

ВОСК

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВОСКА

Восковыделительная деятельность пчел. Восковыделительные железы имеются только у рабочих пчел и расположены на четырех последних стернитах брюшка (рис.). 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. 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, удлинённого и заостренного к средней линии брюшка. Одновременно формируется четыре пары восковых пластинок. Масса каждой из них достигает в среднем 0,25 мг, на 1 кг воска в семье 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 наблюдается дегенерация клеток восковыделительной железы, и по внешнему виду они не отличаются от других клеток 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 восковыделительных желез у пчел старшего возраста происходит за счет резервов жирового тела при благоприятных условиях, особенно при хорошем медосборе, и большой потребности в воске. Воск производится в виде жидкости, которая формируется каплями. Они проникают сквозь мелкие отверстия на поверхность восковых зеркалец, твердеют, образуя сплошной слой белого воска.

Пластинки воска пчела поочередно снимает щеточками задних ног, подает к ротовому аппарату и обрабатывает мандибулами, добавляя секреты слюнных желез, для следующего использования при построении ячеек. Пластинки обрабатываются и пчелами старшего возраста, у которых клетки восковыделительных 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 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 435X300 мм может содержаться 3,6 кг меда, а иногда и больше. На построение одной пчелиной ячейки тратится 50 (13 мг), трутневой — 120 (30 мг) восковых пластинок. Соотношение ячеек пчелиных и трутневых зависит от состояния семьи, медосбора, возраста матки, породных особенностей пчел.

Чтобы пчелы строили быстро качественные соты в современном пчеловодстве используют искусственно изготовленное из пчелиного воска средостение сота — вощину. На ее поверхности кроме донышек пчелиных ячеек оттиснуты зачатки стенок. На строительство сота, основой которого является вощина, расходы воска уменьшаются в полтора-два раза.

Только что выделенный пчелами воск имеет белый цвет, в дальнейшем он приобретает желтую окраску, которую ему придают прополисовидные вещества. Соты, в которых вывод пчел и трутней повторялся несколько раз, постепенно становятся темно-желтыми, затем коричневыми и, наконец, совершенно черными. Чем чернее сот, тем меньше в нем воска.

В условиях Сибири максимальное развитие восковыделительных желез у пчел наблюдается в июне, июле и первой половине августа. Зимующие пчелы, восковыделительные 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.

Пчелиная семья быстро отстраивает соты и выделяет много воска при следующих условиях: сохранена биологическая целостность семьи, имеется хороший медосбор, разрушена часть гнезда или имеется в гнезде место для отстройки сотов, благоприятная теплая погода. 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 восковых 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-х 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 рядом 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.

Рекомендуется пополнять запас сотов 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, не говоря уже о возможности максимального использования пчел на медосборе. Высокая сотообеспеченность пасеки позволяет проводить своевременную ежегодную браковку сотов, которые являются основным восковым сырьем.

Первая браковка сотов выполняется весной при пересадке пчелиных семей. Все оплодотворенные, плесневелые, попорченные мышами, старые соты, перерабатывают на воск. Вторая браковка проводится осенью при сборе гнезд на зиму. Восковым сырьем являются кривые, дырявые и старые соты.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОСКА

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 наросты и восковые языки со стенок улья и рамок.

Сушь – это 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 личиночными 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 не пригодными для воспитания полноценных пчел, а мед в них быстро кристаллизуется. Чем старше возраст сотов, тем меньше доля воска в его массе.

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

Первый сорт: сушь белая или желтая, хорошо просвечивающаяся, сухая, без перги, меда и посторонних примесей с восковитостью 70% и более.

Второй сорт: сушь темно-коричневая, просвечивающаяся в допышках, сухая, без перги, меда и других примесей, или сушь 1-го сорта с примесью перги до 15 % от объема сота, с восковитостью от 55 до 70 %.

Третий сорт: 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.

