет расщепление гиалуро-

новой кислоты оболочек клеток, что ведет к снижению сопротивляемости организма к инфекциям.

Фермент фосфолипаза A_2 активен в отношении структурных фосфолипидов, которые входят в состав мембран, он ускоряет реакцию отщепления одного остатка жирной кислоты в молекулах фосфолипидов (лецитинов). В результате образуется токсичное вещество – лизолецитин, который вызывает гемолиз (разрушение эритроцитов), повреждает мембраны клеток и клеточных органелл, разрушает факторы свертывания крови, в состав которых входят фосфолипиды. Действуя на мембраны митохондрий, лизолецитин нарушает клеточное дыхание. Фосфолипаза A_2 усиливает воспалительный процесс, вызываемый ядом.

Фермент лизофосфолипаза, или фосфолипаза В, расщепляет лизолецитин и этим уменьшает токсичность фосфолипазы A_2, его активность проявляется при pH 7,5 и температурном оптимуме 39 °С. Температурный оптимум энзима фосфолипазы A_2 более высокий и составляет 60–65 °С.

Эти ферменты рассматриваются как антигены и вызывают у чувствительных людей аллергию к яду пчел.

Пептид мелиттин считается основным физиологически активным компонентом пчелиного яда: в больших дозах вызывает гемолиз и спазм гладких мышц кровеносных сосудов и внутренних органов. Обладает противомикробным действием. Усиливает выработку гормонов гипофиза и надпочечных желез – кортизола и кортизона. Действие этих гормонов вызывает противовоспалительный эффект. За счет этого лечат ревматизм и полиартрит малыми дозами яда (0,05–2,00 мкг/мл). Мелиттин повышает устойчивость теплокровных к рентгеновским лучам. В больших дозах мелиттин (4–6 мг/кг) угнетает центральную нервную систему, работу сердца, вызывает смерть.

Синтезированный мелиттин обладает теми же свойствами, что и натуральный.

Пептид апамин усиливает возбуждение и угнетает торможение нервных импульсов, может вызывать судороги. Увеличивает функцию надпочечников, повышает содержание биогенных аминов, адреналина, кортизола, кортизона. Повышает кровяное давление.

Оба пептида подавляют иммунную систему. Обладают противовоспалительным действием. Кроме этих пептидов, обнаружены пептид 401 (МСД-пептид), серотонин, адолапин. Пептид адолапин – единственный, который оказывает болеутоляющее действие.

Пчелиный яд обладает нейротропными свойствами, блокируя передачу возбуждения в симпатических ганглиях вегетативной нервной системы и затрудняя передачу импульса через спинной мозг.

Малые дозы яда стимулируют изолированное сердце, высокие токсические – угнетают, вызывая нарушения сердечного ритма, проводимости возбуждения в сердце.

Пчелиный яд обладает гемолитическим действием.

Лечебное действие яда основано на его влиянии на систему гипофиз – надпочечники. Под влиянием тропных гормонов гипофиза в кровь выделяются гормоны желез-мишеней, что обеспечивает нормализацию обменных процессов, повышается сопротивляемость организма.

Воздействие пчелиного яда на человеческий организм строго индивидуально. Аллергическая реакция возникает у большинства людей после 1–2 ужалений. Аллергические реакции – это реакции немедленного типа, они возникают в течение 1–2 или в первые 5 ч после ужаления. По степени тяжести они делятся на легкие, средней тяжести и тяжелые.

Легкая аллергическая реакция проявляется в образовании отека на месте ужаления, который держится в течение 7–10 дней. Температура поднимается до 38 °С, появляется зуд, крапивница, отеки на лице. Все эти симптомы держатся несколько часов, затем проходят самостоятельно.

Аллергическая реакция средней тяжести сопровождается следующими симптомами: спазм гладкой мускулатуры внутренних органов, боли в животе, понос, рвота, боли в пояснице, затруднено дыхание, приступы удушья с затрудненным свистящим выдохом, сильная слабость, пульсирующая головная боль, кратковременная потеря сознания.

Тяжелая аллергическая реакция может последовать за проявлениями реакции легкой и средней степени или наступает

стремительно через 3–5 мин после ужаления, когда наблюдается потеря сознания, судороги, непроизвольное мочеиспускание и дефекация, падение кровяного давления, состояние коллапса.

При ужалении 200–300 пчелами у человека возникает токсическая реакция. Летальный исход наблюдается при ужалении одновременно 500 пчелами из-за паралича дыхательного центра.

§ 8.4. Технология получения пчелиного яда

Процесс получения пчелиного яда заключается в том или ином способе раздражения пчел, в результате которого пчела эякулирует яд. Существующие в настоящее время способы раздражения подразделяются на механические и электрические.

Механическое раздражение пчел основано на прямом контакте какого-либо механического раздражения с телом пчелы. Одним из первых и наиболее трудоемких способов раздражения пчел является метод, описанный П.М. Комаровым и А.С. Эрштейном в 1936 г. Живые пчелы берутся пинцетом или пальцами, жало при этом выдвигается наружу. Тонким глазным пинцетом оно слегка извлекается из камеры, после чего начинается автоматическое истечение яда. Если кончиком жала прикасаться к поверхности стекла, то яд изливается на него и быстро высыхает, образуя засохшую каплю. На одно предметное стекло наносится яд от 50–100 пчел. Этим способом получается совершенно чистый яд, который может храниться неограниченно долго, не изменяя своих свойств.

Давно известен способ получения яда путем ужаления через тонкую жировую пластинку, предложенный Беком в 1935 г. Для этого берется широкогорлая стеклянная банка, которую наполняют до краев стерильной водой и обвязывают какой-либо животной пленкой (мочевой пузырь свиньи или пленка, снятая с мошонки барана). Пчел, охваченных пинцетом или пальцами, прикладывают к этой пленке, жало пронизывает ее и застревает, а яд непосредственно изливается в воду. Пчел удаляют, при этом жалящий аппарат отрывается и остается на пленке. Этот способ, так же как и предыдущий, трудоемок и малопроизводителен. Преимущество метода заключается в том, что яд полностью извлекается и при этом ничем не загрязняется.

Известный немецкий исследователь животных ядов профессор Флури предложил несколько способов добывания пчелиного яда. Согласно одному из них, несколько пчел заставляют жалить волокнистую массу (например, размоченную фильтровальную бумагу). Жало остается в ней, а выделяющийся яд впитывается массой. Потом массу сушат и в таком виде хранят, а затем экстрагируют яд различными растворителями.

Флури предложил еще один способ получения яда. Значительное число пчел помещается в стеклянную банку, которая закрывается фильтровальной бумагой, смоченной эфиром. Пары эфира раздражают пчел и перед тем как впасть в состояние наркоза, пчелы выпускают яд, который остается на стенках банки и на телах пчел. Затем стенки сосуда и находящиеся в нем пчелы споласкиваются водой, которая растворяет пчелиный яд. Удалив сахаристые вещества диализом и выпарив воду, Флури получал от 1000 пчел от 50 до 75 мг сухого вещества, содержащего загрязненный яд.

Своеобразный прибор для отбора яда у пчел предложил Ноел в 1968 г. Предложенная им кювета-кормушка, хотя ее нельзя отнести к чисто механическим способам, свидетельствует о разнообразии подходов в решении проблемы получения ядовитого секрета пчел. Кювета-кормушка с лестничными перегородками наполнялась разбавленным медом, пропитывающим ткань губчатого типа. Улей устроен так, чтобы пчелы в одной половине улья испытывали некоторое недоедание. Побуждаемые запахом меда из кормушки, пчелы пробирались по специальному узкому ходу и попадали в ловушку. Возбужденные прилипанием к губке с медом пчелы выпускали в кювету яд, смешивающийся с медом.

На механическом раздражении пчел основано устройство, предложенное П. П. Соловьевым. Оно выполнено в виде располагаемых между рамками улья патронов с собирательной средой, приводимых во вращение для раздражения пчел и вызова массовых ужалений поверхности патронов. Патроны укреплялись на шестернях, смонтированных на пластине, установленной над рамками улья. Каждый патрон состоял из насаженного на стержень марлевого мешочка с впитывающей яд собирательной сре-

дой. Извлечение секрета из патронов осуществлялось с помощью центрифуги, выполненной в виде вращающегося диска с вертикально подвешенными к нему пробирками, в которые вставлялись патроны.

Электрическое раздражение пчел основано на соприкосновении тела пчелы с источником электрического тока. Авторами этого способа было показано, что оптимальным является импульсный ток, который, в отличие от постоянного и переменного тока, не вызывает массовой гибели пчел.

Устройства для получения пчелиного яда состоят из 2 основных узлов: источника раздражения (электростимулятор) и контактной токонесущей поверхности (ядоприемная кассета). Технология получения пчелиного яда, кроме непосредственного получения, включает в себя транспортировку ядоприемных кассет от лаборатории до улья и обратно, сушку яда на ядоприемных кассетах, ретушировку, счистку, просеивание и тарирование, химическую сушку и хранение яда.

Электростимулятор – это прибор, предназначенный для электрического раздражения пчел с целью получения пчелиного яда. В разное время в качестве раздражителя использовался постоянный или переменный ток промышленной частоты. В настоящее время общепринятым является использование импульсного тока, характеризующегося амплитудой колебаний, скважностью сигнала и модуляцией колебаний. Оптимальным считается следующий режим воздействия на пчел электрическим импульсным током: продолжительность импульса – 2 с, пауза – 3 с, амплитуда – 24–30 В, частота – 1000 Гц. Длительность паузы должна быть всегда больше, чем длительность импульса, что дает пчеле возможность уйти от повторного воздействия.

Одним из недостатков большинства моделей электростимуляторов является нестабильность выходного сигнала в связи с быстро изменяющейся нагрузкой, зависимой от количества пчел на электродной сетке. Этот недостаток сопровождается снижением ядопродуктивности пчелиной семьи, получением некачественного яда и массовой гибелью пчел. Решить эту проблему удалось при создании модели электростимулятора ЭСС 4.1.

Продолжительность воздействия является одним из факторов, определяющих интенсивность раздражения, от которого зависит ядопродуктивность пчелиных семей. В первые три часа воздействия на пчелиные семьи импульсным током ядопродуктивность характеризуется высокими показателями. При увеличении времени воздействия количество яда увеличивается, но его прирост с каждым дополнительным часом раздражения уменьшается. При увеличении продолжительности воздействия более 4–5 ч резко увеличивается процент загрязненного яда.

