

Химический вечер «ОДА МЁДУ»

Несомненно, что сфера использования мёда как ценного продукта питания и эффективного оздоравливающего средства расширяется по мере познания человеком его свойств и возможностей в борьбе с отрицательными последствиями современных условий жизни. Мёд к тому же очень интересный и удобный объект исследовательской работы школьников.

Ведущий. Уважаемые зрители! Начинаем вечер, посвященный удивительному творению природы — мёду. С глубокой древности известна его способность сохранять людям молодость, здоровье, существенно продлевать жизнь. Знаменитый математик Пифагор утверждал, что он дожил до глубокой старости лишь потому, что постоянно употреблял мёд.

В чём причина такого воздействия мёда на организм человека? Она сравнительно проста. Мёд — главный продукт жизнедеятельности пчёл, которые существуют на Земле примерно 55 млн. лет. Следовательно, пчёлы — существа реликтовые, т. е. сохранившиеся с древних эпох. Науке известно, что реликтовые животные и растения выжили потому, что в их организмах вырабатываются вещества, которые надёжно защищают их от множества вредителей и болезней. Именно этими веществами богат мёд. И поскольку он служит пчёлам основным продуктом питания, то предохраняет их от многих напастей. Люди тоже употребляют мёд в немалых количествах как ценный продукт питания и природное лекарство, поэтому наиболее важные сведения о мёде полезны каждому человеку. С ними вы и познакомитесь на этом вечере.

Сообщение 1.

Как получается мёд?

Мёд получается в результате биохимической переработки нектара. Нектар — сладкая жидкость, выделяемая особыми желёзками растений для привлечения насекомых-опылителей. Содержание сахаров в нектаре разных растений колеблется от 8 до 75%. Количество нектара тоже разное. В цветке донника, например, его около 0,2 мг, в цветке липы — 0,2-0,7 мг, а в цветке малины — более 4 мг. За один прилёт пчела может собрать с цветков от 20 до 40 мг нектара. Следовательно, чтобы получить 100 г мёда, пчела должна собрать нектар в среднем с 1 млн. цветков. Поэтому пчела трудится от зари до зари и её не зря считают образцом трудолюбия.

Демонстрация видеоматериала: пчёлы собирают нектар.

Прилетев в улей, пчела-труженица передаёт нектар пчеле-приёмщице, та заглатывает нектар, а затем выпускает его микрокапельками на свой хоботок, чтобы испарить лишнюю влагу. Кроме того, через стенки желудка из нектара всасывается лишняя влага, он обогащается ферментами, гормонами, кислотами, обеззараживающими и прочими полезными веществами. Под действием ферментов основная масса дисахарида сахарозы превращается в более усвояемые моносахариды — глюкозу и фруктозу в

примерном массовом соотношении 1:1. Параллельно идёт множество других биохимических превращений.

Затем пчела-приёмщица помещает капельку обработанного нектара в свободную ячейку сот. Другие пчёлы продолжают его обезвоживание и ферментную обработку, пока не доведут до нужной кондиции. Лишь тогда они запечатывают ячейки сот восковыми пластинками. Но и после этого в мёде идут сложнейшие биохимические реакции, которые называют созреванием мёда.

В результате обезвоживания и других химических процессов нектар, содержащий 75-80% воды, густеет и превращается в мёд, в котором от 16 до 21% воды и множество полезных биологически активных веществ.

Ведущий. Итак, мёд получается в ходе сложных биохимических реакций, протекающих в организме пчелы и вне его в процессе созревания мёда. Какие же химические элементы содержатся в составе мёда?

Сообщение 2.

Элементный состав мёда

Мёд — это смесь главным образом органических соединений, которые состоят в основном из углерода, кислорода и водорода. Но не эти элементы обеспечивают особо ценные свойства мёда. С помощью современных атомно-адсорбционных спектрофотометров в нём обнаружили около 40 химических элементов, причём в виде соединений, проявляющих большую биологическую активность. В мёде найдены почти все щелочные и щёлочноземельные металлы, многие элементы главных подгрупп III-VII групп Периодической системы, более двух десятков элементов побочных подгрупп (см. таблицу).

Демонстрация таблицы.