Восковитость мервы после пасечной переработки воскового сырья составляет около 40%, а после заводской переработки – около 20%.

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%.

Схема переработки различных сортов воскового сырья представлена на рисунке.

При перетапливании воскового сырья на солнечной и других воскотопках из него выделяется воск, который не связан с не восковыми частями сырья и поэтому легко отделяется при расплавлении. Воск, который в виде мельчайших частиц находится в капиллярах не восковых 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 не восковые 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 воскоэкстракционных 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 не восковыми частями сырья, из вытопков и мервы извлекают вместе с ним и загрязняющие воск примеси. Такой воск будет всегда более низкого качества, чем воск, извлеченный из воскового сырья 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 перерабатываются на солнечной воскотопке. *Солнечные воскотопки* обеспечивают получение воска наивысшего качества. Основным конструктивными элементами солнечной воскотопки 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 перфорированным ограничителем в нижней части; лоток или корытце шириной 10-15 см, высотой и длиной в соответствии с размерами передней стенки ящика. Перерабатываемое сырье помещается на противень, под действием тепла солнечных лучей, падающих через стекло, нагревается до 70-95°C. Расплавленный воск стекает по наклонной поверхности и через отверстия в передней ее части капает в сборный лоток. Поэтому воск, полученный таким способом, называют воска-капанец. Отход, остающийся на противне, - вытопки содержат 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 воска. 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 из воскосырья происходит за счет нагревания паром. Основными конструктивными элементами являются: емкость, в которой помещается металлический каркас для постановки рамок с сушью (40 штук и более) и 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 так же 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 воска.

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

Пасечные вытопки и пасечную мерву перерабатывают на воскозаводах. В основе заводской технологии лежит влажный метод переработки сырья путём прессования или центрифугирования. Из воскового сырья с низкой восковитостью извлечение воска на заводах осуществляется методом экстрагирования органическими растворителями бензином или петролейным эфиром.

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: воск ярый - воск, полученный путём перетапливания свежееотстроенных сотов на водяной бане без контакта с водой и при отсутствии давления, воск прессованный – полученный на пасечных воскопрессах, топлёный воск - полученный на паровой воскотопке.

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

Центрифугированный - воск, полученный путем отгона на фильтрующей центрифуге в заводских условиях пасечных вытопок или мервы.

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

Технический воск - продукт, полученный 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, латунию, никелем, цинком и т.д.), полученный с пасек, неблагополучных по гнильцовым заболеваниям, а также с другими пороками.

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 посуды, а часть окажется на нижней

стороне слитка воска, откуда её можно впоследствии соскоблить. Соскобленный воск переплавляют вновь и отстаивают. Для химической очистки воска используют серную или соляную кислоту. 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 же мешалкой. После этого, укутав, посуду с воском оставляют на несколько часов для отстаивания. Воск и вода берутся в соотношении 1:4, серной кислоты требуется 10-30 мл на 10 кг воска. Тёмный воск очищается и приобретает жёлтый цвет.

Воск, содержащий инсектициды и пестициды, непригоден для употребления в медицинских и косметических целях, а также для производства вошины.

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 - использование лучей солнечного света, 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%-ный раствор бихромата калия в кислой среде (процесс ведут при низких температурах, чтобы не происходило захватывания трёхвалентного хрома и воск не приобрел зелёный цвет), с продолжительностью отбеливания 7 дней;

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

3 - 20%-ный 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 и 2 способы) в воске остаётся большое количество солей, которые необходимо удалить либо обработкой воска органическими растворителями, либо подкисленной перекисью водорода. Использование щелочных растворов (3 и 4 способы) позволяет получить воск, пригодный для изготовления вошины 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°C) и расплавленным воском (100-120кг) порциями добавляют концентрированную серную кислоту (300-500мл), 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 в химическом составе и физических свойств воска, 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 вошиной 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.