Ядопродуктивность зависит не только от продолжительности воздействия импульсным током, но и от времени суток, в которое происходит раздражение. Максимальная ядопродуктивность отмечена при раздражении с 21:00 до 24:00 (430±28,6 мг). Показатели ядопродуктивности несколько ниже при электростимуляции пчел с 5:00 до 8:00 и с 18:00 до 21:00 часа. Таким образом, максимальная ядопродуктивность отмечена в утренние, вечерние и ночные часы, причем качество яда также варьирует в течение суток.

При раздражении пчел в период с 5:00 до 8:00 часов доля чистого яда составляла 88%, а с 14:00 до 17:00 – 28%. Полученное соотношение грязного и чистого яда вполне объяснимо с точки зрения биологии пчелы, так как в утренние часы пчела полностью переработала нектар, очистилась от пыльцы, отложила прополис, семья очистила гнездо от погибших пчел. В дневное время, при массовом лете, пчелы нападают на токонесущие части ядоприемника, имея полный запас продуктов (нектар, пыльца), необходимых для их жизнедеятельности.

Периодичность раздражения является одним из факторов, определяющих интенсивность раздражения, от которого зависит ядопродуктивность пчелиных семей. Максимальное снижение ядопродуктивности отмечается при постановке ядоприемников каждые 5 дней. В этом случае ядопродуктивность при первой и шестой постановке отличаются друг от друга почти в 5 раз. При периодической постановке через 10 дней ядопродуктивность так же снижается, но в меньшей степени. Оптимальным сроком повторной электростимуляции является 15 дней. При такой перио-

дичности ядопродуктивность не отличается при каждом отборе в течение 3 месяцев.

Интенсивность раздражения будет зависеть от количества ядоприемных кассет, установленных внутри гнезда, площади электродной сетки, продолжительности воздействия и периодичности раздражения. Интенсивность раздражения при стабилизированных параметрах выходного сигнала составляет: амплитуда 30 В, частота модуляции 1000 Гц, продолжительность пачки импульсов 1 с, продолжительность паузы 1 с.

Ядоприемная кассета, или **ядоприемник**, состоит из металлической пластины размером 400×285×3 мм, вставленной с длинной стороны в пазы стеклопластикового профилированного бруска размером: верхний – 470×14×14 мм, нижний – 400×14×14 мм. На основу при помощи специального станка наматывается нихромовый провод толщиной 0,4 мм с шагом 3 мм. Пространство между основной и электродной сеткой в рабочем состоянии заполняется пластиной полированного стекла размером 400×260×4 мм.

Принципиальной особенностью ядоприемной кассеты является то, что электродная сетка в отсутствии пчел разомкнута. Пчела, попадая на ядоприемник, замыкает близлежащие электроды и подвергается воздействию импульсного тока, под действием которого жалит стекло, помещенное под электродной сеткой. Жало скользит по стеклу, оставляя на нем капельки яда. Пчела остается живой, так как сохраняется анатомическая и физиологическая целостность жалоносного аппарата. Конструкция ядоприемной кассеты варьирует в зависимости от способа ее постановки, однако принципиальные особенности остаются во всех случаях одинаковыми.

Расчетная величина, полученная делением ядопродуктивности одной пчелиной семьи (мг) на единицу площади электродной сетки ($см^2$), называется **удельной ядопродуктивностью** пчелиной семьи. Этот показатель применяется для сравнительной характеристики устройств, имеющих разное количество ядоприемных кассет с одинаковой площадью электродной сетки или одинаковое количество кассет, но с разной площадью электродной сетки.

Способы постановки ядоприемных кассет можно разделить на два вида: внеульевые и внутриульевые. Внеульевая постановка связана с каким-либо привлекающим пчел фактором, либо с негативным фактором, вызывающим раздражение пчел. Внутриульевой способ связан с прямым раздражением пчел внутри гнезда. Наиболее важным фактором при выборе способа постановки, несомненно, следует считать количество яда, которое можно получить от одной пчелосемьи за одну постановку.

К внутриульевому способу постановки ядоприемных кассет относятся подгнездовые конструкции. Постановка ядоприемных кассет размером 400×300 мм осуществляется непосредственно на дно улья. Когда электростимуляция производилась с 14:00 до 17:00 часов, во время максимального лета пчел, при такой постановке ядоприемника ядопродуктивность составляла 23,3±4,2 мг. Ядопродуктивность пчелиных семей при одноматочном двухкорпусном содержании при постановке ядоприемников вразрез корпусов значительно выше и составляла 294±28,6 мг. Еще выше наблюдается ядопродуктивность семей при двухматочном содержании и постановке ядоприемников вразрез корпусов.

Прилетковые конструкции – наиболее простой и менее трудоемкий, чем другие, способ постановки ядоприемных кассет. Сущность его состоит в следующем: на прилетную доску помещается ядоприемная кассета, соединенная с электростимулятором. Основным недостатком является незначительная ядопродуктивность (от 37,9±8,8 до 192,3±21,4 мг) и большой процент грязного яда, т. к. на электродную сетку попадают пчелы, идущие в улей с запасами нектара, прополиса, пыльцы.

Сотрудниками кафедры физиологии и биохимии человека и животных Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского был разработан способ и устройство, при котором пчелы выходят из улья в ответ на внешний раздражитель. Устройство включает в себя корпус улья, генератор электрических импульсов, ядоприемник и приспособление для создания электрогидравлического удара. Ядоприемник выполнен в виде двух шарнирно соединенных между собой рамок. На верхней рамке ядоприемника нанесен на полимерную пленку слой оп-

тически неоднородной массы – краситель в виде пятен. Верхняя рамка соединена с приспособлением для создания электрогидравлического удара. Приспособление состоит из генератора высоковольтного искрового разряда, включающего высоковольтный источник тока, конденсатор и искровой разрядник, камеру, заполненную жидкостью, в которую погружены электроды. Камера установлена на крышке улья. Нижняя рамка через электроды ядоприемника связана с генератором импульсного тока. Получение пчелиного яда осуществляется следующим образом. На электроды ядоприемника подается рабочее напряжение с генератора импульсов. Одновременно с включением генератора включают приспособление, которое на электродах, погруженных в жидкость, находящуюся в камере, формирует электрическую искру за счет высоковольтного источника тока, конденсатора и разрядника. При этом искра в жидкости через камеру действует на стенки корпуса улья, на рамки ядоприемника и на пчел. Для получения яда необходимо при энергии искры 12 Дж не менее 5 разрядов с интервалом 2 с. Механизм воздействия на пчел искрового разряда заключается в кратковременном взаимном механическом смещении всех конструктивных элементов, образующих устройство. Пчелы, испытывая воздействие гидравлического удара, выходят из корпуса улья через верхний и нижний летки в объем, образованный рамками и корпусом улья. Пчелы жалят электроды ядоприемника и выделяют яд на поверхность стекла в виде капель. Слой оптически неоднородной массы привлекает пчел на рамку, где они равномерно распределяются. Ядопродуктивность при таком способе постановки в течение 3-часовой экспозиции составляла в среднем 52,8±9,1 мг пчелиного яда с одной семьи за одну постановку. Гибели пчел на электродной сетке не наблюдалось. Оценка биологической активности образцов яда, полученного при разных способах внеульевой постановки, показала, что по всем параметрам яд, полученный при помощи устройства с электрогидравлическим ударом, обладает максимальной биологической активностью. Это связано с тем, что пчелы попадают на электродную сетку, выходя из улья и освободившись от пыльцы, прополиса, нектара, снижающих активность яда.

Одним из факторов, определяющих интенсивность раздражения, от которого зависит ядопродуктивность пчелиных семей, является площадь электродной сетки. Максимальное количество яда можно получить при помощи ядоприемника, имеющего площадь электродной сетки 1200 см^2 (680,4 ±67,2 мг), а минимальное – при 400 см^2 (225,0±28,4 мг). При площади электродной сетки 800 см^2 ядопродуктивность составляла 404,0±38,6 мг. Однако удельная ядопродуктивность во всех случаях была практически одинаковой (от 0,1410 до 0,1417 мг/см^2).

Современная **технология получения пчелиного яда** на пасеках предполагает использование следующего оборудования:

– аккумулятор,
– электростимулятор,
– ядосборные рамки или кассеты,
– коммутатор,
– катушки проводов,
– контейнеры для транспортировки ядосборных рамок и стекол,
– сушилка для стекол с ядом,
– бокс и устройство для очистки яда.

Аккумулятор на 12 В является источником питания, откуда электрический ток подается на преобразователь, генерирующий частоту импульсов 1,0±0,2 кГц. С выходной обмотки трансформатора через переключатель сигнал подается на ядосборные рамки. Работой преобразователя управляет схема запирания, которая является электронным ключом, фиксирующим деятельность пачки импульсов и паузы. Принцип действия электростимуляторов основан на преобразовании постоянного тока в импульсный.

В настоящее время выпускаются различные электростимуляторы, отличающиеся своими характеристиками.

Первый отечественный серийный стимулятор с рамками-ядоприемниками серии «НИИХ ГГУ» демонстрировался сотрудниками кафедры физиологии Нижегородского государственного университета на Международном конгрессе по пчеловодству в 1971 г.

Разработана технология «Сполох» (Ошевенский Л. В., Крылов В. Н., 1997), принцип работы которой основан на поиске оп-

тимального раздражителя, провоцирующего пчел к ужалению без повреждения функциональных систем организма.

Диапазон частот электрораздражителя, вызывающих реакцию пчел без повреждения нервно-мышечной системы, составляет 200–5000 Гц, причем максимальная амплитуда может достигать 70–90 В. Оптимальной амплитудой авторы считают 30 В. При этом максимальная частота электродов (загрязняющихся прополисом) достигается при соотношении длительности импульсов к длительности пауз от 0,5:1,5 до 1:1. Важным моментом этой технологии является создание сигнала, отличающегося от периодического. Поэтому указанные частоты и амплитуда вырабатываются в стимуляторе по принципу «белого шума». Нарушение ритмичности сигнала при приближении его к сигналу шума приводит к увеличению производительности устройств для получения яда, при этом возбудимость пчел после стимуляции не изменяется.