Класс веществ	Названия (формулы) веществ
Углеводы (до 80%)	Моносахариды: глюкоза, фруктоза (70-75%). Дисахариды: сахароза, мальтоза (4-8%)
Минеральные вещества (~40 химических элементов)	Вода (15-21%). Химические элементы: Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, B, Al, Ga, C, Si, Ge, Sn, Pb, N, P, Sb, Bi, O, S, Se, Cu, Ag, Au, Zn, Ti, Zr, V, Cr, Mo, Mn, Fe, Co, Ni, Cl и др.
Азотистые вещества (~1%)	Белковые (ферменты): амилаза, инвертаза, каталаза, пероксидаза, фосфоорилаза, инулаза и др. Небелковые (аминокислоты): аланин, аргинин, лейцин, лизин, тирозин, треонин и др.
Кислоты (-0,3%)	Неорганические: соляная, фосфорная. Органические: молочная, щавелевая, яблочная, винная, лимонная, линолевая, линоленовая и др.
Ароматические вещества (-200 веществ)	Спирты, альдегиды, кислоты, кетоны, эфиры

Витамины (содержание в 100 г мёда)	В ₁ — тиамин (4-6 мкг), В ₂ — рибофлавин (20-60 мкг), В ₅ — пантотеновая кислота (20-110 мкг), В ₆ — пиридоксин (8-320 мкг), С — аскорбиновая кислота (около 30 000 мкг), Е — токоферол (около 1000 мкг), Н — биотин (380 мкг), РР — никотиновая кислота (110-360 мкг) и др.
--	--

Легко заметить, что большинство этих элементов относятся к микроэлементам, т. е. содержатся в живых организмах в микроколичествах. Для нас они почти всегда дефицитны. Следовательно, там, где потребление морепродуктов (богатых микроэлементами) ограничено, мёд служит источником микроэлементов.

Разнообразием элементного состава мёда мы обязаны важнейшему планетарному процессу — выветриванию горных пород. Под действием солнечного света, воды и атмосферных газов миллионы лет шёл и продолжает идти гидролиз застывших поверхностных горных пород. При этом в почву переходят десятки малораспространённых, но очень нужных нам элементов. Извлекаемые из почвы корнями растений, эти элементы попадают в нектар, а затем и в мёд.

Понятно, что в разных почвах, образовавшихся из разных горных пород, содержание химических элементов разное. Поэтому элементный состав нектара и, соответственно, мёда зависит от вида и состояния почв. Замечено, что почвы горных и предгорных районов, в которые вода постоянно сносит продукты гидролиза горных пород, заметно богаче микроэлементами, чем почвы равнин, из которых дождевые и талые воды вымывают микроэлементы, унося их в реки и далее в моря. Поэтому наиболее высоко ценится мёд, собранный в предгорных и горных районах Алтая, Урала, Кавказа.

Состав мёда зависит также от вида медоносных растений, времени года и прочих условий. Различают мёд монофлёрный, полученный из нектара растений одного вида (например, гречишный, липовый, подсолнечный), и полифлёрный, полученный из нектара растений нескольких видов (например, липово-цветочный, гречишно-цветочный и др.). Обычно полифлёрный мёд содержит больший набор микроэлементов и потому ценится выше, чем монофлёрный.

Встречается особый вид мёда — падевый. Он получается при сборе пчёлами сладких выделений некоторых насекомых (тля, листоблошка) и медвяной росы (т. е. пади), выступающей на листьях дуба, клёна, берёзы и других растений. Обычно сбор падевого мёда происходит в августе, когда цветение растений практически заканчивается. Такой мёд имеет тёмный цвет с зеленоватым или синеватым отливом, причём его аромат и вкус не очень приятны. Поэтому люди употребляют его неохотно, чаще как специфическое лекарство, богатое микроэлементами. Для пчёл он опасен, так как может вызвать отравление.

Ведущий. Как видим, в мёде содержатся десятки химических элементов, из которых образованы сотни разнообразных соединений. О них пойдёт речь в следующем сообщении.

Сообщение 3.

Химические соединения мёда

Основные соединения, входящие в состав нормального мёда, — это углеводы (т. е. сахара). Их содержание достигает 80% от массы мёда. Преобладают моносахариды: глюкоза и фруктоза. Они усваиваются легко, так как не требуют предварительного расщепления. На их долю приходится до 90% всех сахаров. На долю дисахаридов — сахарозы и мальтозы, которые усваиваются лишь после ферментативного расщепления на моносахариды, приходится от 5 до 15% всех сахаров. Доля других сахаров незначительна.

Содержание указанных сахаров определяет некоторые свойства мёда. Глюкоза негигроскопична, легко кристаллизуется в виде игольчатых кристаллов, не очень сладкая. Фруктоза гигроскопична, почти в 2 раза слаще глюкозы, плохо кристаллизуется. Следовательно, чем больше в мёде глюкозы и сахарозы, тем легче он кристаллизуется при хранении. А более сладкая фруктоза вначале обволакивает образовавшиеся кристаллы в виде вязкого раствора и лишь потом очень медленно кристаллизуется.