Поэтому валовой воск, выделяемый пчелиной семьёй, рассчитывается как сумма двух показателей. Первый – количество рамок в переводе на гнездовую, отстроенное в течение сезона семьёй, умножается на 70г. Второй - количество товарного мёда, полученное от пчелиной семьи умножается на 15 (или 19,8 г). Количество рамок, отстроенное в течение сезона, определяется по расходу вошины.

При переработке 1 гнездовой рамки суши на пасеке получают 140 г воска и 70г мервы. За счет переработки срезок, наростов, забруса и т.п. воскового сырья получают 19,8г воска в расчёте на 1кг откачанного меда.

Поэтому товарный воск, который можно получить от пчелиной семьи, рассчитывается суммированием произведения количества бракуемых и

перетапливаемых на воск рамок в семье на 140г и произведения количества откаченного от семьи меда (кг) на 19,8г.

Количество полученной мервы рассчитывается умножением количества бракуемых и перетапливаемых на воск рамок в семье на 70г.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА ВОСКА

Пчелиный воск представляет из себя сложную композицию из более, чем трехсот веществ, 111 из них было идентифицировано. Состав воска от *Apis mellifera* уникален и отличается от воска, выделяемого другими видами пчёл (*Apis florea* и *Apis cerana florea*).

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. В нем выделены и идентифицированы 11 белков, тритерпены (скален и ланостерин), стеролы (холестерол и его эфиры) и субстанции, положительно 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 (12,8 мг в 100 г воска).

До настоящего времени не удалось получить пчелиный воск на основе химического синтеза.

Качество воска, а в некоторых случаях и его фальсификации, определяются температурой плавления (в соответствии с ГОСТ 21179–90 она должна составлять для пасечного и производственного воска 63-66⁰С и 63-69⁰С соответственно), температурой застывания (которая на 1-1,5⁰С ниже температуры плавления), удельным весом (плотность воска при 20⁰С воды составляет 0,95-0,97 г/см³), коэффициентом рефракции (по ГОСТу составляет 1,441-1,444, при 75⁰С), вязкостью и коэффициентом твердости.

Твердость воска определяет его потребительские свойства. Чем она выше, тем более качественную вошину производят из воска. Твердость определяется глубиной проникновения иглы сечением 1,5 мм² под действием груза массой 1 кг в слиток воска в течение 1 секунды при температуре 20⁰С. Чем больше твёрдость воска, тем на меньшую глубину погружается в воск игла, тем выше будет коэффициент твёрдости. Твердость воска изменяется в зависимости от температуры, её повышение сопровождается падением твердости воска.

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 воска уменьшается с повышением температуры: при 90⁰С воск фильтруется в 2 раза быстрее, чем при 70⁰С. Поэтому все процессы переработки воскового сырья проводят при нагревании.

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).

Физические показатели воска зависят от качества воскового сырья и незначительно варьируют при разных способах его переработки и получения.

При комнатной температуре пчелиный воск – это твердое тело с кристаллической, однородной, мелкозернистой структурой в изломе, при 30-35⁰С наблюдается пластическое размягчение воска. При 46-47⁰С нарушается структура твердого тела, при 60-69⁰С – начинается плавление воска. Вспенивание воска с резким увеличением его объема наблюдается при 95-105⁰С вследствие испарения воды. При дальнейшем нагревании после испарения воды поверхность расплавленного воска становится спокойной и чистой. Нагревание воска до 120⁰С в течение 30 минут используют для его стерилизации от возбудителей бактериальных заболеваний пчел, а так же в целях повышения его качества за счет осаждения примесей, разложения эмульсии воска с водой и повышения коэффициента твердости. При 140⁰С начинается отгонка легких маслянистых летучих фракций, а при 340-355⁰С наступает перегонка большей части воска с частичным распадом. Испаряется и сгорает воск при 400-600⁰С.

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.

Эмульсии I формы формируется 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%-ном 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 $\approx 0,8\%$ 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 не затвердевшего объема и после полного охлаждения формованного воска, вода конденсируется в полостях («дуплах»), занимаемых паром. Влажность и тепло способствует развитию в «дуплах» плесневых грибов. Вокруг дупел образуется слой, не успевший 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, 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-х 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 загрязненной пергой, медом, личинками пчел и так далее.

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, легко сохраняемый продукт. Температура, влажность воздуха, кислород, свет практически не оказывают влияния на качество воска: при хранении воска подсыхает и не увлажняется.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОСКА

Качество воска регламентировано нормативными документами: ГОСТ 21179-2000 «Воск пчелиный. Технические условия»; ГОСТ 52098-2003 «Воск экстракционный. Технические условия»

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 требованиям пчелиный воск должен соответствовать определённым требованиям (табл.).

Пасечный воск не должен иметь слоя грязи и эмульсии на нижней поверхности слитков.

Кислотное число воска отражает количество свободных жирных кислот, содержащихся в воске, и выражается количеством миллиграммов щёлочи (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 идёт по месту двойных связей, имеющихся в ненасыщенных жирных кислотах. Чем выше йодное число, тем менее твёрдую консистенцию имеет испытываемый образец, тем легче он окисляется.

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

Показатели качества воска (ГОСТ 21179-90)

Показатель	Характеристики и нормы для воска	
	пасечного	производственного
Цвет	Белый, светло-желтый, желтый, темно-желтый, серый.	Не темнее светло-коричневого
Запах	Естественный восковой	Специфический
Структура в изломе	Однородная	Мелкозернистая
Вода, %, не более	0,5	1,5
Механические примеси, %, не более	0,3	0,3
Глубина проникновения иглы при 20°C, мм: - на пенетрометре - на приборе Вика	до 6,5 до 6,5	6,6-9,0 6,6-12,0
Наличие фальсифицирующих примесей	не допускаются	не допускаются
Плотность при 20°C воды, г/см ³	0,95-0,97	0,95-0,97
Температура каплепадения (плавления), °C	63-66	63-69
Показатель преломления при 75°C	1,441-1,443	1,441-1,444

Кислотное число, мг гидроокиси калия в 1г воска	16-20	17-21
Число омыления, мг гидроокиси калия в 1г воска	85-101	85-101
Эфирное число, мг гидроокиси калия на 1г воска	67-84	71-83
Йодное число, г йода в 100 г воска	7-15	9-20
Отношение эфирного числа к кислотному числу	3,5-4,7	3,3-4,5

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

Цвет и запах воска обусловлены содержанием в нём незначительных количеств красящих и ароматических веществ и зависят от нескольких факторов. Воск, выделяемый пчёлами может быть бесцветным, или окрашен в желтые или зеленоватые тона. Окраска воска может определяться окраской тех субстратов, с которыми воск контактирует в гнезде пчёл, это прополис, пыльцевая обножка и перга, мёд. Жёлто-коричневые оттенки воску придают прополисные смолы, оранжевые – экстрагируемые компоненты пыльцевых зёрен. 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 (ГОСТ 30090) или в ящики (ГОСТ 11354, ГОСТ 21140).

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 к экстракционному воску по органолептическим и физико-химическим показателям (ГОСТ 52098-2003)

Наименование показателя	Характеристика и норма для воска
-------------------------	----------------------------------

Цвет в изломе	Неоднородный, коричневый с жёлтым 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°C, мм*: Определённая на пенетрометре при нагрузке 50г, не более	5,0
Определённая на приборе Вика с нагрузкой 500г	13 – 30
Показатель преломления при 75°C	1,445 – 1,447
Температура каплепадения (плавления)	64 – 76
Йодное число, г йода в 100г воска	21,0 - 33,0
Фальсифицирующие примеси	Не допускаются
*качество воска определяют на одном из указанных приборов	

Вторичное восковое сырьё, получаемое на пасеке в качестве отхода при переработке первичного воскового сырья должно соответствовать следующим требованиям:

Требования к вытопкам пасечным по органолептическим и физико-химическим показателям (ТУ 10 РФ 395 - 91)

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.	

ПРИМЕНЕНИЕ ПЧЕЛИНОГО ВОСКА

Средняя цена воска на мировом рынке в 2005-2007г.г. установилась 3,5-4 доллара США (около 100 руб.) за 1 кг. Закупочная цена на воск в

России в начале 2008г. составляла 150 руб./кг, на конец года воск предлагался на рынке за цену от 200 до 280 руб./кг.

Мировые лидеры по производству воска к 2004г. по данным ФАО - Индия (33,5% мирового производства), Аргентина (8%), Турция и Корея (по 6%), Эфиопия (5,8%), Исландия и Танзания (по 3%), Бразилия и США (по 2,8%) и все другие страны мира производят около 16% воска.

В России в 2000г. было произведено 2167т воска, что составляет около 3% мирового производства, и в последние пять лет его производство не выходило за эти рамки, т.е. Россия входит в первую десятку стран по производству воска. Главными импортерами воска являются Германия, США, и Франция, а экспортерами – Китай, США и Германия.

Подавляющая часть получаемого воска применяется в пчеловодной отрасли для изготовления вошины. 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 входит в состав многих мазей, пластырей и лечебных свечей. Субстанции, растворенные или закапсулированные в воск, медленно высвобождаются - это свойство используют во многих лекарственных препаратах.

На его основе 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, с эффектом 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 прополиса. 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 и др.

В народной медицине пчелиный воск применяется при лечении волчанки, фурункулеза, ангины, стоматита, пародонтоза, насморка и других заболеваний.

Воск используют в пищевой промышленности. Например, в Болгарии 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. Московская конфетная фабрика «Красный Октябрь» выпускает медовую карамель «Пчелка» и «Золотой улей». Эти конфеты представляют собой медовые ячеи, сохраняющие в естественном виде небольшое количество незакристаллизовавшегося меда, покрытые тремя тонкими слоями высококачественного пчелиного воска, и могут сохраняться длительное время, не теряя приятных вкусовых качеств. В начинку медово-восковой конфеты добавляют 0,5 мг витамина А, 1 мг витамина В₁, 1 мг витамина В₂, 25 мг витамина С и 20 мг рутина. Пчелиный мед, находящийся в таком восковом «сейфе», в течение нескольких месяцев полностью сохраняет активность витаминов. Жевание медово-восковой витаминизированной конфеты вызывает сильное слюноотделение, которое повышает секреторную и моторную функции желудка. Медово-восковые витаминизированные конфеты повышают обмен веществ, благотворно влияют на кровообращение и мышечную работоспособность, а воск механически очищает зубы от налета и укрепляет десны. Такие конфеты помогут желающим отвыкнуть от курения.

Воски зарегистрированы в качестве пищевых добавок E901-E903.

Широкое применение воск нашел в косметике. Он входит в состав питательных, вяжущих, очищающих, отбеливающих кремов, масок для лица, в состав многих косметических препаратов, является отличной сгущающей основой для помад и т. п. Воск прекрасно всасывается кожей и придает ей гладкий и нежный вид.

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.

ФАЛЬСИФИКАЦИЯ ПЧЕЛИНОГО ВОСКА

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 механически (мел, гипс,

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

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 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 двух-трех минут. 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.

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 муты не дает.

Для определения фальсифицированного воска используют следующие физические способы.

Поскольку пчелиный воск и большинство продуктов, применяемых для его фальсификации, существенно различаются по химическому составу, 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 царапанием слитка острым концом твердого предмета (например, ножом) в случае примеси к воску церезина, парафина и особенно канифоли крошиться, 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 воска имеют меньший удельный вес, чем пчелиный воск. Поэтому в смеси спирта с водой удельным весом 0,95 при 20°C натуральный воск будет тонуть, а с примесью минерального воска (до 10%) будет плавать на поверхности.