В то же время возбудимость пчел при стимуляции периодическим сигналом возрастает через сутки при снижении непосредственно после стимуляции. Вероятно, это связано с неадекватным влиянием на центральную нервную систему насекомых и является причиной снижения медо- и пыльцепродуктивности при раздражении пчел стимуляторами периодических прямоугольных импульсов.

Для точного дозирования величины сигнала используется устройство «Сполох К», которое обеспечивает точную настройку любого электростимулятора с учетом состояния пчелиной семьи, температуры и влажности.

Устройство имеет вид линейки с электродами. Потенциал электродов линейно возрастает от одного ее конца к другому. Пчелы, пересекая линейку, получают удары тока разной величины, чем обеспечивается разное количество ужалений по длине индикатора. Информация с линейки считывается автографическим методом. Авторы установили, что яд, реагируя с фотоэмульсией, оставляет отпечаток в виде пятен с низкой оптической плотностью, пропорциональной его количеству на отрезках линейки-индикатора.

В 2014 г. в Поволжском государственном технологическом университете выпущен опытной партией прибор для сбора пчелиного яда «Мукш-2». В приборе использованы новые технические решения, которые защищены патентами РФ. Основные характеристики прибора: длительность импульса воздействия составляет 5–4 с, длительность пауз – 0,5–4 с, амплитуда выходных сигналов – 10–50 В, время работы – 1,5–3 ч, несущая частота – 1–2 кГц; максимальный выходной ток – 0–0,5 А, автономность работы обеспечивается в течение не менее 48 ч. Питание прибора производится от аккумулятора. Отличительной особенностью прибора является введение режима автоматического изменения программы работы с изменением выходных параметров. Этот режим позволяет исключить привыкание пчел к раздражающим воздействиям, что повышает производительность процесса получения яда. Прибор собран на печатной плате из двухстороннего стеклотекстолита. На одной стороне платы установлены микросхемы, транзисторы, выходной трансформатор и органы управления. Кнопками, выведенными на панель, можно установить амплитуду выходных сигналов в пределах 20–70 В, а также время и режим работы. Параметры выходных сигналов устанавливаются автоматически по программе. В приборе предусмотрена защита от коротких замыканий в линиях проводной связи и ядоприемниках. Прибор включает внутренний аккумулятор, но может работать и от внешнего, например от автомобильного аккумулятора.

На сегодняшний день в нашей стране отсутствует промышленное производство приборов для сбора пчелиного яда, хотя потребность в них существует.

Ядосборные рамки по своим размерам соответствуют конструкции улья, но наиболее универсальны рамки 435× 30 мм. В верхнем (470 мм) и нижнем (435 мм) брусках сечением 16×12 мм вырезают пазы (10 × 5 мм), в середине которых делают пропил (5×2 мм). В пазы вставляют опорную пластину из алюминия, дюраля или стали толщиной 2 мм. Вокруг пластины через бруски натягивают в 2 ряда нихромовою проволоку (0,3 мм), пропуская ее по поперечным пропилам обеих брусков, располо-

женным через 3 мм друг от друга. Всего помещается от 70 до 110 витков (около 60 м проволоки). На верхнем бруске закрепляют проволоку с одной стороны гвоздиками или болтиками, с другой – к проволоке крепят электрический изолированный провод с вилкой или специальным разъемом. По обе стороны от опорной пластины вдвигаются в рамку 2 стекла. Расстояние между стеклом и проволокой составляет 0,4–0,6 мм, но не более 1 мм. Применяют специальные кассеты в виде надставок, оснащенные только электродами и стеклами без рамок. Электроды из нихромовой проволоки натянуты попарно на расстоянии 3 мм, а от плоскости ядосборных стекол – на расстоянии 1,0±0,1 мм. В кассете один выход к электростимулятору. Наружные размеры кассет соответствуют размерам магазинов, их устанавливают как обычные магазинные надставки.

Пчелы, попадая на электроды ядосборных устройств, замыкают электрическую сеть, подвергаются слабому воздействию электрического тока и жалят, выдвигая жало в пространство между проволокой и стеклом. Яд выливается на поверхность стекла, образуя подтек, который высыхает за 10–15 мин.

Ядосборные стекла из шлифованного 3- или 4-миллиметрового стекла предварительно моют поверхностно-активными веществами и стерилизуют 70%-м этиловым спиртом. Ядосборные рамки со стерильными стеклами транспортируют в специальных контейнерах-кассетниках для постановки в улей.

Способы отбора яда различаются по месту размещения ядосборных устройств. Внутриульевой способ предполагает постановку ядосборных рамок вертикально внутри гнезда между сотами или горизонтально под расплодным корпусом, на пол улья, над сотами гнезда. Внеульевой способ с размещением ядосборных устройств около летка и на краю пасеки с использованием приманивающих пчел подкормок не получил распространения из-за малого количества получаемого яда, а также из-за загрязнения его примесями, снижающими качество продукта (пыльца и прочее).

Размещают рамки с двух сторон расплодной части гнезда на расстоянии около 20 мм от ближайшего сота или на высоте 10 мм

от брусков гнездовых рамок при отборе яда над гнездом. Рамки и кассеты ставят в гнездо непосредственно перед получением яда после окончания лета пчел или рано утром за 1 час до массового вылета.

Максимально допустимое воздействие током – 3 ч (по 1 ч с перерывом 15 мин). Через 15–20 мин после электростимуляции ядосборные устройства вынимают без применения дымаря и помещают в специальный контейнер для транспортировки.

Параметры раздражения пчел подбирают с учетом погодных условий (уменьшают напряжение на электродах с 30 до 24 В и частоту импульса с 1000 до 800 Гц при повышении влажности воздуха), а также породы пчел, их физиологического состояния, силы пчелиной семьи, количества ядосборных устройств в улье и их конструкции.

Яд отбирают от семей, имеющих не менее 10 улочек пчел и 6–7 сотов с расплодом, за 30–40 дней перед главным медосбором, не чаще одного раза в 10–12 дней. Семьи не должны испытывать дефицит в белковом корме. Возможен однократный отбор яда сразу после медосбора. Обязательно наличие поддерживающего медосбора в период отбора яда.

Не рекомендуется получать яд при высокой влажности воздуха (после дождя) и в холодный период. Для предотвращения гибели расплода из-за резкого повышения температуры в гнезде при раздражении пчел и для уменьшения выкучивания пчел из улья на время отбора яда убирают из ульев утепление, увеличивают просветы верхних и нижнего летков.

Отобранные из улья ядосборные устройства переносят в лабораторию. Яд счищают лезвием бритвы или скребком в специальном застекленном боксе. При необходимости перед этим применяют принудительную сушку ядосборных устройств в камере с электротепловентилятором при температуре не более 40 °С.

Сухой яд просеивают через капроновое сито (с отверстиями 0,3 мм) в баночки из темного стекла с притертыми пробками, стерилизованные 70%-м этиловым спиртом и маркированные этикеткой «Пчелиный яд-сырец, масса … г». Баночки хранят в экси-

каторах (поскольку сухой яд гигроскопичен) при 15 °С в течение суток, а при 20 °С – более суток.

При всех операциях с пчелиным ядом избегают попадания на него солнечного света и контакта с ним работающих операторов. Обязательна защита слизистых и верхних дыхательных путей марлевой повязкой, респиратором и пылезащитными очками. Соскабливание, просеивание и фасовка пчелиного яда должны проводиться в стерильных ручных боксах.

Для перевозки ядоприемных кассет от пасеки до лаборатории, где происходят дальнейшие операции по обработке яда, используются **транспортные ящики**, которые могут быть двух типов: без выдвижного дна и с выдвижным дном. В первом случае ящик выполняет функции транспортировки ядоприемных кассет, во втором случае кроме транспортировки он может быть использован при сушке пчелиного яда. Транспортный ящик представляет собой полый объем 900×80×360 мм, выполненный из 3-миллиметровой фанеры с ребрами жесткости в местах соединения, снабженный герметичной крышкой и откидывающейся ручкой, обеспечивающей более компактную перевозку. Внутри имеются плечики, на которые вывешиваются ядоприемные кассеты (10 шт.).

Транспортные ящики для доставки кассет от пасеки до лаборатории могут использоваться только для транспортировки (ящик без выдвижного дна) или как для транспортировки, так и для сушки (ящик с выдвижным дном).

Ящик с выдвижным дном, заполненный кассетами, помещают на открытый стеллаж, под которым находятся тепловентиляторы, прогоняющие воздух между кассетами. Сушка яда таким способом повышает производительность, но снижает срок эксплуатации ядроприемных кассет. Сушка яда в термостатах при 40 °С и с вентиляцией воздуха производится путем извлечения стекол с ядом из ядоприемных кассет. Продолжительность сушки зависит от влажности яда и атмосферного воздуха.

После сушки проводят первичный процесс механического удаления со стекла ядоприемной кассеты видимых включений напрыска нектара, включений прополиса, воска, экскрементов

и отдельных частей погибших пчел, которые в основном остаются на электродной сетке. Этот процесс называется **ретушировка**. При ретушировке стекло кладут на лист белой бумаги, на которой более контрастно выделяются включения. Ретушировку производят глазным скальпелем, методично убирая включения.

Затем проводится **счистка яда**. Счистка яда заключается в соскабливании его с полированной поверхности стекла ядоприемной кассеты при помощи скребка. Скребок представляет собой зажимное устройство для фиксации лезвия безопасной бритвы. Практика показала, что для счистки яда с одного стекла стандартного размера необходимо одно лезвие, причем задействуются обе его стороны.

Процесс очищения яда от микроскопических инородных включений, следующий за счисткой яда, заключается в **просеивании** яда. Яд просеивается через «мельничный газ», имеющий величину ячейки 0,1×0,1 мм, при помощи специального приспособления, выполненного из инертных пластических материалов. Устройство для просеивания состоит из одинаковых резервуаров: верхнего и нижнего, имеющих высоту 150 мм и диаметр 50 мм. В нижнем стакане имеется вырезка, где помещается сито, фиксируемое сверху пазами верхнего резервуара. В нижний резервуар помещается пчелиный яд, в пазы вставляется сито и сверху фиксируется верхним резервуаром. Затем устройство переворачивается и помещается на площадку вибратора, которая совершает вертикальные колебания с частотой 50 Гц и амплитудой 1 мм. Кроме того, площадка поворачивается вокруг вертикальной оси со скоростью 1 оборот в секунду, причем после каждого оборота направление меняется на обратное.