Второй (по массе) компонент любого мёда — вода. В зрелом мёде её массовая доля составляет от 15 до 21%, отчего плотность мёда колеблется в пределах 1,4-1,5 кг/л. Влажность мёда — один из главных показателей его качества. Если содержание воды превышает указанные нормы, как это бывает в недозревшем мёде, 1 л мёда весит меньше 1,4 кг. Это сигнал тревоги. Такой мёд через несколько недель после выкачки начинает бродить, т. е. пениться и закисать из-за превращения сахаров в углекислый газ, этанол, уксусный альдегид, бутанол, пентанол и прочие ядовитые вещества. Поэтому продажный мёд первым делом проверяют на содержание воды, измеряя его плотность. И хранят мёд всегда в закрытой таре, чтобы из-за гигроскопичности фруктозы в нём не повысилось содержание воды.

Следующий важный компонент мёда — азотистые вещества. Их содержание достигает 1% от массы мёда. Они попадают в мёд с цветочной пылью и секретом из пчелиных желёз. Это прежде всего ферменты, т. е. биокатализаторы. К настоящему времени в мёде обнаружены десятки ферментов. Названия наиболее важных из них представлены в таблице. Амилаза катализирует гидролиз крахмалов до глюкозы, инвертаза ускоряет расщепление сахарозы на более ценные глюкозу и фруктозу, каталаза расщепляет опасный для организма пероксид водорода на воду и кислород и т. д. Ферменты в миллионы раз ускоряют реакции распада вредных и синтеза полезных для живых организмов веществ в созревающем мёде.

Имеются в мёде и небелковые азотистые соединения. Это в основном аминокислоты, например, аланин, аргинин, лейцин, лизин и т. д. (см. таблицу). Они оказывают антимикробное действие и служат исходными веществами для синтеза белков. При длительном хранении или нагревании мёда аминокислоты соединяются с сахарами, образуя тёмноокрашенные

соединения — меланоиды. Следовательно, потемнение светлых сортов мёда (например, липового, белоклеверного и др.) говорит об ухудшении его качества.

Присутствуют в мёде и кислоты (около 0,3%), из-за чего большинство мёдов имеют слабокислотную среду. Из неорганических кислот в мёде найдены соляная и фосфорная, из органических — щавелевая, винная, яблочная, лимонная, молочная, янтарная и др. От наличия кислот зависят вкус, аромат и бактерицидные свойства мёда.

Кроме вышеперечисленных соединений, в мёде найдено около 200 ароматических веществ. Это спирты, альдегиды, кислоты, эфиры и т. д. Обнаружено в мёде более десятка витаминов. Наиболее важные из них представлены в таблице. Присутствуют в мёде также красящие вещества (хлорофиллы, каротин, танины), более 40 видов грибов и дрожжей, цветочная пыльца и т. д.

Ведущий. Итак, мёд — целая кладовая разнообразных веществ. Но каково воздействие этих веществ на наш организм?

Сообщение 4

Применение мёда человеком

Мёд — прежде всего ценный продукт питания, особенно для людей с нарушениями функций пищеварительной системы. Основную массу мёда составляют глюкоза и фруктоза, которые усваиваются нашим организмом напрямую, безо всякой предварительной ферментной обработки. Эти моносахариды служат прекрасным биотопливом для клеток, особенно нервных. Не зря йоги рекомендуют съедать ежедневно столовую ложку мёда.

Но гораздо важнее давно подмеченная способность мёда нормализовать функции человеческого организма. Мёд можно принимать почти всем людям с двухлетнего возраста до глубокой старости. Использование мёда как лекарственного средства основано на его бактерицидном, противовоспалительном и противоаллергенном действии. Эти свойства мёда, видимо, обусловлены биологически активными веществами, содержащими в своём составе микроэлементы. Детальные исследования последних десятилетий позволили установить воздействие на наш организм большинства этих соединений. Например, соединения бора нормализуют основные физиологические процессы организма во время его роста. Соединения ванадия стимулируют кроветворение. Золото участвует в выработке тканевого иммунитета. Соединения кобальта необходимы в работе мозга, участвуют в синтезе витаминов А, С, Е, В12. Соединения лития растворяют мочевую кислоту, препятствуют развитию артритов. Соединения серебра подавляют рост микробов. Цинк входит в состав дыхательного фермента и т. д.