После просеивания яд **тарируется**: развешивается по 25 г в банки оранжевого стекла емкостью 100 мл, после чего подвергается химической сушке.

Химическая сушка – это удаление влаги из пчелиного яда химическим путем. После просеивания и тарирования яда открытые банки с ядом помещают в эксикатор, на дно которого помещается кристаллический хлорид кальция. Емкости с ядом находятся в эксикаторе 3 суток, после чего банки упаковывают для

длительного хранения. Эксикатор представляет собой стеклянную круглую емкость различного диаметра. Нижняя часть эксикатора сужена, сюда помещается кристаллический хлорид кальция, который поглощает влагу. Верхняя часть эксикатора расширена. Между верхней и нижней частями помещается фарфоровая диафрагма с рядом отверстий. На диафрагму устанавливаются емкости с ядом. Сверху эксикатор закрывается притертой крышкой, соприкасающаяся часть которой смазывается вазелиновым маслом, для предупреждения попадания атмосферного воздуха внутрь эксикатора. Хлористый кальций ($CaCl_2$) – соль, в виде бесцветных кристаллов, которые поглощают воду, расплываясь в жидкость. Растворимость (г / 100 г воды): 74 при 20 °С и 159 при 100 °С. $CaCl_2$ образует гидрат $CaCl_2 \times 6H_2O$, устойчивый до 29,8 °С, при более высоких температурах из насыщенного раствора выпадают кристаллогидраты. Кальция хлорид применяют для высушивания газов и жидкостей.

Хранение яда определяется временем, в течение которого яд-сырец поступает на фармацевтический завод. Яд, подвергнутый химической сушке в банках из оранжевого стекла по 25 г в каждой, может потерять в массе до 10% своей первоначальной массы из-за потери влаги, что необходимо учитывать при сдаче производителю лекарственных средств. Банки закрываются винтовыми пробками. Горлышко банки вместе с пробкой закрывается 6 слоями марли, которая нитками фиксируется на горлышке банки. Затем банка переворачивается вниз горлышком и опускается 2–3 раза в емкость с расплавленным воском. Далее наклеивается этикетка с указанием содержимого, его массы, времени и места сбора яда. Упакованный таким образом пчелиный яд может храниться в течение 20 лет без снижения уровня биологической активности.

Правила получения пчелиного яда на пасеках и его тестирования в лабораториях представлены в следующих нормативных документах: «Положение о работе на пасеках при производстве пчелиного яда», «Положение о работе с ядом в полевой лаборатории по тестированию», «Инструкция по технике безопасности работ с пчелиным ядом и хранение его образцов».

Оригинальная технология разработана компанией, занимающейся производством, переработкой и экспортом пчелиного яда (апитоксина), New Technology Laboratory LTD (Грузия). Яд собирают методом электростимуляции пчел на специальные стеклянные пластины, которые сушат, ретушируют и осуществляют всю последующую обработку, в том числе магнитную сепарацию, внутри слоя инертного газа – аргона, и этот же газ предварительно заливается в емкость для сбора яда (патент GEP 2008 4310B). Это максимально предотвращает контакт яда с кислородом воздуха, что позволяет избежать окисления яда и снижения качества продукта.

§ 8.5. Стандартизация пчелиного яда

Долгое время в нашей стране для стандартизации пчелиного яда руководствовались Фармакопейной статьей (ФС 42-26583-89 «Яд пчелиный»), разработанной сотрудниками кафедры физиологии и биохимии человека и животных Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского совместно с сотрудниками Рижского медицинского института.

Согласно требованиям ФС, в образце яда потери в массе при высушивании не должны превышать 12%, нерастворимые в воде примеси – не более 10%, гемолитическая активность – не более 480 с, активность фосфолипазы A_2 – не менее 100 МЕ, активность глюкозамингликанового комплекса – не менее 70 мМЕ. Часто в практике стандартизации используют дополнительные методы оценки биологической активности яда.

Дополнительные методы оценки качества пчелиного яда отличаются от стандартных методов, предусмотренных Фармакопейной статьей (ФС 42-26583-89 «Яд пчелиный»), утратившей в настоящее время свою актуальность. В одних случаях дополнительные методы оценки предназначены для экспресс-анализа качества яда, в других – дают дополнительные сведения о биологической активности образца, кроме того, могут являться не только методами оценки, но и способом фракционирования яда.

Для идентификации и количественного определения пчелиного яда, содержащегося в сырье, используют экспресс-

метод: гепариновую пробу. Суть метода состоит в том, что основное действующее начало апитоксина – пептид мелиттин – может вступать во взаимодействие с гепарином, представляющим собой природный мукополисахарид и состоящий из глюкозамина, глюкуроновой кислоты и связанных с ними остатков серной кислоты. Взаимодействие гепарина с мелиттином осуществляется по стехиометрической схеме, причем оптимальными параметрами взаимодействия являются такие весовые соотношения гепарин: мелиттин, как 1:2. При взаимодействии гепарина с мелиттином in vitro образуется высокомолекулярный комплекс, что значительно изменяет оптическую плотность раствора, причем оптическая плотность тем выше, чем выше концентрация мелиттина, а значит и пчелиного яда в исследуемом субстрате. Практическое использование описанного эффекта возможно при простом сравнении исследуемого образца яда со стандартом. Для этого следует взять 3 мг пчелиного яда, соответствующего стандарту, растворить в 1 мл дистиллированной воды и добавить 1 мл раствора, содержащего 50 МЕ гепарина. Ампулу герметично запаивают. Затем 3 мг исследуемого образца помещаются в ампулу такого же объема, добавляют 1 мл дистиллированной воды и 1 мл раствора гепарина (50 МЕ/мл). Визуальным сравнением стандарта и исследуемого образца оценивается степень помутнения раствора. Если мутность тестового объема исследуемого вещества выше, то следует добавлять дистиллированную воду до тех пор, пока растворы не сравняются по оптической плотности. Биологическая активность яда определяется по формуле

$$B = (V_1/V_2) \cdot 100,$$

где B – биологическая активность образца;

V_1 – объем раствора, содержащего образец;

V_2 – объем стандартного раствора.

Качество пчелиного яда как исходного сырья для фармацевтической промышленности регламентируется как Фармакопейной статьей ФС 42-2683-89, так и техническими условиями ТУ 46 РСФСР 67-72 «Яд пчелиный сырец».

Сухой пчелиный яд представляет из себя порошок из чешуек и крупинок от серовато-желтого до бурого цвета, вызывающий

раздражение слизистых оболочек, чихание. При высушивании потери яда в массе не должны быть более 12%, нерастворимый в воде остаток – не более 13%, гемолитическая активность – в пределах 60 с и фосфолипазная активность – до 8 мг.

Стандартизация пчелиного яда в Грузии регламентирует следующие показатели. Потеря массы при сушке должна быть не более 12%, нерастворимый в воде остаток – не более 10%, подлинность – гемолиз (гемолитическая активность) – максимально 480 с, активность фосфолипазы A_2 – не менее 100 МЕ/мг, активность гиалуронидазы – не менее 70 МЕ /мг, апамин ≥ 2%, мелиттин ≥ 50%, фосфолипаза A_2 ≥12%. Пчелиный яд (апитоксин) по внешнему виду – порошкообразная масса желтовато-беловатого или сероватого цвета.

Качество получаемого яда определяется следующими факторами:

– породой пчел,
– силой пчелиной семьи,
– сроками отбора яда,
– суточным приносом нектара пчелиной семьей,
– количеством и расположением ядосборных рамок или кассет,
– периодичностью электростимуляции.

Наибольшее количество яда с максимальной гемолитической активностью можно получить от пчел среднерусской породы. Максимальная ядопродуктивность пчел и биологическая активность яда обеспечиваются при содержании сильных семей в условиях продолжительного пчеловодного сезона, при наличии постоянного поддерживающего медосбора, при внутригнездовой постановке двух ядосборных рамок или кассет между крайними медовыми сотами. Установка ядосборных кассет у летка, над или под гнездом, а также «тотальная электростимуляция» менее эффективны.

§ 8.6. Применение пчелиного яда

Пчелиный яд и препараты на его основе являются наиболее эффективными средствами в современной апитерапии. Апитерапия – это направление в медицине, в основе которого лежит

применение в лечении заболеваний продуктов пчеловодства. Применение пчелиного яда (апитоксина) связано, с одной стороны, с общим стремлением медицины заменить синтетические средства с их отрицательными побочными эффектами на естественные, а с другой – с наличием в пчелином яде целого комплекса уникальных физиологически активных веществ: модификатора клеточных мембран мелиттина (полипептид, до 55% от состава яда), ферментов – фосфолипазы A_2 (до 12%), гиалуронидазы (до 3%), нейромодификатора – пептида апамина (до 2%), пептида, дегранулирующего тучные клетки – МСД-пептида (до 1%) и множества других минорных компонентов.

В «Стандартах медицинской помощи» населению препараты на основе пчелиного яда не включены, что затрудняет испытание их на клиническом и законодательном уровнях. Из препаратов на основе пчелиного яда в России производятся и используются немногие.

При лечении заболеваний используется как пчелоужаление, так и пчелиный яд, получаемый на пасеке в виде яда-сырца, который входит в состав препаратов. Фармацевтическая промышленность и специализированные фирмы выпускают лечебные препараты пчелиного яда для инъекций, втираний, ингаляций, введения в организм методом электрофореза. К таким препаратам относятся Вирапин, Апизартрон, Унгапивен, Апифор и др. Несмотря на то что пчелиный яд высоко ценится в медицинской практике, в официальных стандартах оказания медицинской помощи препараты пчелиного яда не указаны.

Пчелиный яд состоит из различных компонентов, взаимодействующих друг с другом, что обуславливает разностороннее воздействие на многие биологические процессы организма. Наиболее изученным в настоящее время является эффект, проявляющийся при воздействии яда на нервную, сердечно-сосудистую системы и на систему крови.

Первые исследования пчелиного яда в России были выполнены в Горьковском (ныне – Нижегородском) госуниверситете профессором Н. М. Артемовым (Пчелиный яд, его физиологические свойства и терапевтическое применение, 1941). Он выявил

активизирующее влияние пчелиного яда на неспецифическую защиту организма путем воздействия на гипофизарно-надпочечную систему.

Препараты пчелиного яда снимают острые боли и воспалительные процессы при ревматоидном артрите, радикулите, используются при лечении воспалений тройничного и седалищного нервов, различных неврозов, оказывают тонизирующее действие на сердечную мышцу, понижают свертываемость крови, повышают содержание гемоглобина в крови.

В лечебных целях применяют препараты с различными ингредиентами пчелиного яда. Для промышленного получения чистых фракций компонентов пчелиного яда используют метод высокоэффективной жидкостной хроматографии высокого давления.

Вопросы и тесты для самоконтроля к главе 8

Ответьте на вопросы

1. Что является биологической основой получения пчелиного яда?
2. В какой период онтогенеза пчелы секретируют максимальное количество яда?
3. Для чего пчелы используют яд и как его получают?
4. От каких факторов зависит количество яда, секретируемого одной пчелой?
5. От каких факторов зависит количество яда, получаемого от одной семьи?
6. Какие технологии получения яда известны?
7. Опишите технологию электростимуляции пчелиной семьи.
8. От каких факторов зависит качество пчелиного яда?
9. Какие компоненты пчелиного яда определяют его биологическую активность?
10. Какие вещества входят в состав пчелиного яда?
11. По каким показателям определяют качество пчелиного яда?
12. Какими методами можно определить подлинность пчелиного яда?

13. Какие правила техники безопасности следует соблюдать при получении пчелиного яда?

14. Какое оборудование используют при получении пчелиного яда?

15. Какие используют способы размещения ядоприемных рамок и кассет?

16. В чем заключается процедура ретуширования пчелиного яда?

17. От чего зависит выбор режимов электростимуляции пчел?

18. В какой период жизни пчелиной семьи следует проводить отбор пчелиного яда?

19. Какова ядопродуктивность пчелиных семей, от каких факторов она зависит?

20. При каких условиях можно получить чистый пчелиный яд?

21. Какую тару используют для упаковки пчелиного яда?

22. Каковы условия и сроки хранения пчелиного яда?

23. Какие ингредиенты пчелиного яда можно получить искусственным путем?

24. Какие документы регламентируют работу с пчелиным ядом?

25. В каких научных организациях изучают свойства пчелиного яда и технологии его получения?

26. Для чего человек получает пчелиный яд?

27. Какие известны механизмы воздействия пчелиного яда на организм человека?

28. Какую помощь следует оказывать при ужалениях?

Выберите правильный ответ

1. Пчелы накапливают яд в период:
   а) имагинальный;
   б) личиночный;
   в) имаго в возрасте 2–3 дней;
   г) имаго в возрасте 10–18 дней.
2. Секретируют больше яда пчелы породы:
   а) кавказская;
   б) карпатская;
   в) среднерусская.

3. Количество яда, накапливающегося в железах пчел:

а) 0,5–1 мг;

б) 0,3–0,5 мг;

в) 0,2–0,3 мг;

г) 1–5 мг.

4. За сезон у пчелиной семьи можно получить пчелиный яд:

а) сколько угодно раз;

б) 10–20 раз;

в) 50–10 раз;

г) 1–5 раз.

5. Среднее количество яда, которое можно получить от пчелиной семьи за сезон:

а) 0,3–0,6 г;

б) 1–10 г;

в) 20–30 г;

г) 300–600 г.

6. Химические компоненты яда, определяющие его биологическую активность:

а) аминокислоты;

б) пептиды;

в) углеводы;

г) флавоноиды.

Ответы: 1 – г, 2 – в, 3 – в, 4 – г, 5 – б, 6 – б.

Глава 9. ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА

Органический (органик) – термин, используемый для маркировки продуктов, изготовленных с соблюдением правил органического производства и должным образом сертифицированных органом или организацией сертификации. **Органический пищевой продукт пчеловодства** – продукт пчеловодства, предназначенный в пищу, произведенный органическим способом, если требования по органическому производству соблюдались в течение не менее одного года.

Продукты пчеловодства, которые используются в пищевой промышленности, являются по своим характеристикам, как правило, органическими продуктами, поскольку пчеловодные хозяйства являются в подавляющем большинстве примером органического производства. Органическое производство основано на использовании природных, биологических и возобновляемых ресурсов. В органическом производстве запрещается применять генно-инженерно-модифицированные организмы и продукцию, изготовленную из генно-инженерно-модифицированных организмов или с помощью генно-инженерно-модифицированных организмов, в качестве кормов, пищевых добавок, технологических вспомогательных средств. Запрещается применять ионизирующее излучение для обработки органических пищевых продуктов. Не допускается использовать в системе органического производства и переработки наноматериалы и наночастицы, включая упаковку и поверхности, контактирующие с продуктом. Ни одно вещество, разрешенное к употреблению в органическом производстве, не должно быть изготовлено из наноматериалов. Оборудование, которое использовалось при ведении производства, не относящегося к органическому, должно быть тщательно очищено от потенциально загрязняющих материалов до его использования в органическом производстве.

Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» создает правовую основу для производства и реализации органической продукции в России. После 01.01.2020

без наличия сертификации, выданной аккредитованной компанией, называться органическим производителем нельзя.

С 1 января 2018 г. введен в действие Межгосударственный стандарт ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации (CAC/GL 32-1999, NEQ)», в котором регламентированы правила ведения органического пчеловодства.

Необходимо осуществлять документирование производства органической продукции пчеловодства, которое включает информацию о происхождении, разведении и перевозке пчелиных семей, мероприятиях по профилактике заболеваний и их лечении, применяемых лекарственных средствах, используемых кормах, результатах зимовки. В отношении оборота органической продукции: отчет о происхождении, типах и составе приобретенной и реализованной продукции.

Требования к происхождению пчел. При выборе породы пчел необходимо учитывать ее способность адаптироваться к климатическим условиям конкретной местности и устойчивость к заболеваниям.

Требования к условиям использования в органическом пчеловодстве пчел, не удовлетворяющих требованиям к органическому производству. При разведении пчелиных семей на органических пасеках допускается ежегодная подсадка 10% пчелиных маток и отводков (роев), не отвечающих требованиям настоящего стандарта, если их подсадку осуществляют на соты, произведенные органическим способом.

Требования к размещению и содержанию пчел. Пасека должна быть размещена таким образом, чтобы в радиусе 3 км от нее источники нектара и пыльцы состояли из органически выращиваемых сельскохозяйственных культур и (или) дикой растительности, а в радиусе 6 км отсутствовали предприятия, загрязняющие указанную территорию радиоактивными, химическими, биологическими или другими веществами, представляющими опасность для здоровья населения.

Ульи должны быть изготовлены из натуральных материалов, не представляющих опасности загрязнения продуктов пче-

ловодства запрещенными в органическом пчеловодстве веществами.

Пчелиный воск, используемый для изготовления вощины, и произведенная из него вощина должны удовлетворять требованиям настоящего стандарта.

Не допускается уничтожение пчел в сотах. Уничтожение трутневого расплода разрешается только в целях сдерживания распространения варрооза.

Во время получения меда не допускается применение искусственно синтезированных репеллентов.

Не допускается получение меда из гнездовых сот с расплодом.

Окуривание пчелиных семей должно применяться как можно реже. Материалы, используемые для окуривания, должны быть природного происхождения и отвечать требованиям настоящего стандарта.

Подрезка крыльев пчелиных маток запрещена.

Требования к кормам. Для медоносных пчел кормление искусственными кормами запрещено. Устранять дефицит кормов в семьях, связанный с климатическими или другими исключительными обстоятельствами, необходимо медом и пергой, произведенными органическим способом.

Для успешной зимовки в период формирования пчелиных гнезд необходимо оставлять достаточные запасы меда и перги.

Требования к профилактике заболеваний и лечению в органическом пчеловодстве. Снижение риска заболеваемости пчелиных семей в условиях органического пчеловодства возможно вследствие правильного выбора места расположения пасеки и породы пчел (рекомендуются районированные породы).

Существенное значение для профилактики наиболее распространенных заболеваний пчел имеют также: селекционный отбор пчелиных семей, замена пчелиной матки (в случае необходимости), регулярное обновление пчелиного воска, контроль достаточного количества в семьях перги и меда, контроль состояния трутневого расплода, регулярная чистка и дезинфекция инвентаря, изоляция или уничтожение заболевших пчелиных семей (в случае необходимости).

С целью защиты рамок, ульев и сот от вредителей разрешается (только для применения в ловушках) использовать ротентицид, натуральные растительные препараты (за исключением препаратов на основе табака), природные кислоты (например, уксусную), сернистую известь (полисульфид) в качестве фунгицида, инсектицида и акарицида, серу в качестве фунгицида, акарицида, репеллента.

Для дезинфекции ульев допускается применение пара или открытого огня.

В случае если применение профилактических мер не дало соответствующих результатов, для лечения пчелиных семей в органическом пчеловодстве допускается применение муравьиной, молочной, уксусной, щавелевой кислот, а также ментола, эвкалипта или камфоры.

Пчелиные семьи, для лечения которых были применены химически синтезированные лекарственные средства, на период лечения следует изолировать. В дальнейшем эти семьи должны пройти переходный период сроком один год с полной заменой воска на органический.

Переходный период в пчеловодстве. Переходный период к органическому способу ведения хозяйства начинается с момента подачи заявки в орган, осуществляющий процедуру подтверждения соответствия ГОСТ 33980-2016. Продолжительность переходного периода, в течение которого применяют правила ведения органического пчеловодства, а также в соответствующих случаях исключения из правил производства, составляет не менее одного года. Продукцию, произведенную в переходный период, запрещается маркировать и реализовывать как органическую.

Во время переходного периода соты в семьях и воск, используемый на всех стадиях производства продуктов пчеловодства, должны быть заменены на соты и воск, произведенные органическим способом.

В случае когда все соты и воск невозможно заменить в течение одного года, переходный период должен быть продлен до окончания срока, необходимого для их полной замены.

Для создания новых пасек или во время переходного периода допускается применение пчелиного воска, не удовлетворяющего требованиям к органическому производству, если:

– документально подтверждено, что воск не загрязнен веществами, запрещенными в органическом производстве;

– воск получен из восковых крышечек (забруса).

Допускается использование семян и посадочного растительного материала из производственного подразделения, которое находится на этапе перехода к органическому производству. При отсутствии таких семян и посадочного растительного материала и отсутствии возможности получения аналогичных органически выращенных семян и материала допускается использование семян и посадочного растительного материала, не удовлетворяющих требованиям к органическому производству.