Надо также учесть, что влияние на наш организм соединений некоторых микроэлементов (например, Ва, Ве, Ga, Ge, Sn, Cr, Zr и др.) пока ещё не выяснено в достаточной степени. Однако ясно, что благодаря мощному биохимическому комплексу полезных веществ мёд оказывает общее оздоровительное и лечебное действие.

Следует, однако, помнить, что лечебный эффект мёда зависит от состава почв, вида растений, с которых собран нектар, условий хранения мёда и т. д. В частности, хранить мёд надо в герметично закрытой стеклянной таре при 5-10 °С в тёмном месте, т. е. в подвале или во фруктовом ящике холодильника. При таких условиях ценные качества мёда сохраняются годами. Если хранить мёд при комнатной температуре (20-25 °С), то его свойства постепенно ухудшаются: уменьшается активность полезных ферментов, снижается содержание витаминов и т. д. Лечебный эффект мёда резко снижается.

Ведущий. Полагаю, никто не станет оспаривать полезные свойства мёда. Но тут возникает вопрос: как приобрести качественный мёд? Поступающий в продажу мёд, особенно в последние годы, далеко не всегда соответствует установленным нормам. В целях наживы недобросовестные предприниматели добавляют в него крахмал, муку, сахарный сироп, желатин, крахмальную патоку и т. д. Нередко горе-пчеловоды подкармливают пчёл сахаром, который в таком случае заменяет нектар, иногда выкачивают незрелый мёд, содержащий избыток влаги. Как же определить качество мёда доступными средствами?

Сообщение 5.

Определение качества мёда

При определении качества мёда прежде всего оценивают его цвет, аромат, вкус и консистенцию.

Цвет у разных мёдов разный. Мёд бывает бесцветным (белоакациевый, малиновый, белоклеверный), светло-жёлтым (липовый, цветочно-степной), жёлтым (например, подсолнечный, цветочно-луговой, люцерновый) или светло-коричневым (гречишный, каштановый, вересковый). Есть и тёмный мёд, чаще всего это падевый. Кстати, мёд, подвергавшийся нагреванию и длительному хранению, имеет темноватый цвет. Следовательно, уже цвет мёда даёт некоторую полезную информацию.

Аромат мёда определяется в основном запахом цветов — источников нектара. Поэтому у качественных мёдов, например липового, клеверного, гречишного, цветочного, аромат очень приятный и довольно интенсивный. У малоценных мёдов (рапсовый, подсолнечный) запах слабый. Приятный цветочный аромат мёда исчезает при его брожении, длительном хранении, нагревании, добавлении значительного количества сахарного сиропа. Следовательно, при покупке полезно «обнюхать» мёд, растерев (для нагревания) несколько капель его между пальцами. *Попробуйте оценить аромат имеющихся у нас мёдов.*

Ведущий организует ознакомление нескольких слушателей с запахом образцов мёда.

Вкус мёда зависит прежде всего от вида растений, с которых собран нектар. Самые вкусные — липовый, клеверный, малиновый, белоакациевый, цветочно-степной мёды. Гречишный, подсолнечный и рапсовый менее вкусны. Падевый и табачный мёды из-за присутствия алкалоидов имеют хорошо ощущаемую горечь. Их покупать нежелательно. У старого мёда,

который был закристаллизован, а перед продажей нагрет до растворения кристаллов, ощущается привкус карамели. Недозревший мёд, начинающий бродить, имеет кисловатый вкус. Следовательно, при покупке мёда надо взять лопаткой пробу (обязательно из середины ёмкости) и детально исследовать вкус мёда.

Ведущий проводит дегустацию образцов мёда.

Консистенция — важная характеристика мёда, которая позволяет оценить содержание в нём влаги. Обычно мёд берут из глубины ёмкости черпаком (или лопаткой), поднимают его и смотрят, как он стекает. Если мёд стекает мелкими частыми каплями, он считается жидким. Чаще всего такой мёд незрелый, с повышенным содержанием влаги. При хранении он начинает бродить и пениться. Если мёд стекает редкими вытянутыми каплями, его консистенция считается нормальной. Очень вязкий мёд при стекании образует длинные тяжи. Такую консистенцию имеют падевый и вересковый мёды, а также качественный мёд, в котором началась хорошо заметная кристаллизация. Кстати, она начинается у качественных мёдов спустя 2-3 месяца после их откачки из сот, т. е. в октябре — ноябре. Исключение — рапсовый мёд, который может кристаллизироваться в августе.

Демонстрация консистенции имеющихся сортов мёда.

Ведущий. Знать перечисленные признаки полезно, но это не исключает ошибки при покупке мёда. Для полной гарантии нужны физико-химические исследования мёда, которые особенно важны при закупке крупных партий. Понятно, что такие исследования требуют специальных приборов, реактивов и методик, утверждённых государственными стандартами.

Сообщение 6.

Физико-химические методы контроля качества мёда.

Определение примеси падевого мёда.

Чисто падевый мёд в продаже встречается редко, к тому же его легко определить по цвету, запаху и вкусу. Гораздо чаще падевый мёд содержится в виде трудноопределимой примеси к нормальному мёду, ухудшая качество последнего. Насколько велика эта примесь, можно узнать, проведя реакцию с ацетатом свинца (II).

Демонстрация. В пробирке 1 — 1 мл чистого цветочного мёда, в пробирке 2 — 1 мл цветочного мёда с примесью падевого. Добавляют к ним по 3 мл воды и по 6 капель 25%-ного водного раствора ацетата свинца (II). Перемешивают до растворения мёда и ставят на 3 мин в стаканчик с заранее нагретой до кипения водой. В пробирке 1 — едва заметное помутнение раствора. В пробирке 2 — помутнение с образованием осадка. Это доказывает наличие пади во втором.

Химизм данной реакции прост. Некоторые вещества, содержащиеся в пади, образуют при действии ацетата свинца (II) нерастворимые осадки. Их масса тем больше, чем больше содержание пади. В нормальном мёде пади практически нет, соответственно, в его растворе помутнения нет или оно очень слабое. В растворе мёда, содержащего заметную примесь пади, наблюдается отчётливое помутнение с последующим образованием осадка.

Определение в мёде примеси крахмала или муки.

Крахмал или муку добавляют обычно в жидкий, незрелый мёд для повышения вязкости и создания видимости кристаллизации. Обнаруживают эти добавки известной иодкрахмальной реакцией.

Демонстрация. В пробирке 1 — нормальный мёд, в пробирке 2 — мёд с примесью муки. В пробирки добавляют по 3мл воды, быстро нагревают до кипения (на двух спиртовках) для усиления гидролиза муки, охлаждают в стакане с холодной водой и добавляют по 2-3 капли аптечной йодной настойки. В пробирке 2 появляется характерная тёмно-синяя окраска. Нормальный мёд в пробирке 1 такой окраски не даёт.

Определение примеси тростникового или свекловичного сахара (сахарозы).

Сахарный песок в 8-10 раз дешевле мёда, потому его добавляют иногда в жидкий мёд для увеличения массы, вязкости и создания видимости кристаллизации. Обнаружить сахар можно визуально. Дело в том, что кристаллы сахарозы имеют форму слегка перекошенных спичечных коробков, а кристаллы глюкозы игольчатые, могут образовывать друзы в виде звёздочек. При испытании мёда берут маленькую пробу из кристаллизующейся нижней его части, тонким слоем наносят на стеклянную пластинку и рассматривают форму кристаллов через лупу с 5-7-кратным увеличением. Если мёд густой, сильно закристаллизованный, тонкий мазок сделать трудно. В этом случае на одну сторону мазка наносят 1-2 капли дистиллированной воды, которая растворяет мелкие кристаллы. Тогда форма оставшихся кристаллов просматривается легко. Большое количество прямоугольных кристаллов сахарозы (при виде сверху) говорит о фальсификации мёда.

Ведущий раздаёт зрителям несколько луп и пластинок с нанесёнными тонкими мазками нормального и фальсифицированного мёда, предлагая определить по форме кристаллов, в каком мазке мёд фальсифицирован.

Ведущий. Мы познакомили вас с наиболее важной информацией о ценнейшем даре природы — пчелином мёде, продемонстрировали некоторые доступные методы определения его качества. Те, кто всерьёз заинтересуется мёдом, может найти дополнительные сведения о нём в бюллетене химического кружка (вывешен в химическом кабинете).

В завершение проводится небольшая викторина, выявляющая уровень знаний учащих о мёде. Победителя награждают баночкой мёда.

ЛИТЕРАТУРА

Донцов В. В., Донцов И. В. Лекарственные растения и продукты пчеловодства: целебные свойства лекарственных трав и мёда. — Нижний Новгород: Флокс, 1992.

Серёгин И. Г., Уша Б. В. Лабораторные методы в ветеринарно-санитарной экспертизе пищевого сырья и готовых продуктов. — СПб.: Издательство «РАПП», 2008.