Исключения из правил органического производства, связанные с форс-мажорными обстоятельствами. При необходимости принятия временных мер для предоставления возможности продолжения органического производства или его возобновления в случаях, связанных с форс-мажорными обстоятельствами, допускаются следующие исключения: возобновление или восстановление пасек при помощи пчел, не удовлетворяющих требованиям к органическому производству; в случае высокой смертности пчел, вызванной состоянием здоровья или форс-мажорными обстоятельствами; невозможностью приобретения органически выращенных пчел.

Упаковка органической продукции должна оказывать минимальное негативное воздействие на продукцию и окружающую среду. Необходимо стремиться к минимизации упаковки. Не допускается использование упаковочного материала, который может привести к загрязнению продукции органического производства. Для упаковки органической продукции не допускается использование поливинилхлорида (ПВХ). Во время транспортирования необходимо разделять продукцию органического производства, продукцию, полученную в переходный период, и продукцию, не удовлетворяющую требованиям к органическому производству.

Каждая партия продукции органического производства должна сопровождаться документацией, обеспечивающей ее прослеживаемость и подтверждающей качество, безопасность и органическое происхождение

При **хранении** продукции органического производства должна обеспечиваться идентификация такой продукции, ее партий и предотвращение любого смешивания или обмена с продукцией и (или) веществами, не удовлетворяющими требованиям к органическому производству, или загрязнения такими продуктами и (или) веществами.

В производственных подразделениях органического пчеловодства запрещается хранение материалов с неясным происхождением и не разрешенных стандартом для производства органической продукции.

При ввозе на таможенную территорию Евразийского экономического союза и (или) перемещении между государствами-членами натурального меда и продуктов органического пчеловодства ветеринарно-санитарные требования обозначены в Решении Комиссии Таможенного союза от 18 июня 2010 г. № 317 «О применении ветеринарно-санитарных мер в Евразийском экономическом союзе».

К ввозу на таможенную территорию Евразийского экономического союза и (или) перемещению между государствами-членами допускаются натуральный мед и продукты пчеловодства, полученные из хозяйств (пасек) и административной территории в соответствии с регионализацией, свободных от американского гнильца, европейского гнильца, нозематоза – в течение последних 3 месяцев на территории хозяйства. Мед и продукты пчеловодства должны быть признаны пригодными в пищу.

К ввозу на таможенную территорию Евразийского экономического союза и (или) перемещению между государствами-членами не допускаются мед и продукты пчеловодства:

– имеющие измененные органолептические, физико-химические показатели или нарушения целостности упаковки;

– содержащие натуральные или синтетические эстрогенные гормональные вещества, тиреостатические препараты.

Не допускается наличие в натуральном меде и продуктах пчеловодства остатков таких лекарственных препаратов, как хлорамфеникол, хлорфармазин, колхицин, дапсон, диметридазол, нитрофураны, ронидазол, а также кумафос – не более 100 мкг/кг и амитраз – не более 200 мкг/кг.

Не допускается в меде и продуктах пчеловодства содержание остатков других лекарственных препаратов, которые применялись для лечения и обработки пчел. Производитель должен указывать все пестициды, которые были использованы в ходе сбора меда и производства продуктов пчеловодства.

Химико-токсикологические (тяжелые металлы, пестициды), радиологические и другие показатели меда и продуктов пчеловодства должны соответствовать действующим на территории Евразийского экономического союза ветеринарным и санитарным правилам и нормам.

Вопросы для самоконтроля к главе 9

1. Назовите отличительные признаки органических продуктов пчеловодства.
2. Какие требования предъявляются к происхождению пчел в органическом пчеловодстве?
3. Какие требования предъявляются к размещению и содержанию пчел в органическом пчеловодстве?
4. Какие требования предъявляются к кормам пчел в органическом пчеловодстве?
5. Какие требования предъявляются к профилактике заболеваний и лечению пчел в органическом пчеловодстве?
6. Какие требования предъявляются к упаковке и хранению органических продуктов пчеловодства?
7. Опишите особенности переходного периода к органическому производству в пчеловодной отрасли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продукты пчеловодства – мед, воск, прополис, пыльцевая обножка, перга, маточное молочко, гомогенат пчелиного расплода, пчелиный яд – являются уникальной животноводческой продукцией, которая формируется как за счет растительнных (медоносные и пыльценосные растения), так и за счет животных организмов (медоносные пчелы). Качество и безопасность пчелопродуктов приобретают особое значение, поскольку они используются человеком в нативном виде – без какой-либо дополнительной обработки. Стандартизация этих продуктов постоянно совершенствуется по мере изучения изумительного разнообразия их свойств и характеристик. Технологии получения продуктов пчеловодства, с одной стороны, имеют древнейшую историю и традиционны, с другой – постоянно изменяются в соответствии с научно-техническим прогрессом, обеспечивая повышение эффективности пчеловодной отрасли и качества получаемых продуктов. Пчеловодство как никакая другая отрасль аграрного производства нацелено на получение органической продукции, востребованной на современном рынке. Изучение вопросов, изложенных в учебнике, позволяет получить необходимые знания для производства продуктов пчеловодства, отвечающих современным требованиям.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Болезнь пчел – нарушение нормальной жизнедеятельности пчелиной семьи под влиянием неблагоприятных внешних и внутренних факторов, вызывающее гибель отдельных особей, расплода, ослабление и снижение продуктивности или гибель пчелиной семьи.

Выкучивание пчел – выход из улья большого числа пчел, повисающих снаружи гроздьями.

Гнездо пчелиной семьи – соты в улье, занятые пчелами, расплодом и кормом.

Линия пчел – группа пчелиных семей с пчелиными матками, происходящими от пчелиной матки с ценными качествами, воспроизводящимися в ряде поколений

Медосбор – сбор и принос в улей нектара пчелами.

Нападение пчел – проникновение пчел в улей чужой семьи с целью хищения меда.

Облет пчел – вылет пчел из улья для ориентирования и освобождения от экскрементов.

Отводок – пчелиная семья, сформированная отделением части пчел и сотов с пчелиным расплодом и кормом от одной или нескольких пчелиных семей и подсадкой к ним пчелиной матки.

Открытый расплод – яйца и личинки пчел и трутней в открытых ячейках сота.

Пасека – производственное подразделение хозяйства, включающее земельный участок, ульи с пчелиными семьями, пасечные постройки, инвентарь, оборудование.

Печатный расплод – личинки старших возрастов и куколки пчел и трутней в ячейках сота, запечатанных восковыми крышечками.

Порода пчел – целостная устойчивая группа пчелиных семей общего происхождения, имеющая сходные экстерьерные и хозяйственно полезные признаки, передающиеся по наследству.

Продукт пчеловодства – продукт, произведенный на пасеке в результате жизнедеятельности пчелиной семьи.

Пчелиная семья – сообщество, состоящее из пчел, плодной пчелиной матки и трутней.

Пчеловодство – отрасль сельского хозяйства, занимающаяся разведением, содержанием и использованием пчел для производства продуктов пчеловодства и опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур.

Расплод – совокупность яиц, личинок и куколок в ячейках сота.

Роение пчел – естественное размножение пчелиной семьи.

Сила пчелиной семьи – показатель числа пчел в пчелиной семье, выраженный массой пчел в килограммах или числом улочек пчел.

Слет пчел – вылет пчелиной семьи из своего гнезда вследствие неблагоприятных для нее условий обитания.

Улей – разборное искусственное жилище пчел, в котором размещается гнездо пчелиной семьи.

Улочка пчел – число пчел, полностью занимающих пространство между рядом размещенными сотами.

Ульевая вставная доска – перегородка для отделения гнезда пчелиной семьи от свободного пространства улья или его разделения на части.

Ульевая магазинная надставка (магазин) – полукорпус улья для складывания пчелами нектара.

Ульевая рамка – рамка для размещения вощины и отстройки сота пчелами.

ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РФ, РАБОТАЮЩИХ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ, КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА

ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», г. Рыбное.

ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань.

ФГБУ «Государственный природный биосферный заповедник “Шульган-Таш”, Республика Башкортостан.

ФБГУН «Уфимский институт химии УФИЦ РАН», г. Уфа, Республика Башкортостан.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа, Республика Башкортостан.

ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», г. Уфа.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы», г. Уфа.

Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, г. Уфа.

ППХ «Майкопское» – филиал ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», г. Майкоп, Республика Адыгея.

ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Алтайский край.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», г. Орел.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», Московская область, Россия.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», г. Краснодар.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», п. г. т. Усть-Кинельский.

ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова», г. Пермь.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень.

ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», г. Чебоксары.

Институт биологии и биомедицины Нижегородского государственного университета имени Н. И. Лобачевского.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского».

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный заочный университет», г. Балашиха.

Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, г. Москва.

ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *ГОСТ* 14192-96. Маркировка грузов: национальный стандарт: дата введения 01.01.1998. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/9117 (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

2. *ГОСТ* 15846-2002. Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение: национальный стандарт: дата введения 01.01.2004. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/6019 (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

3. *ГОСТ* 19792-2001. Мед натуральный. Технические условия: национальный стандарт: дата введения 30.06.2002; дата завершения срока действия 01.01.2017. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 15 с.

4. *ГОСТ* 19792-2017. Мед натуральный. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2019. – Москва: Стандартинформ, 2014–11 с.

5. *ГОСТ* 21179-2000. Воск пчелиный. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2002. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 15 с.

6. *ГОСТ* 21180-2012. Вощина. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 6 с.

7. *ГОСТ* 25629-83. Пчеловодство. Термины и определения: национальный стандарт: дата введения 01.01.1984; дата завершения срока действия 31.05.2015. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 8 с.

8. *ГОСТ* 25629-2014. Пчеловодство. Термины и определения: межгосударственный стандарт: дата введения 01.06.2015. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 11 с.

9. *ГОСТ* 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца: межгосударственный стандарт: дата введения 01.12.1986. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/12234/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

10. *ГОСТ* 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия: межгосударственный стандарт: дата вве-

дения 01.12.1982. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/12363/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

11. *ГОСТ* 28886-90. Прополис. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 30.06.1991. – Москва: ИПК Изд-во Стандартов, 2004. – 9 с.

12. *ГОСТ* 28886-2019. Прополис. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.06.2020. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 19 с.

13. *ГОСТ* 28887-2019. Пыльца цветочная (обножка). Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.06.2020. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/71564/ (дата обращения: 20.09.2020). – Текст: электронный.

14. *ГОСТ* 28888-2017. Молочко маточное пчелиное. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2019. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/65827/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

15. *ГОСТ* 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.1998. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/9123/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

16. *ГОСТ* 31766-2012. Меды монофлорные. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2013. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/53104/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

17. *ГОСТ* 31767-2012. Молочко маточное пчелиное адсорбированное. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2013. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/53069/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

18. *ГОСТ* 31769-2012. Мед. Метод определения частоты встречаемости пыльцевых зерен: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2013. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/52997/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

19. *ГОСТ* 31770-2012. Мед. Метод определения электропроводности: межгосударственный стандарт: дата введения

01.07.2013. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/52958/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

20. *ГОСТ* 31774-2012. Мед. Рефрактометрический метод определения воды: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2013. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/53064/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

21. *ГОСТ* 31775-2012. Сырье восковое. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2013. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/52988/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

22. *ГОСТ* 31776-2012. Перга. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2013. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/52656/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

23. *ГОСТ* 32161-2013. Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия Cs-137: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/56473/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

24. *ГОСТ* 32163-2013. Продукты пищевые. Метод определения содержания стронция Sr-90: межгосударственный стандарт: дата введения 01.07.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/53670/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

25. *ГОСТ* 32167-2013. Мед. Метод определения сахаров: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/53806/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

26. *ГОСТ* 32168-2013. Мед. Метод определения падевого меда: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/53811/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

27. *ГОСТ* 32169-2013. Мед. Метод определения водородного показателя и свободной кислотности: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/56500/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

28. *ГОСТ* 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализа-

ции: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2018. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/63883/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

29. *ГОСТ* 31923-2012. Воск пчелиный экстракционный. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/55048/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

30. *ГОСТ* 34033-2016. Упаковка из картона и комбинированных материалов для пищевой продукции. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.11.2017. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/64565/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

31. *ГОСТ* 34232-2017. Мед. Методы определения активности сахаразы, диастазного числа, нерастворимых веществ: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2019. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/65815/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

32. *ГОСТ* 5717.1-2014. Тара стеклянная для консервированной пищевой продукции. Общие технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.11.2017. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/57446/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

33. *ГОСТ* 5717.2-2003. Банки стеклянные для консервов. Основные параметры и размеры: межгосударственный стандарт: дата введения 30.06.2004. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/4286/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

34. *ГОСТ* 8.579-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте: межгосударственный стандарт: дата введения 31.07.2004. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/5741/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

35. *ГОСТ Р* 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка: государственный стандарт Российской Федерации: дата введения 30.06.2002. –

URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/1235/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

36. *ГОСТ Р* 53183-2008. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2011. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/48520/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

37. *ГОСТ* Р 55324-2012. Расплод медоносных пчел *Apis mellifera* L. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/54401/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

38. *ГОСТ* Р 56668-2015. Гомогенат трутневого расплода. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 01.01.2017. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/62309/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

39. *ГОСТ* Р 58254-2018. Мед натуральный. Определение водорастворимых витаминов методом капиллярного электрофореза: межгосударственный стандарт: дата введения 01.10.2019. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/69956/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

40. *СанПиН* 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: утверждены главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 06.11.2001. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901806306/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

41. *СанПиН* 2.3.2.1290-03. Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД): утверждены главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 17 апреля 2003 года. – URL: https://base.garant.ru/4179220/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

42. *ТР* ТС 005/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки»: утвержден Комиссией Таможенного союза от 16.08.2011 г. № 791. – URL: http://www.

consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119326/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

43. *ТР* ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – URL: https://rostest.net/wp-content/uploads/2014/10/TR-TS-021–2011-O-bezopasnosti-pischevoy-produktzii.pdf (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

44. *ТР* ТС 022/2011. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124614/6ab20e093bf33afdae0c68aa39dfe35a7958b065/ (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

45. *ТУ* 10 РСФСР 395-91. Продукция пчеловодства. Сырье восковое. Технические условия

46. *ТУ* 10 РФ 505-92. Перга сушеная. – URL: http://www.standards.ru/access.aspx (дата обращения: 20.05.2020). – Текст: электронный.

47. *Артемов Н. М.* Пчелиный яд, его физиологические свойства и терапевтическое применение / Н. М. Артемов. – Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1941. – 189 с.

48. *Бондарчук Л. И.* Лизоцим медоносной пчелы и продуктов пчеловодства / Л. И. Бондарчук, И. М. Нагорная, И. А. Левченко. – Киев, 2005. – 53 с.

49. *Брандорф А. З.* Влияние экологических факторов на критерии качества маточного молочка *Apis mellifers* L. / А. З. Брандорф, М. М. Ивойлова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – Т. 62, № 1. – С.19–26.

50. *Будникова Н. В.* Совершенствование технологии производства и хранения трутневого расплода медоносных пчел: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Н. В. Будникова. – Рыбное, 2011.

51. *Бурмистров А. Н.* Медоносные растения и их пыльца / А. Н. Бурмистров, В. А. Никитина. – Москва: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.

52. *Бурмистрова Л. А.* Гормоны трутневого расплода медоносных пчел / Л. А. Бурмистрова, Н. В. Будникова, Д. В. Митрофанов // Апитерапия сегодня. – Рыбное, 2014. – С.107–112.

53. *Вахонина Е. А.* Совершенствование технологии производства и переработки прополиса: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Е.А. Вахонина // Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства. – Дивово, 2005.

54. *Вахонина Е. А.* Технология получения экстракта прополиса концентрированного / Е. А. Вахонина // Успехи апитерапии: материалы XVI Всероссийской научной конференции (5–6 октября 2012 г.), г. Рыбное. – Рыбное: НИИП, РГМУ, 2013. – С. 217–221.

55. *Вахонина Т. В.* Пчелиная аптека / Т. В. Вахонина. – Москва: Колос, 1992. – 240 с.

56. *Влияние* отбора пыльцевой обножки на продуктивность семей пчел / М. Г. Гиниятуллин, А. М. Гареева, Р. И. Абуталипов [и др.] // Актуальные направления инновационного развития животноводства и ветеринарной медицины: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР и Башкирской АССР, доктора биологических наук, профессора Петра Трофимовича Тихонова (1914–1992 гг.) / Башкирский государственный аграрный университет. – 2014. – С. 138–140.

57. *Войтенко О. С.* Создание функционального продукта – пирожного «Колбаска» / О. С. Войтенко, Л. Г. Войтенко, С. С. Рудов // Национальная Ассоциация Ученых. – 2017. – № 6 (33). – С. 8–10.

58. *Гиниятуллин М. Г.* Практикум по переработке продуктов пчеловодства / М. Г. Гиниятуллин. – Уфа: Изд-во БГАУ, 2008. – 95 с.

59. *Горлов И. Ф.* Инновационные способы повышения эффективности производства и переработки продукции пчеловодства: монография / И. Ф. Горлов, А. А. Мосолов. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2013. – 143 с.

60. *Гранцон М. Э.* Что мы знаем о меде / М. Э. Гранцон. – Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1991. – 112 с.

61. *Кайяс А.* Пыльца – сбор – свойство – применение / А. Кайяс. – Румыния: Изд-во Апимондия, 1975. – 90 с.

62. *Кирьянов Ю. Н.* Пчеловодный инвентарь и пасечное оборудование / Ю. Н. Кирьянов. – Москва: Мир, 2004. – 187 с.

63. *Кривцов Н. И.* Получение и использование продуктов пчеловодства / Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев. – Москва, 1993. – 201 с.

64. *Крылов В. Н.* Липиды и жирные кислоты маточного молочка / В. Н. Крылов, С. С. Сокольский // Пчеловодство. – 2017. – № 1. – С. 46–48.

65. *Крылов В. Н.* Пчелиный яд: свойства, получение, применение / В. Н. Крылов. – Нижний Новгород, 1995.

66. *Лебедев В. И.* Теоретические и практические аспекты технологии производства продуктов пчеловодства / В. И. Лебедев. – Москва, 1993. – 211 с.

67. *«Маточное* вещество» медоносных пчел: свойства, синтез, применение в пчеловодстве и шмелеводстве [Феромон (маточное вещество) – 9-оксо-2Е-деценовая кислота] / Н. М. Ишмуратова, Г. Ю. Ишмуратов, М. П. Яковлева [и др.]. – Москва: Наука, 2015. – 178 с.

68. *Мусаев Ф. А.* Медоносные растения и биологическое значение меда: учебное пособие для подготовки бакалавров по направлению 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2015. – 198 с.

69. *Наумкин В. П.* Биохимический состав монофлерных медов / В. П. Наумкин // Пчеловодство. – 1998. – № 6. – С. 51.

70. *Некрашевич В. Ф.* Механизация пчеловодства / В. Ф. Некрашевич, Ю. Н. Кирьянов. – Рязань, 2011. – 291 с.

71. *Некрашевич В. Ф.* Механизированное извлечение перги / В. Ф. Некрашевич, А. В. Ларин, Т. В. Торженова // Пчеловодство. – 2008. – № 8. – С. 50–52.

72. *Некрашевич В. Ф.* Сушка перговых сотов / В. Ф. Некрашевич, В. И. Бронников, С. В. Винокуров // Пчеловодство. – 2003. – № 8. – С. 50–52.

73. *Орлов Б. Н.* Маточное молочко пчел как универсальный биорегулятор (общебиологические, эволюционные и эколого-химические аспекты; технология получения, биологические свойства; физиологическое обоснование практического использования; применение в медицине, косметологии и других отрас-

лях) / Б. Н. Орлов, М. Н. Иващенко; под редакцией Б. Н. Орлова. – Нижний Новгород: ДЕКОМ, 2010. – 181 с.

74. *Особенности Apis mellifera* L., *Galleria mellonella* L. Производство и комплексное использование биологически активных продуктов / М. К. Чугреев, М. М. Борисова, Л. С. Дроздова [и др.]. – Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. – 199 с.

75. *Оценка* качества продуктов пчеловодства / А. М. Ишемгулов, М. Г. Гиниятулин, А. Г. Ишильдин [и др.] // Рекомендации. – Уфа: Мир печати, 2004. – 55 с.

76. *Повышение* эффективности пчеловодства с использованием инновационных технологий (на примере получения перги) / А. Г. Чепик, В. Ф. Некрашевич, Т. В. Торженова [и др.]; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань, 2014. – 237 с.

77. *Поправко С. А.* Растительные источники прополиса / С. А. Поправко, М. В. Соколов // Пчеловодство. – 1980. – № 2. – С. 28–29.

78. *Поправко С. А.* Флавоноидные компоненты прополиса / С. А. Поправко // Химия природных соединений. – 1969. – № 6. – С. 467–482.

79. *Продукты* пчеловодства как биологически активные средства и альтернативные продукты питания / Л. Т. Ахметова, С. Ю. Гармонов, Ж. Ж. Сибгатуллин [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 15. – С. 154–160.

80. *Прохода И. А.* Жизненный цикл инноваций биларпродуктов: обоснование идеи – технология производства – практическое использование / И.А. Прохода. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. – 108 с.

81. *Садовников А. А.* Технология получения прополиса / А. А. Садовников. – Москва: Россельхозиздат, 1983. – 32 с.

82. *Сокольский С. С.* Научно обоснованная технология производства продуктов пчеловодства / С. С. Сокольский, Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев. – Краснодар, 2000. – 178 с.

83. *Сухов М. А.* Разработка технологии производства джерок с пергой пчелиной и анализ требований, предъявляемых к их изготовлению / М. А. Сухов, Т. Ю. Левина, Т. М. Гиро // Сборник: материалы международной научно-практической конференции,

посвященной памяти Василия Матвеевича Горбатова. – 2018. – № 1. – С. 241–244.

84. *Таранов Г. Ф.* Промышленная технология получения и переработки продуктов пчеловодства: учебник / Г. Ф. Таранов. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 319 с.

85. *Темнов В. А.* Технология продуктов пчеловодства / В. А. Темнов. – Москва: Колос, 1967. – 193 с.

86. *Технология* производства и переработки продукции пчеловодства / Г. М. Туников, Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев [и др.]. – Москва: Колос, 2001. – С. 140–141.

87. *Технология* производства продукции пчеловодства по законам природного стандарта: монография / А. Г. Маннапов, Л. И. Хоружий, Н. А. Симоганов [и др.]. – Москва: Проспект, 2016. – 184 с.

88. *Технология*, средства механизации и экономика производства перги: монография / В. Ф. Некрашевич, Р. А. Мамонов, Т. В. Торженова [и др.]. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2013. – 103 с. – URL: https://znanium.com/catalog/product/518291 (дата обращения: 25.06.2020). – Текст: электронный.

89. *Хисматуллина Н.З.* Апитерапия / Н.З. Хисматуллина. – Пермь: Мобиле, 2005. – 296 с.

90. *Хомутов А. Е.* Пчелы, пчелиный яд, апитоксинотерапия / А. Е. Хомутов, К. А. Пурсанов, Л. М. Калашникова. – Нижний Новгород, 2006.

91. *Чепурной И. П.* Экспертиза качества меда: учебно-методическое пособие / И. П. Чепурной. – Москва, 2002. – 112 с.

92. *Чепурной И. П.* Экспертиза качества меда: учебно-методическое пособие / И. П. Чепурной. – Москва, 2002. – 112 с.

93. *Чудаков В. Г.* Технология воска / В. Г. Чудаков. – Москва: Колос, 1971. – 266 с.

94. *Чудаков В. Г.* Технология продуктов пчеловодства / В. Г. Чудаков. – М.: Колос,1979. – 200 с.

95. *Шапиро Д. К.* Пыльца растений – концентрат бологически активных веществ / Д. К. Шапиро, В. А. Бандюкова, М. Ф. Шеметков. – Минск: Наука и техника, 1985. – 72 с.

96. *Экспертиза* продуктов пчеловодства. Качество и безопасность: учебник / Е. Б. Ивашевская, О. А. Рязанова, В. И. Лебедев [и др.]. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 384 с.

97. *Bogdanov S.* Bee Product / S. Bogdanov. – URL: https://www.researchgate.net/profile/Stefan_Bogdanov (дата обращения: 25.06.2020). – Текст: электронный.

98. *Bonvehi J. S.* Flavour index and aroma profiles of fresh and processed honeys/ J. S. Bonvehi, F. V. Coll // J. Science of Food and Agriculture. – 2003. – V. 83 (4). – P. 275–282.

99. *Honeydew* composition and its effect on life history parameters of hyper parasitoids / Frank A. C. van Neerbos, Jetske G. de Boer, Lucia Salis [et al.]. – Текст: электронный // Ecological Entomology. – 2019. – URL: https://doi.org/10.1111/een.12799 (дата обращения: 25.06.2020).

100. *Persano Oddo L.* Diastatic activity in some unifloral honeys / L. Persano Oddo, E. Baldi, M. Accorti // Apidologie. – 1990. – № 21 (1). – P. 17–24.

101. *RP-HPLC* determination of water-soluble vitamins in honey. Talanta / M. Ciulu, S. Solinas, I. Florisxye [et al.] // J. Science of Food and Agriculture. – 2011. – V. 83 (3). – P. 924–929.

102. *White J. W*. Physical characteristics of honey / J. W. White // Honey A Comprehensive Survey. – Ed. E. Crane. Heinemann. – London, 1975. – 608 p.

Интернет-источники

Журнал «Пчеловодство» – www.beejournal.ru

Пчеловодство-информационный портал «Мир пчеловодства» – www.apiworld.ru

Apimondia, The International Federation of Beekeepers' Associations – www.apimondia.org

Apiservices – www.apiservices.com

Bee Product Science – www.bee-hexagon.net

Primavet Ltd., Bulgaria – www.primavet.com

Apitrade, Bulgaria – www.apitrade.bg

Balparmak Honey, Turkey – www.balparmak.com.tr

World Save Bee Fund – www.save-bee.com

Association for Natural Beekeeping, Switzerland – www.agni.ch

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

Глава 1. МЕД 4

§ 1.1. Источники меда в природе 5
§ 1.2. Химический состав меда 9
§ 1.3. Физико-химические свойства меда 27
§ 1.4. Лечебно-профилактические свойства меда 42
§ 1.5. Ботанические сорта меда 48
§ 1.6. Технические требования 60
§ 1.7. Технология получения меда 78
§ 1.8. Очистка меда и способы его обработки 85
§ 1.9. Хранение меда 89
§ 1.10. Тара для меда 93
§ 1.11. Фальсификация меда 96
§ 1.12. Товароведная экспертиза меда 107
Вопросы и тесты для самоконтроля к главе 1 114

Глава 2. ВОСК 120

§ 2.1. Биологические основы получения воска 120
§ 2.2. Сорта воска и воскового сырья 125
§ 2.3. Технология получения воска 132
§ 2.4. Химический состав и свойства воска 145
§ 2.5. Технические требования к качеству воска 153
§ 2.6. Применение пчелиного воска 160
§ 2.7. Фальсификация пчелиного воска 165
Вопросы и тесты для самопроверки к главе 2 170

Глава 3. ПРОПОЛИС 174

§ 3.1. Биологические основы получения прополиса 174
§ 3.2. Органолептические и физические характеристики прополиса 180
§ 3.3. Химический состав прополиса 181
§ 3.4. Технология получения прополиса 191
§ 3.5. Хранение прополиса 205
§ 3.6. Показатели качества прополиса 206
§ 3.7. Биологическая активность прополиса 213

§ 3.8. Прополис как ингредиент продуктов питания и лекарственных препаратов 216
Вопросы и тесты для самопроверки к главе 3 220

Глава 4. ПЫЛЬЦЕВАЯ ОБНОЖКА 222

§ 4.1. Биологические основы получения пыльцевой обножки 222
§ 4.2. Химический состав пчелиной обножки 224
§ 4.3. Палинологический анализ пчелиной обножки 228
§ 4.4. Показатели качества и безопасности 231
§ 4.5. Технология получения пыльцевой обножки 238
§ 4.6. Консервация и хранение обножки 242
§ 4.7. Применение пыльцевой обножки 244
Вопросы и тесты для самопроверки к главе 4 251

Глава 5. ПЕРГА 256

§ 5.1. Биологические основы получения перги 256
§ 5.2. Химический состав перги 259
§ 5.3. Технические требования 263
§ 5.4. Технология получения перги 269
§ 5.5. Применение перги 283
Вопросы и тесты для самопроверки к главе 5 286

Глава 6. МАТОЧНОЕ МОЛОЧКО 288

§ 6.1. Биологические основы получения маточного молочка 288
§ 6.2. Химический состав маточного молочка 293
§ 6.3. Показатели качества маточного молочка 297
§ 6.4. Технология получения маточного молочка 305
§ 6.5. Свойства и применение маточного молочка 314
Вопросы и тесты для самопроверки к главе 6 318

Глава 7. ГОМОГЕНАТ ТРУТНЕВОГО РАСПЛОДА (ГТР) 321

§ 7.1. Биологические основы получения ГТР 321
§ 7.2. Химический состав ГТР 325
§ 7.3. Технические требования к ГТР 329
§ 7.4. Технология получения ГТР 337
§ 7.5. Консервация и хранение ГТР 341

§ 7.6. Свойства и применение ГТР 347
Вопросы для самоконтроля к главе 7 352

Глава 8. ПЧЕЛИНЫЙ ЯД 354

§ 8.1. Биологические основы получения пчелиного яда 354
§ 8.2. Химический состав и свойства пчелиного яда 356
§ 8.3. Механизм действия компонентов яда 358
§ 8.4. Технология получения пчелиного яда 361
§ 8.5. Стандартизация пчелиного яда 376
§ 8.6. Применение пчелиного яда 378
Вопросы и тесты для самоконтроля к главе 8 380

Глава 9. ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА 383
Вопросы для самоконтроля к главе 9 389

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 390

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ 391

ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РФ, РАБОТАЮЩИХ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ, КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА 393

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 395

Осинцева Любовь Анатольевна

ТЕХНОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА

Учебник

Редактор *М. Г. Девищенко*
Компьютерная верстка *В. Н. Зенина*

Подписано в печать 8 октября 2020 г. Формат $60 \times 84\,^{1}/_{16}$.
Объем 22,1 уч.-изд. л., 25,5 усл. печ. л. Тираж 500 экз.
Изд. № 17. Заказ № 2321.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru