

Composición de la Miel de Abejas

Introducción

El ser humano recibe gratificación doble de la abeja melífera; (1) los beneficios de la polinización y (2) los productos de la colonia. El beneficio a la agricultura, economía y ecología de un área, como resultado directo e indirecto de la polinización de las abejas es altamente significativo. En Estados Unidos de Norte América estas aportaciones, como resultado de los servicios de polinización, se calculan en los 12 billones de dólares, cuando las aportaciones gubernamentales son del orden del billón de dólares. Por otro lado tenemos, las ventas de los productos y sub-productos del colmenar como lo son la miel, la cera, el polen, las mismas abejas y el equipo comercial, semi-comercial y de pasatiempo que se produce y mercadea para el manejo racional de éste insecto.

La Miel de Abejas

El producto principal generado por la colonia de abejas melíferas como tal, es la miel, producto con unas características físico-químicas muy particulares e interesantes. Las abejas melíferas elaboran la miel a base del néctar recolectado de las flores, convirtiéndola de una sustancia líquida, rala y perecedera, en una sustancia estable y alta en carbohidratos (energía). La abeja contribuye a esta estabilización añadiendo enzimas. La molécula de sucrosa, un disacárido, es más grande que la molécula del monosacárido. Al romper el disacárido sucrosa, en levulosa y dextrosa (monosacáridos), la abeja hace factible un aumento en la eficiencia de almacenaje de calorías por unidad de espacio, aumentando así la densidad calórica por unidad de volumen del producto.

Esta mayor concentración de azúcares por unidad de espacio hace a su vez posible que el producto sea más resistente a las diferentes actividades llevadas a cabo por organismos que pudiesen dañar la miel. La evaporación de agua hace posible una alta concentración de azúcares (80-83%) por unidad de volumen, lo que genera una presión osmótica elevada. Esta alta concentración de azúcares, resultado de una sobresaturación, afecta las funciones metabólicas celulares al punto de arrestar su metabolismo y en algunos casos provocar la muerte de la célula. Al haber una concentración tan alta de azúcares, las células son “robadas” de su agua metabólica y los procesos de la célula se ven afectados.

Por otro lado, esta elevada concentración de azúcares tiene sus inconvenientes. La miel tiende a ser altamente higroscópica o sea a absorber humedad del medio ambiente. Si esto coincide con un título de levaduras adecuado, la miel comenzará a fermentarse, lo que puede llegar a dañar ese lote de miel y causar serios problemas para la persona que lo maneja. Esto es un evento altamente indeseable, pues el sabor de la miel cambia a uno no agradable. Por otro lado, dependiendo de dónde esté almacenada la miel, el envase puede explotar.

Composición promedio de una muestra

La composición de una muestra de miel va a depender de dos factores principales; (1) de la composición del néctar o néctares y (2) de factores externos. La primera va a depender principalmente de la especie o conglomerado de especies de plantas que producen el néctar. Factores externos, ajenos a la especie apibotánica o factores secundarios son; tipo y química del suelo, clima, manejo apícola y manejo de la miel una vez cosechada por el apicultor. Es sumamente difícil hablar de una muestra promedio o de una

composición promedio de miel ya que las variaciones encontradas a través del globo terráqueo son bien amplias. Esto dada las diferencias en número y especies apibotánicas, tipos de suelos, subsuelos, áreas geográficas y climas. Teniendo esto en mente consideremos este análisis de un conglomerado de mieles.

Composición promedio de una muestra de miel estadounidense
(Según White, Riethof, Subers y Kushnir, 1962)

Componente	Promedio	Desviación Estándar	Rango
Humedad	17.2	.5	13.4 - 22.9
Levulosa	38.2	2.1	27.2 - 44.3
Dextrosa	31.3	3.0	22.0 - 40.7
Sucrosa	1.3	0.9	0.2 - 7.6
Maltosa	7.3	2.1	2.7 - 16.0
Azúcares mayores	1.5	1.0	0.1 - 8.5
Acido libre (Glucónico)	0.43	0.16	0.13 - 0.92
Lactona (Gluconolactona)	0.14	0.07	0.0 - 0.37
Acido total (Glucónico)	0.57	0.20	0.17 - 1.17
Cenizas	0.169	0.15	0.02 - 0.028
Nitrógeno	0.041	0.026	0.00 - 0.133
pH	3.91		3.42 - 6.10
Diastasa	20.80	9.8	2.1 - 61.2

Tomado de un conglomerado de 490 muestras de EUA

Carbohidratos

Como se puede percibir de la tabla superior, la miel está compuesta mayormente de azúcares (77%). Son estas azúcares las que imparten a la miel las características físico-químicas principales como; viscosidad, higroscopicidad, granulación, valor energético, etc.

Monosacáridos y disacáridos

En casi todas las muestras de miel, la levulosa (fructosa) es la azúcar predominante. Aunque factible, es muy rara la muestra en la cual la dextrosa es la azúcar principal. Estas dos azúcares juntas contabilizan el 85-95% de los carbohidratos de la miel. Existen unos doce o trece disacáridos adicionales pero éstos contribuyen a un porcentaje muy bajo del total.

Cambios en los carbohidratos con el tiempo

Según incrementa el tiempo de almacenamiento, el total calórico permanece igual pero las proporciones de azúcares van cambiando. A mayor tiempo, mayor será la proporción de oligosacáridos. Este aumento viene como resultado de dos mecanismos; (1) la actividad enzimática, (2) la reversión ácida. Cuando una solución de monosacáridos permanece bajo una condición de alta concentración y en presencia de ácidos, se propicia el que se formen disacáridos.

Influencias de la composición de azúcar

La proporción de las diferentes azúcares de una miel tiene un efecto decisivo en sus propiedades físicas y químicas. Las azúcares principales de la miel son la levulosa (fructosa) y la dextrosa (glucosa) y en promedio éstas contabilizan el 77% de lo que llamamos miel. Otras azúcares presentes son; disacáridos como la sucrosa, la maltosa, y el trisacárido melezitosa. De estos, sólo la sucrosa es importante con fines de estándares de calidad. Un máximo de 5% es permitido por la mayoría de los países que compran miel del exterior. Un porcentaje de sucrosa mayor del 8% está asociado a la adulteración o a un manejo deficiente de la alimentación con jarabe, lo cual de por si es una adulteración, evitaría el que se pueda vender en el mercado y es penalizable por ley. Por otro lado, la glucosa de la miel puede aumentar la absorción de los minerales calcio, magnesio y zinc.

Ácidos en la miel

El sabor de la miel es el resultado de la interacción de muchas sustancias químicas, pero ninguna de ellas da una nota ácida. El hecho que la acidez sea casi imperceptible hace su sabor más agradable. La acidez de la miel está, en una escala de pH, entre 3.2 y 4.5 con un promedio de 3.9. Sin embargo, la contribución más significativa del pH es hacia su estabilización contra micro-organismos. El ácido más común en la miel es el ácido glucónico. Este, está producido por la acción de una enzima sobre la dextrosa de la miel.

La determinación de ácido titulable nos puede dar información sobre la historia de la miel y es requerido por algunos países, antes de la compra de un lote de miel de abejas. Se considera que una miel con una cantidad de ácido mayor a lo establecido fermentó en un momento dado y el alcohol fue convertido a ácido acético por acción bacteriana. El límite máximo tolerado es de 40 mili-equivalentes por cada 1,000 gr. de muestra. El pH no nos da una idea precisa de la acidez de la miel ya que la gran variedad de ácidos, minerales y compuestos orgánicos ejercen efectos amortiguantes lo que causa que el metro no pueda arrojar un valor confiable. Para tener una idea representativa de acides, hay que titular.

Minerales

El porcentaje de composición de minerales en una muestra promedio de miel está entre 0.02 y 1.03, con un

promedio de 0.17% Los elementos más comunes son; potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso, cloro, fósforo, azufre y la sílica.

Los elementos menos comunes son; cromo, litio, níquel, plomo, zinc, osmio, berilo, vanadio, zirconio, plata, bario, galio, bismuto, oro, germanio, estroncio, tin (latón)? Los minerales pueden hacer una contribución significativa al color a la miel.

Cenizas

El contenido de cenizas dependerá de la fuente del néctar. El néctar tiene un contenido de cenizas bajo, mientras que el de mielada es más alto. La mielada es néctar producido por estructuras localizadas fuera de la flor y en algunos casos por néctar colectado de grandes concentraciones de áfidos, que a su vez lo chupan de la corteza de las ramas jóvenes de los arbustos y árboles. El contenido máximo de ceniza es de 0.6% para néctar floral y 1.0% para mieladas.

Sólidos insolubles

Los sólidos insolubles son por lo general partículas de cera, insectos, material vegetal y polen. El contenido de sólidos insoluble se determina diluyendo una cantidad conocida de miel y filtrándola por un papel de filtro, secando y pesando el mismo antes y después de filtrar. El contenido máximo de sólidos insolubles es de 0.1% para mieles normales y de 0.5% para mieles prensadas, o sea mieles tixotrópicas.

Enzimas

Las más comunes son; diastasa, invertasa, glucosa-oxidasa, fosfatasa y la katalasa. Se ha implementado el sistema de detección y cuantificación de enzimas como un método de determinar calidad de la miel procesada. Una vez la miel es sobrecalentada las enzimas se desnaturalizan y su presencia o ausencia es considerado como un índice de calidad.

Diastasa

Enzimas digestoras de almidón. Se encuentra la alfa-amilasa que divide las cadenas de almidón al azar, produciendo dextrinas, y la beta-amilasa que divide la azúcar reductora maltosa de los terminales de las cadenas de almidón. Los orígenes de ésta son muy discutidos y no se sabe a ciencia cierta si vienen del polen en el néctar o de la abeja. Las mieles más oscuras tienden a tener una mayor actividad de diastasa.

La actividad de diastasa es un excelente indicador de la calidad de una miel. Por mucho tiempo los europeos han considerado miel con una actividad de diastasa baja como miel que ha sido sobrecalentada y por lo tanto no apta para consumo de mesa. Mientras mayor el contenido de esta enzima, mayor es su calidad. Por lo

general ésta se expresa en gramos de almidón hidrolizados por hora a 40°C por cada 100 gr. de miel. Sobre los 27°C (80.6°F) la actividad de diastasa va disminuyendo según aumenta el tiempo de almacenaje.

Invertasa

La enzima responsable de la mayoría de los cambios químicos en la transformación del néctar es la invertasa (sucrasa o sacarasa). La misma viene mayormente de la abeja. El contenido de invertasa se utiliza como índice de calidad, mientras mayor la cantidad, mayor la calidad.

Glucosa-oxidasa

Si tomamos 10 gramos de miel y los diluimos con 40 ml de agua triple destilada o equivalente a una temperatura de 20°C (68°F), la glucosa-oxidasa liberará peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Luego de una hora el máximo de peróxido estará presente y se procede a medir éste. Se puede utilizar un test strip para estos efectos (Marckoquant hydrogen-peroxide teststrips Nr. 10.011). Se sumerge la tira por un segundo y luego de 15 seg se compara el color de la tira con el de la escala, la cual va de 0 a 25 mg H₂O₂/ por litro. Se multiplica el valor que da la escala por 5 para determinar la cantidad en microgramos de H₂O₂ creados por 1 gramo de miel en una hora. Por ejemplo, una lectura de 2 mg H₂O₂ quiere decir que hay 10 microgramos H₂O₂/gramo/hora a 20°C (70°F). Si el valor se acerca a cero, la miel fue calentada mucho o por demasiado tiempo. Una posibilidad es que la miel tenga un alto contenido de vitamina C y el peróxido es utilizado en la oxidación de la vitamina C. O que la miel tenga un alto contenido de katalasa y que la katalasa divida el peróxido en oxígeno y agua. Una miel con alto contenido de polen, puede arrojar valor altos de katalasa.

Si el título de la glucosa-oxidasa es mayor o igual a 10 microgramos por gramo por hora, el HMF va a estar por debajo de los 40 mg/1000g con una certeza de 95%.

Hidroximetilfurfural

La cantidad de hidroximetilfurfural (HMF) aumenta según aumenta la temperatura y el tiempo a la que esté la miel expuesta a calentamiento o a almacenamiento prolongado. Como valor promedio se ha adoptado el de 3 mg/100g de miel, cualquier valor sobre éste será tomado como indicación de miel de calidad inferior. Las mieles recién cosechadas, no calentadas arrojan valores de 1 a 5 mg/1000gr de HMF. Como dato curioso el HMF no es tóxico para los humanos, pero lo es para las abejas. Alimentar las abejas con miel sobre calentada o miel muy vieja pudiese ser tóxica para ellas. El almacenar la miel a una temperatura de 0 o mayor de 20 °C aumentará el HMF por ±1 mg/1000g por mes. Sólo la fructosa se convierte en HMF por lo que la razón de fructosa a glucosa de la miel afectará la razón a la que se genera el HMF. Mientras más se calienta la miel o aumente el tiempo de exposición al calor, aumentará la cantidad de HMF. Adulterar la miel con azúcar invertida aumenta drásticamente los niveles de HMF. El calentar o re-liquificar la miel utilizando un microondas aumenta drásticamente el nivel de HMF y disminuye el de las enzimas deseables.

Vitaminas

El néctar y la miel de por sí tienen muy poca cantidad y variedad de vitaminas. El contenido vitamínico de una miel está directamente relacionado a la cantidad de polen presente en la miel. Mientras más riguroso sea el proceso de filtración menor la cantidad y variedad de vitaminas de esa miel. Las mieles no procesadas y no filtradas (o sea coladas y clarificadas) van a tener un valor vitamínico mayor.

Entre las vitaminas comúnmente encontradas en la miel están;

- a. riboflavina
- b. ácido pantoténico
- c. niacina
- d. tiamina
- e. piridoxina
- f. ácido ascórbico

Substancias tóxicas

De Origen Vegetal

Por lo general, la mayoría de las sustancias tóxicas que se encuentran en la miel son de origen vegetal, o sea sustancias secundarias aportadas por la planta al néctar. En algunas áreas y bajo condiciones poco usuales, las abejas pueden recoger material contaminado, pero esto ocurre con muy poca frecuencia.

De los primeros registros de miel tóxica viene de los escritos del griego Xenophon (approx. 400 B.C.) quien describe los efectos de una miel tóxica en un grupo de soldados. El incidente se llevó a cabo en lo que hoy conocemos como Turquía. Los soldados que consumieron esa miel se desorientaron y fueron vencidos con más facilidad. La miel probablemente vino de *Rhondodendron ponticum*, o de *R. luteum*. (Sutlupinar et al. 1993. Poisoning by toxic honey in Turkey, Arch. Toxicol. 67:148-150.)

La mención en estos escritos de que las abejas llegan a almacenar miel tóxica para el ser humano es puramente para establecer su existencia en un contexto macro, pero la realidad es que cuando ocurre es un evento muy poco frecuente y aislado. Entre las sustancias tóxicas que podemos encontrar en el néctar o miel están;

- a. acetil andromedol
- b. andromedol
- c. anidroandromedol
- d. desacetil pieristoxin B
- e. scopolamina (*Datura*) = campana
- f. gelsemina (*Gelsemium semprevirens*)

- g. Sensación de quemazón en la garganta (Euforbiáceas)
- h. Sabor amargo en la miel (*Meleluca, Agave, Ligustrum*)
- i. grayanotoxinas *Kalmia latifolia* (Mountain laurel).

De Origen Foráneo

Por otro lado, según aumenta el uso de químicos y agroquímicos por el ser humano se debe estar claro que éstos se integrarán de alguna forma u otra a los productos que consumimos, no siendo la miel una excepción. A tales efectos tanto el apicultor como el consumidor deben tomar consciencia de que los productos que se utilizan en el agro, en el medio ambiente, y en y alrededor de la casa de alguna forma u otra llegarán a formar parte de lo que usted y los demás beben o comen. En e caso particular de la miel de abejas, sobre todo si el propio apicultor utiliza químicos en (dentro) de la colmena en un afán de controlar plagas y enfermedades.

Características Físicas de la Miel de Abejas

Introducción

Desde un punto de vista físico, la miel luego de extraída del panal, es una dispersión acuosa de material que cubre un rango amplio de tamaños de partículas. Desde iones inorgánicos, sacáridos y otros materiales orgánicos en verdadera solución, hasta macro-moléculas coloidales de proteína y polisacáridos, esporas de levaduras y mohos, y las partículas más grandes que son las de polen.

Siendo los azúcares los constituyentes más importantes, las características físicas más relevantes de la miel están impartidas en gran medida por los tipos y concentraciones de estos carbohidratos. Estas propiedades están expresadas en rangos en vez de constantes debido a la gran variación observada en las diferentes mieles, básicamente en su contenido de sólidos disueltos.

Aunque la miel es superficialmente un jarabe con un promedio de 84% de su contenido de sólidos disueltos en forma de fructosa (levulosa) y glucosa (dextrosa), sus propiedades, (viscosidad, índice refractivo, y densidad) difiere algo de aquellas de una solución de azúcar invertida con un contenido de agua similar. Estas propiedades varían en forma regular con el contenido de humedad (o su inverso, sólidos disueltos) de la miel. Cabe mencionar que el área de química de sustancias en la miel es un campo relativamente nuevo y los métodos que se están empleando no han sido depurados o refinados al nivel o grado deseado. Esto debido principalmente a la gran variabilidad de tipos de miel encontradas a través de todo el globo terráqueo.

Determinación del porcentaje de agua

El determinar con precisión el contenido de humedad (agua) de una muestra de miel es sumamente importante desde varios puntos de vista. El contenido de agua es el factor principal en la delineación y determinación de los estándares de calidad de la miel. Una miel con un porcentaje de agua de 19 cotiza mucho más bajo que una miel con un porcentaje de 17 ó de 18. Segundo, para que la información recopilada sea comparable con la presentada por otros autores (países) hay que utilizar un método estándar. De aquí que presentemos los siguientes métodos. Estos se pueden dividir en cuatro categorías:

- a. Evaporación con medidas de pérdida en peso
- b. Medida del volumen de agua removida
- c. Determinación química
- d. Determinación física

La primera es poco utilizada dada la sensibilidad de las azúcares de la miel al calor, se requiere secado a una temperatura baja, bajo condiciones de presión baja (vacío). Por lo general se añade un agente secante inerte para añadir volumen y porosidad a la masa. Se puede añadir agua a la muestra para facilitar su manejo. La gran higroscopicidad de la muestra seca de miel requiere de un manejo cuidadoso en un ambiente especial. El lugar donde se trabaja con la miel tiene que tener algún tipo de control de humedad sumamente efectivo para que la muestra no cambie en peso según es expuesta al medio ambiente. Literalmente la muestra cambia de

peso mientras se toma la lectura de peso en la balanza analítica.

Los otros dos métodos para determinar contenido de agua o humedad en una muestra de miel son muy largos y tediosos. Se ha llegado al consenso de que para el control de calidad de miel en la industria apícola lo más recomendado es el cuarto método, el índice de refracción. (Referencias sobre tratados más específicos; Crane, Eva. (1979) Honey a Comprehensive Survey. International Bee Research Association, Buckinghamshire, England.) En este método se coloca una muestra de miel sobre un prisma y se mide la refractividad o cómo se “dobla” el haz de luz según esta pasa por la muestra de miel. El índice de refracción va a variar directamente con el contenido de sólidos disueltos, que en este caso se presume que todos son azúcares. Se ha generado una escala que establece la cantidad de sólidos disueltos para cada lectura de refractividad. Algunos son portátiles y sirven para dar una idea bastante clara del contenido de agua. Para cumplir con los requisitos de importación/exportación hay que utilizar un instrumento con más precisión que da lecturas más precisas y que automáticamente compensa por variaciones en temperatura, lo que afecta la refractividad.

Densidad y densidad relativa

La densidad de una sustancia es igual a su masa por unidad de volumen. En algunos países la densidad de la miel se expresa como libras por galón (U.S. e Imperial). La densidad relativa o gravedad específica es la razón de la masa de un volumen dado a la masa del mismo volumen de agua. Si la densidad relativa de agua es de 1.0000g/ml at 4°C, la densidad relativa de una sustancia a cualquier temperatura (referente a agua a 4°C) es igual a la densidad a esa temperatura. La densidad relativa de un líquido se determina pesando un volumen conocido de la misma; también se puede determinar utilizando un hidrómetro flotante calibrado, que es lo más común.

Hidrometría

El hidrómetro es un instrumento que flota más arriba o más abajo en una sustancia dependiendo de la cantidad de sólidos disueltos en la misma. El cuello que sobresale de la solución está calibrado para que se puedan medir las unidades de densidad relativa u otra escala apropiada. Entre éstas podemos encontrar la escala Brix, Baumé, % de alcohol fermentable, y lb/gal entre otras. La escala de lb/gal se desarrolló a raíz del interés del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) de reglamentar la industria apícola e imponer como mínimo de densidad 11.75 lb/gal a 68°F.

Desde un punto de vista práctico al momento de manejar miel en grandes cantidades, es la gran variación en densidad presentada por las diferentes mieles que se cosechan, tanto en espacio como en tiempo, requiere que se preste particular atención a la mezcla de las diferentes mieles que se almacenan en un tanque. El que se formen diferentes estratos o capas de diferentes mieles es algo muy común, si no se toman precauciones durante el proceso de mezcla. La razón por la que la capa superior de miel en un tanque es la más diluida resulta de la estratificación por densidades y no tanto por que la área expuesta absorba humedad del medio ambiente (aunque es esta capa expuesta la que absorbe agua del medio ambiente). Calentamiento y mezcla cuidadosa pero completa son recomendados para evitar este agravante.

Métodos alternos

Una medida aproximada de la "consistencia" de la miel fue descrita por Hansson (1966). Se coloca un cono especial de forma que la punta inferior del cono apenas toque la superficie de la miel y se anota el tiempo que tarda el mismo en caer por la miel una distancia específica.

Un ensayo de campo para determinar contenido de agua máximo se realiza añadiendo una gota de miel a una solución de perclorato de calcio de una densidad de 18.6%, que es el valor establecido bajo de cual la miel se considera de primera calidad, en cuanto a la cantidad de agua respecta. Si la gota de miel sube a la superficie la miel tiene una densidad menor que la de la solución y por lo tanto un porcentaje de agua mayor de 18.6% (Aganin, 1965). Se pueden preparar soluciones en serie a diferentes concentraciones, para así poder encontrar el porcentaje de agua de la muestra.

Viscosidad

La viscosidad de una sustancia está altamente influenciada por su temperatura, mientras más alta la temperatura menos viscosa es la solución, en este caso la miel. Se desarrolló una ecuación relacionando viscosidad, contenido de humedad y temperatura, y se construyó una gráfica de la cual se puede determinar el contenido de humedad utilizando el tiempo que una bolita de acero toma en viajar una distancia determinada, a una temperatura determinada. Se obtiene el tiempo a una temperatura conocida entre los 30° y los 50°C para una bolita de acero de 0.16 cm (1/16") que cae 20 cm por el centro de un tubo de cristal de 25 mm de Pyrex lleno de la muestra de miel.

La viscosidad de la miel es sumamente importante cuando hablamos de bombear miel por un tubo o una manga. Mientras más viscosa la miel, más grande tiene que ser el tubo o hay que aumentar la temperatura de la miel para que ésta sea menos viscosa o utilizar una bomba de mayor capacidad y menor velocidad. Sin embargo, desde el punto de mantener la calidad de la miel, es preferible aumentar el tamaño del tubo o aumentar la capacidad de la bomba antes que aumentar la temperatura. Si hay que calentar la miel hay que tener la precaución de evitar calentarla más arriba de los 43.33°C(110°F). De lo contrario se afectará el color, el sabor y algunos componentes importantes como las enzimas.

El contenido de agua es el factor principal a tenerse en mente cuando se vende miel para la repostería ya que la calidad y la consistencia de la calidad del producto horneado dependerán de cuán reproducible es la receta y por consiguiente, cuán consistente es el contenido de agua de la miel. Si el contenido de agua varía mucho entre entrega, el comprador optará por un producto más uniforme y en ocasiones llega hasta eliminar la miel de la receta y sustituirla por azúcar granulada, lo que no beneficia a ninguna de las partes. La miel llega a aumentar el largo de vida de mostrador, por su capacidad higroscópica y a impartir una textura agradable al producto, lo que no es posible obtener utilizando azúcar granulada, aunque sea morena.

Propiedades ópticas

Rotación óptica

Al igual que muchos otros materiales y sustancias naturales, la miel tiene la propiedad de rotar el plano de luz polarizada. Esta propiedad depende mucho de los tipos y concentraciones de las azúcares de la miel. Mielles florales son levo-rotatorias, mientras que la mielada o "honeydew" y las mieles adulteradas son dextro-rotatorias. La miel está compuesta en su mayoría por fructosa la cual tiene una rotación óptica negativa. Las mieladas son, por lo general, más bajas en contenido de fructosa y tienen además melezitosa o erlosa, las cuales junto con glucosa imparten una rotación óptica positiva, (rotando hacia la derecha). Las mieladas o honeydews son mieles hechas a base de néctares extra-florales incluyendo aquellos cosechados de áfidos, hormigas y otros insectos.

Muta-rotación

Las azúcares tienen la capacidad de existir en solución en varios estados físicos que exhiben diferentes rotaciones ópticas. La azúcar sólida, por lo general, exhibe una sola forma o cristal. Al disolverse, se llega a un equilibrio entre las diferentes formas. Según pasa el tiempo la rotación óptica de la solución cambia. Esto se conoce como muta-rotación. Aunque un líquido, la miel exhibe un cambio bien lento en rotación óptica luego de diluida.

Color

El grueso de la literatura sobre el color de la miel es puramente descriptiva, relacionando el color de la miel a la fuente floral y al método de procesado. Los colores de la miel pueden variar desde casi transparente hasta miel casi negra.

El color de la miel está determinado, principalmente, por la fuente floral; sin embargo, no se han podido identificar a cabalidad cuáles son los agentes responsables de impartir el color al néctar y ulteriormente a la miel. No obstante, se sabe que además de los minerales que se obtienen del suelo, los pigmentos de origen vegetal pueden contribuir al color de la miel. Entre estos; los carótenos, las xantofilas y las antosianinas. Constituyentes vegetales que pueden aportar color lo son; partículas coloidales, taninas y derivados de la clorofila.

Factores importantes que están bajo el control del ser humano y que pueden afectar el color de la miel son;

- (1) La calidad del panal del alza de miel y
- (2) El tiempo que se deje la miel en el panal, sin ser cosechada.

Una vez en la planta de elaboración, la miel puede sufrir cambios adicionales significativos a su color dependiendo de los siguientes factores;

- (1) Temperatura a la que se calienta la miel para,
 - a. hacerla más fluida, o
 - b. para disolver los cristales de azúcar que podrían llevar a una cristalización temprana.
- (2) Tiempo de almacenaje. Mientras más tiempo pase la miel almacenada más oscura se pone.
- (3) Cantidad de luz que incida sobre la miel. Esto sobre todo cuando la miel es envasada en recipientes de plástico o cristal y a los mismos les llega luz directa o indirectamente.
- (4) Temperatura a la que está almacenada y a la que está en el mostrador hasta su venta.

Por otro lado, el color aparente de la miel puede, verse afectado por;

- (1) color y calidad del envase
- (2) el volumen del envase donde está la miel
- (3) cantidad y calidad de la luz detrás del envase

Este último factor merece particular atención pues la miel puede verse mucho más atractiva y por ende venderse más rápido y en mayor volumen si se toma el tiempo para preparar un forma de resaltar las características de la miel. Envases delgados, de cristal o plástico transparente aprobados para contacto con alimentos, son ideales. Que la capa de miel (el grueso del envase) permita pasar una buena cantidad de luz para poder percibir el color de la miel. Un mostrador que genere una luz indirecta detrás de los envases ayudará mucho en las ventas.

No existe un método estándar internacional para clasificar la miel por su color, cada país utiliza un método diferente. Sin embargo, cuando se mezclan mieles, como es común en la mayoría, si no en la totalidad de los casos, el método tiene que ser lo suficientemente preciso como para poder reproducir el mismo color una y otra vez. El instrumento más utilizado es el Colorímetro Pfund fabricado por Koehler Manufacturing Company, USA.

El color de la miel es sumamente importante en su mercadeo. Los consumidores de un área geográfica acostumbran consumir un tipo de color y sabor de miel en específico. Los norteamericanos tienden a preferir la miel de Trébol la cual es mucho más clara que la miel de origen tropical, estas últimas preferidas por la población latina, sobre todo en el Caribe y por los europeos. Sin embargo, aún en el Caribe, dentro de las mieles oscuras, se prefieren las más claras. Es aconsejable determinar cuál es el color que en promedio su consumidor prefiere y mantener este color mediante la mezcla de mieles de diferentes tonalidades.

La miel oscurece según se incrementa el tiempo de almacenaje. De aquí que sea importante mantener un inventario y documentación de toda la miel. Consuma o venda primero la miel que ha sido almacenada por más tiempo. La primera que llega, es la primera que se sale (FIFO)!

La miel, una vez cristalizada, cambia su color. El tamaño del cristal afecta el grado de oscurecimiento, los cristales más finos imparten las tonalidades más claras. Mucha de la miel que se consume en Europa es miel

cristalizada.

La competencia y las exigencias del público consumidor han logrado que los estándares de calidad de la miel sean bastante rigurosos. En algunos casos esto ha llegado a lo ridículo pues el público ha llegado a rechazar un tipo de miel porque su color varíe un poco a través del año. Es frecuente la pregunta ¿Por qué la miel varía tanto en color de cosecha en cosecha o de un lugar a otro del país? Poco a poco el consumidor se ha ido educando al respecto de que la miel tropical de primavera es multifloral y tiende a ser más oscura que la miel de verano/otoño la cual tiende a ser más clara, aunque como en todo, hay excepciones a la regla. Esta variación natural podría ser utilizada como factor positivo para el mercadeo ya que de una misma área el apicultor puede ofrecer dos o más tipos de mieles, todos de excelente calidad.

Propiedades termales

Calor específico

Contenido de humedad(5%)	Calor específico
20.4	0.60
19.8	0.62
18.8	0.64
17.6	0.62
15.8	0.62
14.5	0.56
miel granulada gruesa	0.64
miel granulada fina	0.73

Conductividad termal de la miel

Contenido de humedad (%)	Temperatura (C)	Cond. termal
21	2	118 x10 ⁻⁵
	21	125
	49	132
	71	138
19	2	120
	21	126
	49	134
	71	140
17	2	121
	21	128
	49	136
	71	142
15	2	123
	21	129
	49	137
	71	143

Punto de congelación

La miel se endurece según se le va disminuyendo la temperatura, pero el agua de la misma no se cristaliza aún cuando se reduzca la temperatura muy por debajo del punto de congelación del agua. El punto de congelación de unas muestras de miel al 15% de azúcares varió entre los -1.42 a los -1.53°C.

Valor calórico

Utilizando el sistema de Atwater revisado por la FAO/UN se encontraron valores de 1,380 cal/lb = 3.04 cal/g.

Cristalización

La miel, bajo condiciones normales, es una solución supersaturada de azúcares. Otro factor importante asociado a la alta concentración de azúcares es la tendencia a la granulación, la cual está directamente relacionada al contenido de dextrosa. Se considera importante la razón levulosa/dextrosa (L/D), donde a

razones de 1.0 a 1.2 las mieles cristalizaban rápidamente. Si la razón es de más de 1.3 este proceso se retarda.

Se ha observado que la solubilidad de glucosa disminuye con un aumento en la concentración de levulosa. Con el hidrato de glucosa como la parte sólida, se observó solubilidad a 54.64% sin fructosa, bajando a 32.55% a 39.4% de levulosa. El monohidrato de glucosa se cristaliza espontáneamente de la mayoría de las mieles.

Predicciones de tendencias a la granulación

Dada las variaciones tan marcadas en la composición de diferentes cosechas de miel, un método de predecir el comportamiento granulación sería sumamente útil para la industria. Se han desarrollado varios índices de granulación, entre ellos; (1) la razón de dextrosa/agua (no ajustada) de Austin (1958) (D/W), (2) la razón levulosa/dextrosa, (3) el índice de Codounis = $(\text{Brix} - \text{dextrosa})/\text{dextrosa}$, (4) y el (D-W)/L. Utilizando el índice de Codounis se llegó a la conclusión de que mieles con menos de 30% de dextrosa no se granulan.

Higroscopicidad

La naturaleza super-concentrada en azúcares de la miel la hace sumamente higroscópica. La importancia de este factor es doble. Primero, la miel absorbe agua de la atmósfera bajo ciertas condiciones, y por lo tanto se diluye haciendo más factible el que se inicie una fermentación. Por otro lado, la miel imparte características deseables de suavidad/humedad, a algunos productos alimenticios, como los horneados.

Cuando la miel es expuesta al aire, se registra un aumento o una pérdida en humedad dependiendo de; (1) la temperatura (miel y aire), (2) contenido de humedad de la miel, (3) y presión de vapor de agua en el aire, mejor conocido como humedad relativa. Para cada tipo de miel hay una humedad relativa en la cual la miel, ni gana, ni pierde humedad; ésta es la humedad relativa equilibrio. La gran variedad de densidades presentada por las mieles cosechadas, más aun si son de diferentes áreas geográficas, facilita el que se estratifiquen al ser almacenadas en tanques, sobre todo si no son mezcladas adecuadamente. Por supuesto las menos densas se van a la parte superior del tanque.

Cuando exponemos la miel a una humedad relativa menor a la de equilibrio, removemos agua de la miel. La pérdida de humedad es más rápida y notable a valores intermedios de humedad (entre los 20-24% H.R.) que a valores de 0% H.R. A humedades relativas muy bajas se forma una capa "seca" o piel, capa más densa en la superficie de la miel que retarda el proceso de remoción de agua.

Propiedades coloidales y tensión superficial

Coloides de la miel

Según se indicó previamente, la miel contiene una pequeña cantidad de coloides dispersos. Estos tienen un punto iso-eléctrico de 4.3 siendo de carga positiva a valores más ácidos y de cargas negativas en mieles menos ácidas. El material nitrogenado de los coloides presentes en la miel presentó un contenido de proteína de 55-56%. En las muestras con un contenido más bajo de coloides, un 15-25% de las proteínas encontradas eran solubles en grasa y se semejaban a la cera de abeja.

La turbidez de la miel aumenta según se diluye la misma, ya que se reduce el efecto peptinizador de los azúcares en el material coloidal. Estas partículas coloidales se pueden remover por floculación con bentonita y filtrando, aunque esto no se recomienda ya que la calidad de la miel desmerece considerablemente. En términos generales, más de la mitad de las proteínas de la miel son removidas si la miel es filtrada.

Tensión superficial

La tensión superficial es muy importante en el procesado de la miel. Un valor muy bajo puede llevar a que haya formación excesiva de espuma y de "scum" lo que es muy común durante el procesado de la miel. Esto es otra razón de por qué la miel se beneficia de dejarla reposar por una semana, posterior a su procesado. Todas las partículas de aire que se incorporaron en el proceso, se van a la superficie, de donde son fácilmente removidas.

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica de la miel varía entre los 0.868 a los 3.65×10^{-4} /ohm cm. Por regla general estos valores aumentan según el contenido de cenizas aumenta.

Fermentación

Esta sección se limita a presentar los problemas asociados a la fermentación de la miel causada por la contaminación con levaduras o por que la miel tenga un porcentaje de agua muy elevado y las levaduras que ocurren naturalmente en la miel se activen y fermenten la miel.

Levaduras y el contenido de humedad

Todas las mieles tienen levaduras osmofílicas o sea levaduras que son tolerantes a soluciones con una concentración relativamente alta de azúcares. Una miel se fermentará si;

- (1) el contenido de agua de la miel es elevado, en relación con el contenido de azúcar
- (2) la temperatura es adecuada,
- (3) ocurre granulación,
- (4) si el título de levaduras es suficientemente alto en relación al contenido de humedad y

(5) si el contenido de cenizas y nitrógeno es favorable.

Las fermentaciones de la miel ocurren en la mayoría de los casos, luego de la granulación de la misma. La remoción de hidrato de dextrina de la solución deja una fase líquida con un contenido de humedad más elevado y en la cual el contenido de humedad no está uniformemente distribuido. En el rango de humedad de la miel, un pequeño aumento en humedad puede iniciar fermentación. Usualmente la capa más diluida de la miel es la que queda más arriba en el envase y es la parte más expuesta a la intemperie y a las levaduras.

Potencial de fermentación según contenido de humedad

Contenido de Humedad	Tendencia a la Fermentación
< 17.1 %	No hay independ. del título de levaduras
17.1 - 18.0	No hay si el título es >1000/g
18.1 - 19.0	" " " " " >10
19.1 - 20.0	" " " " " >1
> 20.0%	Siempre hay peligro de fermentación

Temperatura de almacenamiento

Se recomienda que la miel sea almacenada por debajo de los 11°C o sobre los 21°C (52°F y sobre los 70°F). El intervalo del medio es el más favorable para la fermentación. En mieles maduras, (cosechadas con un porcentaje alto de operculación (>75%) la fermentación no se lleva a cabo sobre los 26.7°C (80°F.) Sin embargo, hay que tener precaución de no exponer la miel a temperaturas muy elevadas, pues tendríamos otros problemas más serios aún como, la decoloración, cambios en sabor, aroma y aumentos en el hidroximetilfurfural (HMF).

Sabor

El sabor es una característica muy importante de la miel; sin embargo, es la más difícil de describir. Al presente es imposible describir el sabor de la miel, pero se espera que pronto se desarrolle instrumentación que lo pueda llevar a cabo.

Los conocedores de la miel llegan a desarrollar habilidades para catalogar mieles dependiendo de su sabor. Por lo general el dueño de una empresa comercial designa una persona para realizar esta labor, en la mayoría de los casos lo hace él mismo. Un error en determinar una miel como agradable en sabor cuando no lo es, puede arruinar un lote completo de miel. Otra manera de arruinar el sabor delicado de una miel es

almacenándola en recipientes que tienen o permitan incorporar olores o sabores a la miel. Los siguientes factores deben ser considerados cuando se hace una prueba de sabor:

- a. La miel debe estar libre de sabores extraños como, pinturas, aceite, plaguicidas, agroquímicos, etc.
- b. Debe estar libre de sabores acídulos o a vino, asociados a procesos de fermentación.
- c. De sabor agradable, sin sabores fuertes procedentes de plantas que producen mieles desagradables en sabor o de miel sobrecalentada o mal manejada.
- d. Si se indica el sabor de la miel en la etiqueta, el sabor tiene que ser bastante fidedigno a la fuente floral que se reclama.

Es sumamente importante que la persona responsable de la calidad de la miel haga inspecciones minuciosas sobre cada lote, de forma que pueda categorizar los mismos de acuerdo a su calidad. Si la miel no es de la calidad deseada, la misma debe ser marcada de acuerdo a su grado. Miel con partículas de cera, polen etc. debe ser colada y clarificada, o filtrada antes de ser puesta a la venta.

Referencias

- Aganin, A. V. (1965) Determination of maximum water content of honey by the method of suspended drops. Trudy saratov. zootekh. vet. Inst. 13: 316-321 En ruso.
- Hansson, A. (1966) Ein Messgerät für die Konsistenzbestimmung des Honigs. Z. Bienenforsch. 8(6): 187-190

Propiedades Biológicas de la Miel

Introducción

A la miel se le atribuyen una serie de propiedades biológicas, unas están fundadas en experimentación científica y otras (la mayoría) en recomendaciones basadas en remedios folclóricos o caseros. A continuación trataremos de presentar aquellas que han sido más discutidas y evidenciadas.

Efectos antibacteriales

Sackett (1919) observó que algunas bacterias mueren rápidamente en miel no esterilizada por calor, dando mejores resultados las mieles diluidas. Dold, Du y Dzio (1937) fueron los primeros en examinar las propiedades antibacteriales de la miel, se le atribuyó a una sustancia llamada en aquellos entonces, "inhibina". Esta era susceptible al calor y a la luz. Luego, varios investigadores demostraron que mieles de diversos orígenes tenían efecto sobre bacterias gram-positivas y gram-negativas. Este efecto no era atribuido a la acidez, alto contenido de azúcares, compuestos nitrogenados, sino a una sustancia bactericida que era susceptible al calor, a la luz solar y a un pH bajo. Plachy (1944) reportó que las mieles de altura (>1,000 m) tenían por lo menos el doble de la actividad antibacterial que mieles de áreas bajas (<1,000 m). Sin embargo, se observó que sobre los 1,000 m la mayoría de las mieles tenían un porcentaje más alto de mielada. La mielada tiene propiedades antibacteriales más marcadas que la miel floral. Más tarde se encontró que los efectos de la "inhibina" eran causados por la acumulación de peróxido de hidrógeno, producido por un sistema natural de oxidasa de glucosa.

Se dice que la miel no tiene propiedades fungistáticas como tal y que la razón de que estos no pueden crecer es por la alta concentración de azúcares (Lavie, 1960).

Efectos farmacológicos

La miel ha sido utilizada en la medicina desde tiempos inmemorables. En los últimos cincuenta años se han visto muchos reportes de experimentos "in vitro" que demuestran los efectos de la miel en tejidos y órganos animales. Sin embargo, estos no necesariamente aplican a la fisiología humana, aunque es muy probable.

Una de las áreas donde más se habla sobre los beneficios de la miel es en la aplicación tópica en quemaduras. La viscosidad de la miel es una barrera excelente contra microorganismos. Su alta solubilidad en agua la hace fácil de remover. Y sus propiedades corrosivas leves previenen o evitan daño adicional a tejidos. Manjo (1970) concluye lo siguiente; lo mejor para una herida es dejarla sola y al descubierto, a menos que se aloje una infección y se requiera de tratamiento antibiótico, en tal caso es probable que la miel sea tan efectiva como cualquier otra cosa.

El alto contenido de fructosa de la miel ha llevado a que se utilice para elevar el metabolismo de alcohol en pacientes de alcoholismo. Por otro lado, se recomienda una gota de miel pura en cada ojo para lavar y remover molestias de los mismos. En términos generales al utilizar miel en un paciente es menos probable que se haga daño al paciente, en comparación con las demás sustancias químicas preparadas por el ser humano. Por el contrario, en la mayoría de los casos ha probado ser beneficiosa. El problema está cuando se le atribuyen propiedades que ésta no tiene o se utiliza en formas que no son cónsonas con sus características físico/químicas. Lo que sí no puede discutirse es que es un suplemento alimenticio y un tónico excelente.

Valor Nutritivo

La miel fue un artículo alimenticio de sobrevivencia para los primitivos. Dado su valor endulzante, es bien atractiva para la gente, aún cuando haya que recibir una que otra picada durante el proceso de cosecha. Recordemos que por muchos siglos la miel de abejas jugó un papel clave como endulzante ya que no se conocía la azúcar de caña o de remolacha o el jarabe de maíz alto en fructosa.

Entre los factores nutritivos más atractivos de la miel está el hecho de que la miel es un alimento de alto valor calorífico fácilmente asimilable. Es un producto que en su forma natural e inalterada es prácticamente predigerido. Muchas personas concientes de que mientras más sana la dieta, mayores son las probabilidades de llevar una vida sin problemas de salud, han comenzado o incrementado su consumo de miel de abejas como parte de una dieta balanceada.

La miel que más aporta a la salud del ser humano es la miel cruda/no-filtrada (raw/un-filtered). Las enzimas, vitaminas, proteínas y demás componentes activos de la miel son sumamente susceptibles al calor. Muchas mieles comerciales son pasteurizadas y filtradas a presión o ultra-filtradas lo cual destruye muchos de los componentes beneficiosos. Motivos para calentar la miel disminuyen; (1) la razón de cristalización, (2) la posibilidad de fermentación, (3) la viscosidad. El filtrar a presión hace la miel más transparente y por lo tanto más agradable a la vista; no obstante, se le remueven las partículas de polen y coloides que hacen una aportación de proteínas.

Procesado y Almacenaje de Miel Líquida

Introducción

El atributo más valioso de la miel es que es un producto alimenticio natural. Según incrementamos nuestros conocimientos en nutrición y fisiología, aumentan nuestras exigencias sobre calidad de los alimentos que ingerimos. Como resultado de esto, se le está prestando mayor atención a cómo se procesa la miel para su mercadeo. Es importante que se tomen todas las medidas pertinentes para mantener lo más óptima posible, la calidad de la miel.

Los problemas más grandes que confrontamos en el procesado de la miel son; el que ésta tenga humedad excesiva, polen, aire, y partículas de cera o de abejas. La totalidad de estos agravantes son de fácil solución si se toman las precauciones debidas, tanto durante la transformación en miel por parte de las abejas dentro de la colmena, como durante el manejo de la misma una vez extraída del panal. Posterior a esto tenemos que preocuparnos por mantener la calidad de la misma durante el período de almacenaje y entrega, hasta que ésta sea vendida y consumida.

Procesado hasta e incluyendo la extracción. A nivel de la colmena.

La preparación de un producto de calidad da inicio en la colmena. El efecto del manejo de las colmenas en el producto final (miel) tiene que estar siempre presente en la mente de todo apicultor. Entre los factores más importantes está el no utilizar los panales de la cámara de cría en el alza de miel. El uso de éstos producirá miel de una calidad considerablemente menor.

Los panales de la cámara de cría tienden a ser más oscuros ya que tienen más propóleos y más crisalidas. Además, el contenido de materia extraña que se deposita en los panales de la cámara de cría como resultado de la alta actividad en esta área es muy marcado, lo que aumenta el contenido de material particulado de la miel. Este material particulado, puede afectar el atractivo visual de la miel, haciéndola opaca y también llega a alterar el sabor de la miel. Según pasa el tiempo las crisalidas que se acumulan en cada celda aportan a que se aumente la porosidad de la superficie interna de la celda. Esta porosidad crea nichos para que se alberguen bacterias, levaduras y otros agentes patógenos, por lo que es recomendable rutinariamente cambiar estos panales que se van poniendo oscuros, cada tres o cuatro años.

Los panales del alza o cámara de miel deben ser utilizados únicamente en el almacenaje de miel ya sea líquida o en panal. Si oscuros, deben ser reemplazados, al inicio del flujo de néctar, por cuadros con cera estampada alambrada. Procure alambrear la cera estampada en lo vertical y en lo horizontal para darle rigidez al panal y que éste pueda soportar adecuadamente el manejo en la colmena durante la cosechada y transporte al área de extracción y el proceso de extracción en la centrifuga. Si se interesa producir miel en panal obvie este paso ya que se debe utilizar cera estampada sin alambre.

Control de humedad

El contenido de agua de la miel es el factor más importante al determinar la capacidad de almacenaje de esta y su calidad al momento de venderla. Las mieles exhiben una variación muy marcada en contenido de agua, dependiendo de la humedad atmosférica durante el flujo de néctar, durante la maduración en miel, y antes y después de la remoción de los panales de la colmena. La miel, siendo higroscópica puede absorber o perder agua de la atmósfera si los panales se dejan expuestos a la intemperie por mucho tiempo. En los trópicos húmedos el problema más serio es que el ambiente que circunda las colonias es de alta humedad por lo que la miel tiende a exhibir un porcentaje de agua alrededor de 19-20. La miel puede adquirir agua adicional del medio ambiente si, previo a la extracción, las alzas llenas de miel son almacenadas por mucho tiempo, (más de un día) en un espacio cuya humedad relativa es más alta que la del medio ambiente. La humedad relativa ambiental óptima para mantener una miel con un contenido de agua de 17.8% es de 59%

Remoción de agua de la miel todavía en panal

Es posible remover agua de la miel todavía en el panal. De hecho este es el momento más idóneo para realizar este proceso. Las abejas utilizan una combinación de temperatura y ventilación para remover agua de la miel. ¿Por qué no el apicultor? El circular aire con una humedad relativa de 33% a 25-35°C entre los panales de las alzas, a una razón de 250 m/min. por 12 hrs. removi6 0.7% de humedad, de panales operculados en su totalidad. El contenido de agua de una miel en panal puede ser reducido de un valor de 20% a uno de 18% en sólo 24 hrs. en un cuarto-caliente. Este tipo de cuarto está siendo instalado con más frecuencia en plantas de procesado de miel en áreas húmedas. El diseño del mismo no tiene nada de especial, lo importante es que se pueda circular aire cálido y de un contenido de agua mediano, entre las alzas y panales. Un método de circular aire en el cuarto es utilizando abanicos de techo de 36 pulgadas de diámetro por cada 150 a 200 pies cuadrados de piso de cuarto caliente. La temperatura del cuarto debe estar controlada termostáticamente para que no suba de los 38°C; las temperaturas comúnmente utilizadas son de 25-35°C. Se deben tomar precauciones en el diseño y sobre todo en la colocación de las alzas para que el aire no se acumule o concentre en un área del cuarto ya que la temperatura de ésta puede subir más de lo recomendado y dañar los panales. De ocurrir esto, el peso de la miel, combinado con la cera ahora blanda, provocará que el panal se rompa y la miel chorree. Haga estibas de alzas de no más de 4 a 5 cámaras. Deje espacio entre las estibas para que circule el aire como es debido colocando cada alza a 90° de la anterior. La construcción del cuarto caliente dependerá en gran medida de la zona geográfica. En áreas donde la miel operculada arroje valores sobre los 19% de agua se requerirá de la construcción y utilización de un cuarto caliente. En ambientes muy húmedos donde circular aire en un cuarto-caliente no remueva la cantidad deseada de agua, requerirá de la incorporación de de-humidificadores en el cuarto caliente. Este es el caso de la mayoría de los países tropicales con climas húmedos. Un de-humidificador diseñado para ser utilizado en una residencia promedio, remueve entre 10 y 30 libras de agua en 24 hrs., o sea, de ½ a 1¼ libras de agua por hora. Una pinta de agua pesa aproximadamente una libra. Tome lecturas frecuentes, con un refractómetro, de por lo menos 1 panal de cada estiba diferente, saque el promedio de estos valores y use éste para determinar cuanta agua se ha removido por unidad de tiempo y cuánto tiempo resta para remover la cantidad deseada de agua. Para lectura adicional Murrell, et al. (1988).

En áreas donde la miel operculada tiene en promedio un porcentaje de agua más bajo del 17.8% hay que

invertir el proceso. Utilizando un cuarto caliente se circula aire húmedo y caliente entre los panales y alzas para aumentar el contenido de agua, facilitando así la extracción de miel del panal.

El calentar la miel todavía en el panal en un cuarto a 35°C (95°F) hasta por dos días antes de la extracción no ha causado cambios notables en la calidad de la miel. Sin embargo, sobrepasar este tiempo y esta temperatura traerá como consecuencia desmejorías en la calidad de la miel.

Remoción de agua de la miel durante su procesado

A escala comercial, la miel una vez mezclada, es calentada y filtrada. Luego de este último proceso se puede incorporar a la línea de producción un sistema para remover agua de la miel. El método más utilizado sigue el mismo principio empleado en las plantas pasteurizadoras de leche para remover agua de esta. Aprovechando que la miel todavía está caliente se pasa por un sistema de vacío al cual se le adapta un extractor de aire para remover el aire húmedo que entra en contacto con la miel. De esta forma, en un sistema cerrado, se le puede remover de un 1 a un 2% de agua de la miel. Si la temperatura de la miel se mantiene constante, así como el vacío y la razón de movimiento de aire y de miel, el sistema removerá siempre el mismo porcentaje de agua. Si el sistema consistentemente remueve un 2% de agua de la miel, el operador de la planta, añade agua durante la mezcla (parte inicial del proceso), hasta llevar el porcentaje de agua a 20. Cuando la miel salga de la línea de procesado, lista a ser envasada, tendrá un 18% de agua, 0.6% por debajo de lo estipulado como miel de primera calidad (de 18.6% en adelante deja de ser miel de primera).

Desoperculado

Desopercular es el proceso de remover la capa de cera que cubre cada una de las celdas de un panal de miel madura. Este es el paso inicial en el proceso de extracción de miel. El equipo de desopercular varía, desde un cuchillo que se calienta en agua para facilitar el corte de los opérculos de cera, cuchillos de vapor, de resistencia, desoperculadores de cuchillos mecánicos de varios tipos, a máquinas que rompen la parte superior de las celdas de cada cara del panal. Algunas de éstas tienen cuchillos que giran, otras son de cadenas y algunas de cilindros con púas que giran a gran velocidad. Si interesa un desoperculador mecánico, invierta tiempo en comparar la información de varias casas que manufacturen estos. Existen una cantidad considerable de modelos que se ajustan a todas las necesidades y presupuestos de cada apicultor. Las bibliotecas tienen revistas apícolas en las cuales se anuncian casas comerciales que venden estos equipos. De lo contrario póngase en contacto con un apicultor reconocido.

Manejo de los opérculos

Una cantidad considerable de miel queda incorporada a los opérculos, no importa el método de desopercular que se emplee. Es importante tratar de recuperar esta miel. Se puede dejar que la miel escurra por gravedad, pero todavía quedará mucha miel incorporada a éstos. Este método es frecuentemente combinado con uno de prensado, para remover más miel. Sin embargo, aun después del prensado los opérculos pueden tener hasta

un 50% de miel por peso. El método más efectivo, al momento, es el de someter los opérculos a un proceso de centrifugación. En este equipo, la miel y la cera del proceso de desoperculado son mezcladas y bombeadas a una centrífuga especial (capping spinner). La cera y la miel caen dentro de la canasta de la centrífuga cuya pared interior es porosa. La miel pasa por unos 6 cm de cera, filtrándose en el proceso y luego es arrojada sobre la pared interior de la centrífuga por donde escurre hasta el fondo de la misma. Luego, es llevada, por tubería, a los tanques de almacenamiento. La capa de cera es rebanada constantemente mediante un cuchillo fijo, el cual mantiene el espesor determinado de la capa de cera. De esta capa ser muy fina dejaría pasar el material particulado, si muy gruesa, la miel no pasará por la cera e interfiere con el funcionamiento de la máquina.

Otra forma de remover miel de los opérculos es derretir la cera y la miel juntas. Una vez más, existen varios modelos de equipo que realizan esta labor. Este método fue muy común; sin embargo, se está recomendando en contra de su uso ya que se ha demostrado con evidencia irrefutable que la miel calentada por estos aparatos es de una calidad considerablemente menor a la no sometida al calor. De aquí que se recomiende que se empleen métodos menos dañinos a la miel como el de centrifugación de opérculos (cappings spinners) o el de prensado. Si hay que derretir la miel y la cera juntas, procure mantener esta miel aparte de la cosecha principal ya que es de menor calidad. De mezclar la miel calentada con el resto de la cosecha, por poca cantidad que sea, puede cambiar marcadamente el sabor de la cosecha principal.

Extracción

La extracción de miel del panal se hace, por regla general, utilizando una centrífuga o **extractor**. El apicultor de pasatiempo emplea extractores que van a la mano con el número de colmenas que opera. Los extractores vienen de dos tipos, **tangenciales** a la vertical del eje de rotación y **radiales**. En estos últimos los panales se colocan como los rayos de una rueda y tiene el atractivo de remover la miel de ambas caras del panal a la misma vez. Esto hace factible el que se puedan acomodar una cantidad mayor de cuadros por unidad de área y que se haga menos daño a la cera del panal. Los extractores radiales tienen cupo hasta para 72 cuadros y tienen una capacidad de extracción de más de 3 toneladas de miel al día. Los tangenciales remueven la miel de una sola cara del panal a la vez, se gira el panal 180° y se remueve la miel de esa otra cara. La mayoría de los extractores tangenciales son de dos, tres y cuatro cuadros, los de dos y cuatro cuadros pueden conseguirse con canastas reversibles. Este último modelo agiliza el proceso ya que no hay que remover el panal de dentro del extractor para girarlo. Una sola persona puede remover 450 kg de miel en un día con un extractor tangencial de 4 cuadros. Sin embargo, hoy en día el grueso de la cosecha mundial de miel es extraída utilizando extractores radiales. Los extractores tanto tangenciales como radiales, giran a una velocidad de no más de 300 rpm por espacio de 20-25 min.

Una vez la miel sale del extractor, va a un tanque de recogido (sump tank). Es un tanque, preferiblemente de acero inoxidable, doble coraza con una resistencia que calienta el agua de la cámara interna. La idea es mantener la miel caliente y facilitar su manejo por la tubería. El mantener tibia la miel ($\pm 33^{\circ}\text{C}$) disminuye su viscosidad. Dentro del tanque puede haber una serie de planchas de metal, que facilitan que el grueso del material particulado quede atrapado detrás de estas. Según se va llenado el primer compartimiento se va removiendo este material, en su mayoría cera. El atractivo de remover el grueso del material particulado se

hace palpable al momento de colar o filtrar la miel. Esto reduce significativamente la carga de trabajo de los filtros. Por otro lado, cuando se utiliza la centrífuga de cera/miel (Capping Spinner) toda la cera de los opérculos se mezcla y bombea junto con la miel, quedando la cera y el material particulado en la centrífuga.

Bombeo de miel

A menos que se pueda aprovechar el factor gravedad, acoplado al tanque de recogido debe ir una bomba eléctrica que permita manejar substancias altamente viscosas. El manejo adecuado de la bomba es crucial ya que de lo contrario se puede incorporar aire a la miel o reventar los tubos. En la mayoría de los casos la bomba debe girar a no más de 40 rpm. Se recomienda usar una bomba más grande de la capacidad requerida. Otra medida de precaución efectiva es la de incorporar un medidor de vacío en una unión T en el tubo que alimenta la bomba, justamente antes de entrar a ésta. Si se observa un vacío, por pequeño que sea, se debe disminuir la velocidad de la bomba. La única manera de garantizar que haya un mínimo de fricción y suficiente miel para la bomba es si los tubos que alimentan y remueven la miel son por lo menos del mismo diámetro de la entrada y salida de la bomba. La miel siempre debe ser alimentada a la bomba y nunca succionada de un tanque.

Calentamiento de la miel

El calentar la miel para ser envasada no es absolutamente necesario como muchos piensan. Sin embargo, facilita su manejo, al igual que destruye levaduras que podrían causar problemas de fermentación luego de empacada, sobre todo si ésta tiene un contenido de humedad sobre los 17%. Otra razón para calentar la miel es disolver los cristales de azúcar que podrían iniciar un proceso no deseado de granulación.

El calentar la miel facilita el manejo de la misma en la planta de extracción. Es importante prestar atención a la combinación de temperatura y tiempo al que se exponga la miel. Cuando se sobrecalienta la miel, ocurren varias cosas; (1) se oscurece y (2) aumenta su contenido de hidroximetilfurfural (HMF), (3) disminuye el contenido de diastasa e invertasa. El que la miel se torne más oscura es indicación de disminución en su calidad, y juega un papel importante en las preferencias del público consumidor. La tendencia es a preferir la miel más clara. La presencia de HMF en cantidades sobre el valor promedio estándar internacional (3 mg/100g) es indicación clara de una miel de calidad inferior. El efecto del calor es acumulativo, el mantener un drón de 300 kg por 5 días en un cuarto caliente a 48°C (para licuarla y facilitar su manejo) duplicó su contenido de HMF; a 43°C el incremento fue de un 25%. Aún las recomendaciones de calentar la miel por 30 min a 63°C aumenta el contenido de HMF. Si hay que calentar la miel, se calentará a la menor temperatura posible, no mayor de 33°C, por la menor cantidad de tiempo posible, y se enfriará lo más rápido posible. Una miel con un contenido (actividad) de diastasa e invertasa muy bajo se considera de menor calidad. Una disminución en estos últimos puede llevar a cabo por calentamiento excesivo, período de almacenamiento prolongado o combinación de ambos.

Una decoloración marcada, pérdida de sabor y aroma serán el resultado de aplicar calor directo al calentar la miel. La única manera viable de calentar la miel es mediante un sistema de calentamiento indirecto. Existen

muchas variantes a este principio, puede ser tan sencillo como un recipiente de agua caliente y dentro de éste se coloca otro con la miel a calentarse o tan sofisticado como los "heat exchangers". Si se cuenta con un sistema comercial de calentamiento y enfriado como los "heat exchangers" tipo placa se podrá calentar la miel a 70°C (158°F) y luego enfriarla antes de que transcurra media hora, o a 80°C (176°F) por no más de 6 minutos. De no contar con este sistema, se recomienda que la miel no sea calentada sobre los 37.78°C (100°F) por más de 1 día. Los apicultores que calienten su miel a Baño de María u otro método comparable, como el antes descrito deberán acogerse a esta última recomendación de temperatura/tiempo.

Existen varios modelos y sistemas para calentar la miel antes de su filtrado y eventual envase. El método más sencillo es utilizando un tanque de doble cámara (double jacket) que circula agua caliente dentro de las paredes del tanque. La miel es calentada mediante contacto con las paredes, las cuales a su vez son calentadas por el agua caliente. Para aumentar la eficiencia y velocidad de transferencia de calor, se incorporan agitadores mecánicos que muevan la miel. Los agitadores evitan que la miel que da a la pared del tanque se sobrecaliente mientras la del centro permanece fría. Este método no es muy eficiente y toma mucho tiempo en lo que la miel se enfría lo que aumenta las probabilidades de que se afecte negativamente la calidad de la miel. Una de las razones principales de la baja en calidad es la pérdida de fragancia, por estar expuesta al aire.

Un método más eficiente y efectivo es el utilizar un aparato parecido al pasteurizador de leche, que mantiene la miel en un sistema cerrado en el que no se pierde aroma. Empacadoras de miel de escala pequeña utilizan "heat exchangers" tubulares mientras que plantas empacadoras de más capacidad utilizan "heat exchangers" tipo placa. Al sistema se incorpora un filtro (que trabaja a presión) antes de que la miel sea enfriada. Las mieles tratadas de esta manera son sumamente claras, ya que no tienen ninguna partícula suspendida como cera y polen, y se eliminan los cristales de azúcar que darían inicio a un proceso de cristalización prematuro. Estas mieles pierden muy poco de sus propiedades organolépticas ya que nunca fueron expuestas al aire, excepto durante la extracción y embotellado.

La mayoría de la miel envasada por los apicultores de pasatiempo o de pequeña escala no es calentada ni filtrada. Esta tiende a tener un sabor y aroma más agradable que el de mieles calentadas o procesadas, por lo que el público ha comenzado a solicitar miel no calentada y no filtrada. Estos apicultores envasan un producto de una calidad más alta utilizando sólo coladores y tanques de clarificación. Este tipo de miel tiene un valor nutricional y medicinal mucho mayor que el de mieles calentadas y filtradas. De hecho las mieles calentadas y filtradas se pueden considerar como un jarabe endulzante con color natural y no miel. La miel como tal debe tener todos sus componentes biológicos activos para poderse llamar pura y natural.

Filtrar o colar

Antes de entrar en el tema hay que hacer distinción entre pasar la miel por un cedazo para remover el grueso de las partículas o sea, **colar** la miel, y **filtrar** la miel a presión por un filtro de una porosidad y tamaño determinado. Este último tiene una porosidad considerablemente menor que las aperturas de cualquier colador o cedazo.

Colado en la apicultura de pasatiempo

Las temperaturas promedio encontradas en los trópicos facilitan que la miel cuele bien a temperatura ambiente, de $\approx 29.44^{\circ}\text{C}$ (85°F). Si el día está muy frío, se debe esperar y realizar el trabajo de extracción más tarde en el día o en un día cálido. De lo contrario el proceso de colado puede ser muy lento y tedioso.

El material por el que se ha de colar la miel puede ser: tela metálica de acero inoxidable, fibra de vidrio, de nylon o de algodón. La idea de proceso de colado es remover el grueso del material particulado que principalmente está constituido por partículas de cera del proceso de desoperculado y una que otra partícula de abejas, así como astilla de madera de los cuadros.

En una operación apícola de pequeña escala, la miel es colada según sale del extractor. Bajo el grifo que controla la salida de la miel del extractor, se coloca una paila o balde y sobre este el colador. Una vez el recipiente se llena o llega a un nivel que lo hace más manejable, se remueve el colador y se vierte la miel en un tanque de clarificación. El tamaño del tanque de clarificación se ajusta al tamaño de la cosecha de forma que el tanque se aproveche al máximo. En muchas operaciones apícolas, la miel se cuele por una serie de coladores que van de mayor a menor y luego pasa directamente a ser almacenada en drones de 300 kg. La miel debe permanecer en el tanque un mínimo de dos semanas. Esto promueve el que el grueso de las burbujas de aire y de las partículas más pequeñas suba a la superficie del tanque. Son muy pocas, si algunas, las partículas que van al fondo del tanque.

Colado en una planta de procesado de miel

Uno de los coladores más utilizados es el de Ontario Agricultural College (O.A.C.) o alguno que siga ese diseño. Este consiste de una serie de 4 cilindros de diferentes tamaños uno dentro de otro, con mayas de 18, 23, 28, 33 huecos por cm. El colador del centro a donde se vierte la miel es el que tiene las aperturas más grandes y el exterior tiene los orificios más finos. Estos se colocan de forma que se inicia el colado con el de maya más ancha. La serie de coladores se pone dentro de un tanque para disminuir incorporar aire a la miel. La miel es removida por un tubo de salida colocado un poco más abajo de la superficie superior de los coladores. De esta forma se evita la incorporación de burbujas de aire.

Aún con este sistema de coladores hay que tomar la precaución de remover (colar) el grueso del material particulado antes de pasar la miel por el O.A.C., de lo contrario habrá que interrumpir el proceso de colado muy seguido para limpiar la primera serie de coladores.

Filtrado de la miel

Al filtrar la miel se remueve el polen, los coloides y algunas partículas de aire que no son removidas por el proceso de colado. Irrespective del tamaño de la operación, hay una serie de factores básicos que hay que

mantener en mente; (1) de todas formas hay que colar para remover el grueso de las partículas antes de filtrar, (2) la miel debe ser calentada a 43°C (110°F) para disminuir la viscosidad, (3) el filtrado debe llevarse a cabo en un sistema cerrado, (4) la superficie de filtración debe ser lo más grande posible, (5) los filtros deben ser fáciles de limpiar, desarmar y armar, (6) se debe enfriar la miel lo más rápido posible luego de calentarla y filtrarla.

Hoy día el filtrado a presión es procedimiento estándar en la mayoría de las procesadoras comerciales de miel de abejas de todas partes del mundo. El público se ha mal acostumbrado y solicita miel filtrada. La razón principal siendo que la miel filtrada es más cristalina y por lo tanto más atractiva a la vista. No hay que negar que también ésta tarda más en granularse, ya que se le remueven los cristales que podrían dar inicio al proceso de cristalización. No obstante, el proceso de filtración remueve gran parte del polen y de los coloides proteicos lo que disminuye su valor alimenticio. Muchos conocedores de la miel objetan el que se filtre la miel, basándose en que la miel filtrada deja de ser un producto completo ya que se le están removiendo componentes integrales y naturales que pueden aportar a la nutrición de aquel que la consume.

El primer método de procesar la miel, filtrando a presión, fue descrito por Lothrop & Pain (1934). Básicamente el método consiste en mezclar una pequeña porción de material inerte (tierra diatomácea) con la miel, calentar, y filtrar a presión. Los filtros tienen una serie de placas sobre las cuales se coloca papel de filtro. Es este último el que remueve el material inerte y las partículas a ser removidas. Se requieren unos 2 kg de material por cada 450 kg de miel a ser filtrada. Luego de filtrada, se reduce la temperatura de la miel lo más rápido posible, y se envasa.

Cristalización de la miel

La granulación o cristalización de la miel es un proceso natural a todo tipo de miel. Sin embargo, la miel granulada no debe ser puesta a la venta, lo indicado es venderla líquida o cremada. Una miel granulada no debe, bajo ninguna circunstancia, dar la impresión de que está adulterada. Todas las mieles se granulan.

La cristalización es uno de los problemas más grandes que tienen los apicultores y empacadores una vez la miel es almacenada. El problema viene a raíz de que la miel es una solución saturada de azúcares con tendencia a que la dextrosa se precipite de solución o sea se cristalice. La tendencia de la miel a cristalizar depende principalmente de las proporciones relativas de dextrosa y levulosa. Si el contenido de dextrosa es bajo, relativo al de levulosa, la miel tiende a permanecer en forma líquida. Esto por supuesto está fuera del control del apicultor ya que depende de la flora que las abejas visitan.

El proceso se inicia con la formación de un sólo cristal, a partir de la formación del primer cristal la razón de cristalización se acelera drásticamente, pero aún esto varía de miel en miel. Es común que la miel en un drón se cristalice en menos de una semana a partir de la producción del primer cristal. El tiempo que tarda en formarse el primer cristal de azúcar depende de varios factores y puede ocurrir en varios días, como en años. Entre los factores que afectan este proceso están, tipo de floración, zona geográfica, y manejo de la miel antes, durante y después de su procesado.

Manejo de miel cristalizada

Se han propuesto gran cantidad de métodos para retardar la granulación de la miel. La meta a lograr es derretir (eliminar) todos y cada uno de los cristales de azúcar que puedan dar inicio al proceso de cristalización. Lo más apropiado es calentar la miel a 70°C (158°F) y luego enfriarla antes de que transcurra media hora o a 80°C (176°F) por no más de 6 minutos. De no contar con la maquinaria requerida para realizar esta tarea, se recomienda que la miel sea calentada a 43°C (110°F) por no más de 1 día. Dada las variaciones en tendencias a granular, el apicultor o el envasador, tendrá que manejar la temperatura y el tiempo de calentamiento dependiendo de la miel que se esté procesando. Las temperaturas y tiempos pueden ser más bajos de lo aquí recomendado, pero nunca más alto, de lo contrario se verá afectada la calidad del producto. Una precaución adicional es procurar que el envase en el que vamos a almacenar la miel esté bien limpio y sobre todo libre de cristales de azúcar. De nada vale invertir tiempo, dinero y energías en calentar y derretir todos los cristales de la miel, si envasamos ésta en un recipiente que tiene cristales de azúcar en sus paredes, fondo o tapa.

La miel, es usualmente almacenada a granel en drones de 208 litros = 300 kg (55 galones = 646 lb), a la fecha de empaque es calentada, procesada y empacada. Una vez granulada, el aplicar calor es la única manera viable de re-licuificar la miel. Cuando la cantidad y tamaño de envases no es muy grande, es aconsejable sumergirlos hasta el cuello, en un baño de agua caliente. Tenga la precaución de destapar el envase para que escape el aire que expande según se calienta y con un tubo de acero inoxidable mezcle según la miel se calienta para que no se sobrecalientes por áreas.

Si en mayor cantidad, hay que poner los drones en un cuarto-caliente o cuarto de derretido. En el diseño y construcción del cuarto-caliente hay que tener en cuenta varios factores. Aire caliente en movimiento transfiere calor a la pared del envase dos veces más rápido que aire muerto. La velocidad de licuificación aumenta cuando la parte líquida es removida según se derriten los cristales. Por lo general los drones en donde se envasa miel son de tapa removible. A éstos se le remueve la tapa y son invertidos sobre un enrejillado, de forma que la miel, una vez derretida, caiga a un tanque de recogido de pared doble (con agua caliente), que la mantiene caliente hasta que todos los cristales estén disueltos. Entonces se procede con el proceso de empacado. La temperatura óptima para el cuarto-caliente es de 60-70°C (140-158°F). Si la miel es permitida escapar tan pronto se licue, es posible que no haya que subir la temperatura de los 57°C (135°F). En 24 horas o menos la miel estará completamente líquida nuevamente.

Otra manera de remover la miel granulada del drón que derrite la miel más rápido, es invertir el drón a 45° sobre tubos por los que corre agua caliente (60°C; 140°F). Los tubos deben estar separados no más de 6 mm y el cuarto debe estar calentado según recomendación descrita anteriormente.

Miel cremada

La miel cremada es miel cristalizada bajo un proceso especial controlado, que produce un cristal fino que da a la miel cremada apariencia y textura de mantequilla de maní. Este tipo de producto se puede untar en galletas,

panes, etc., teniendo el atractivo de que no se corre o chorrea. La miel cremada tiene una consistencia y sabor muy diferente, pero sumamente agradable, al de miel en estado líquido. Este tipo de miel tiene mucha aceptación en Europa y cada día tiene más acogido en el Nuevo Mundo. En países tropicales cálidos la miel cremada tiene una consistencia más líquida y debe ser almacenada en un lugar fresco o frío. Lo ideal es que la temperatura esté entre 15.5 y 21°C (60 y 70°F).

Para producir miel cremada se añade un 10% de miel de fina granulación y se mezcla bien, tomando la precaución de no incorporar aire. El envase se almacena en un lugar frío a unos 14°C (57°F) por unos 10 días. La miel debe tener un porcentaje de humedad no mayor de 18 y preferiblemente menor de este. Miel con un porcentaje de humedad alto sometidas a este proceso de granulación-fina controlado puede y muchas veces así ocurre, se fermentan. Durante el proceso de y luego de cremada, la miel debe colocarse en envases a prueba de humedad. Esta miel destinada a ser cremada no necesita calentarse pero si debe estar libre de partículas como aire, polen, cera u otro material particulado. Estas partículas facilitan el que se formen cristales de diversos tamaños lo que producirá un producto no uniforme y menos palatable.

De no contar con el inóculo de miel cremada, se obtendrá miel que se haya cristalizado. De utilizar estos cristales sin modificarlos se producirá una miel de sabor y sobre todo textura no agradables. Esto se debe a que los cristales son muy grandes. Se tomarán estos cristales y se maceran en un mortero frío hasta que queden bien finos, al punto de que no se perciban éstos al frotarse entre los dedos. Macere los cristales con lentitud para no generar calor, lo que derretiría los cristales. Una vez estos estén bien finos, utilícelos para inocular el equivalente de nueve partes de miel. Para más información, consulte Dyce (1931).

Mezcla de mieles

Casi todos los empacadores de miel hacen mezclas de miel para mantener el color y calidad del producto lo más uniforme posible. Sin embargo, hay muy poca literatura sobre como realizar la mezcla de diferentes mieles lo más eficiente posible. Cuando se mezclan mieles para mantener un color uniforme se utiliza un equipo que nos permita consistentemente medir el color o largo de onda de la miel, como por ejemplo el colorímetro que emplea la escala Pfund. Es clave hacer mención que cuando dos o más mieles se mezclan su color aumenta sobre la diferencia de ambas, sobre todo si las mieles están por debajo de un valor de Pfund de 70 mm.

El factor más importante en la mezcla de mieles es cuán completo y uniforme es la mezcla. Si mieles de diferentes densidades son mezcladas inadecuadamente, la miel o mieles menos densas (con más agua) se van a la superficie, formando estratas de diferentes colores. Miel de diferentes colores y contenidos de humedad no se separarán, si son bien mezcladas con agitadores mecánicos. Hay que prestar particular atención a que los mezcladores giren a velocidades muy lentas para no incorporar aire a la miel.

Almacenamiento a granel

Aparte de un procesado inadecuado, nada perjudica más la miel que un almacenamiento prolongado bajo

condiciones no adecuadas. Los dos factores más importantes a considerar en el almacenamiento de miel a granel son; (1) fermentación y (2) temperaturas inadecuadas. En mieles con menos de 17% de humedad no ocurrirá fermentación, irrespectivo del contaje de levaduras; entre 17.1 y 18% la miel estará segura si ésta tiene un contaje menor de 1,000 levaduras/g; entre 18.1 y 19% si tiene un contaje menor de 10/g; y entre 19.1 y 20% si tiene un contaje menor de 1/g. Todas las mieles con más de 20% de humedad están en constante amenaza de fermentación. Para evitar la fermentación en miel almacenada a granel se puede; (1) almacenar a 11°C (52°F) o (2) calentar la miel a 63°C por 7.5 min, 69°C por 1.0 min.

El segundo peligro es el de almacenar la miel a temperaturas inadecuadas por espacios de tiempo prolongados. Mieles claras almacenadas a 21°C se oscurecerán 1.0 grado en la escala Pfund cada 4 meses (miel ámbar 3 mm). A 71°C (160°F) la mitad de la invertasa se destruye en 40 min, la mitad de la diastasa en 4.5 horas y en 5 horas se ha formado suficiente HMF como para que la mayoría de los importadores/exportadores del mundo rechacen el embarque.

Almacenamiento de miel líquida

Se puede mantener miel en su estado líquido por tiempo prolongado, si se enfría ésta previo al almacenamiento, a 0°C (32°F) por lo menos durante 5 semanas. Mieles tratadas así no han granulado hasta después de los dos años, mientras que mieles no sometidas a este tratamiento han granulado hasta en 5 semanas.

Un problema serio y común de los empacadores es que empacan la miel a una temperatura muy elevada y estiban las cajas para su posterior distribución y venta. Esto crea un efecto aislante que retrasa mucho el enfriamiento de la miel, lo que resulta en mieles de menor calidad. Una vez envasada, la miel debe ser enfriada a 0°C por 5 semanas y luego colocada en el almacén. De lo contrario hay que buscar la manera de disminuir la temperatura de ésta lo más rápido posible antes de estibarla en el almacén.

Envases para almacenamiento

Los envases para almacenar miel varían desde pequeños sobrecitos de celofán hasta drones con capacidad de 300 kg. Años atrás la miel se empacaba en envases de metal (para gran volumen) y de cristal (para volúmenes más pequeños); sin embargo, la tendencia es hacia la utilización de envases plásticos (PVC y PET) para volúmenes de 20 litros y menores. Si se decide a favor de drones o envases de metal hay que asegurarse de que el mismo esté recubierto con laca o con bolsas de "pliofilm" (plástico) y que la tapa sea completamente removible. Cantidades que no ameriten el uso de drones se envasan en recipientes de 20 litros de plástico.

Referencias

Dyce, E.J. (1931) The crystallisation of honey. *J. econ. Ent.* 24 : 597-602

Lothrop, R.E. & Pain, H.S. (1934) A new method of processing honey. *Am. Bee. J.* 74 (12) : 542-543

Murrell, D.;Henley, B.(1988) Drying honey in a hot room. *Am. Bee J.* 128 (5) : 347-351

Usos y Productos de la Miel

Introducción

A través de la historia, el ser humano ha utilizado la miel como un agente endulzante y como preservador de alimentos. De hecho, por miles de años fue el único endulzante conocido. El azúcar de caña y de remolacha prestó fuerte competencia cuando se abren las rutas marítimas entre el Viejo y el Nuevo Mundo, al punto que, eventualmente, desplaza la miel como agente endulzante principal. No obstante, según pasan los años y el ser humano se educa éste se percata de la importancia de evitar el consumo de productos refinados y se le está dando cada día más importancia a los productos naturales. Existe un sin número de productos comerciales y de producción doméstica, en los cuales la miel imparte características superiores al uso de la azúcar refinada.

Se utiliza la miel en muchas áreas como la repostería, productos horneados, preserves, conservas, mermeladas, jarabes, empacado de carnes, manufactura de tabaco, cosméticos, preparación de bebidas, dulces y medicinas. Un área importante es en la manufactura de helados. Sin embargo, inicialmente se encontraron varios inconvenientes debido a que la miel está compuesta, básicamente de azúcares invertidas, y éstas tienen un peso molecular más bajo que la sucrosa por lo que impartía un punto de congelación mucho más bajo. Por esta razón el helado con miel hay que producirlo y almacenarlo a temperaturas por debajo de los manufacturados con sucrosa. Como contraparte, a temperaturas bajas, el helado con miel de abejas mantiene una consistencia más cremosa, por lo que ésta propiedad puede ser utilizada por el productor o distribuidor a su mejor conveniencia, ya que el producto no endurece a temperaturas bajas.

La miel como producto

La mayoría de la población mundial consume la miel de abejas en su forma natural o sea, en panal, líquida o cremada. Se estima que el 90% de la miel mundial es consumida en esta forma. Discutiremos a continuación como se utiliza la miel en ese restante 10%.

La miel en la repostería y productos horneados

Se viene utilizando la miel para estos fines desde tiempos inmemorables. Los egipcios, romanos, alemanes, griegos veneraban ciertos productos horneados con miel, al punto de que algunos eran horneados sólo para ser ofrecidos en sacrificios a los dioses. Si nos transportamos a estas épocas y nos percatamos de que no había ningún otro agente endulzante, se percibe con más claridad por qué era tan atractiva la miel de abejas para ellos. Los israelitas en su éxodo de Egipto relatan haber encontrado el maná, se cree que este puede ser mielada cristalizada.

Hoy en día en las Américas el uso industrial de la miel se basa casi exclusivamente en productos horneados. Es bastante fácil conseguir pan, galletas y donas donde se ha utilizado la miel como ingrediente. La miel en la

manufactura de panes, idealmente debe constituir un 6% del peso de la harina, da al producto unas características de sabor, aroma, color, y propiedades de almacenaje bien atractivas. En los Estados Unidos de América se usan unas 25,000 toneladas de miel en la manufactura de panes y galletas. Las galletas más famosas en este renglón lo son las galletas de miel Graham. También se está incorporando miel a los cereales secos para desayuno.

El uso industrial de la miel está basado en recomendaciones generadas por estudios de investigación sobre su comportamiento al mezclar, batir, hornear, palatabilidad, propiedades de almacenaje. En términos generales se puede sustituir una tercera parte de las azúcares con miel, y se verán mejorías en la capacidad de retener humedad y de largo de residencia en el mostrador, también tiende a evitar el producto horneado se desborone.

La miel en la manufactura de dulces

En este renglón el uso más común es en la manufactura de turrónes y bombones. El turrón de alicante español, famoso en todo el mundo, usa la miel como uno de sus ingredientes principales. Unas 8,000 toneladas de turrón son manufacturadas anualmente en España sólomente. Cada país tiene su versión de turrón, unos más duros que otros, pero todos de sabor muy agradable. Estos son preparados casi siempre para las festividades de navidad. En todo el mundo, se utilizan unas 1,500-2,000 toneladas de miel en la manufactura de dulces.

Cereales

Algunos cereales son impregnados con miel o mezclas con miel, para hacerlos más atractivos a sus consumidores. Sin embargo, sus propiedades higroscópicas hacen que su uso sea limitado a ciertos granos. Se utilizan unas 250 toneladas en la manufactura de cereales.

Untes

El producto más conocido en este renglón es la miel cremada por el método Dyce. Esta se puede untar en panes, galletas y demás productos sin que gotee o se escurra. Se detectan cambios en sabor y consistencia que para muchas personas resulta ser más atractivo que si se utiliza la miel líquida. Se puede obtener un unte hecho a base de miel y mantequilla el cual ha tenido mucha aceptación en el mercado, se cree que está hecho a base de 55% miel 45% mantequilla. Una variante lleva canela.

Un producto que está tomando boga está hecho con miel y frutas deshidratadas, comúnmente son utilizados el melocotón y la fresa. Esto da una mezcla de textura y sabor agradable, y no es tan dulce como la miel cremada.

En ocasiones se incorporan partes iguales de miel y mantequilla de maní para hacer una mezcla muy atractiva y nutritiva. Se preparan emparedados con esta mezcla y se añaden lascas de guineo u otra fruta. También se pueden mezclar partes iguales de miel y de queso crema para hacer un unte muy delicioso. Unas 200 toneladas de miel son utilizadas en la manufactura de untes.

Comidas de bebes

Hace dos generaciones que los alimentos de bebes se han arraigado como producto comercial. El uso de miel en este renglón se limita a endulzar las frutas y cereales; sin embargo, se llegan a utilizar unas 100 toneladas.

La miel en el empaque de carnes

Muchas personas han descubierto que los jamones cocidos y/o empacados en miel tienen un sabor más agradable. Unas 75-100 toneladas son utilizadas en este renglón.

Mermeladas y jaleas

La mayoría de las mermeladas y de las jaleas son manufacturadas con azúcar en vez de miel, dada la higroscopicidad y contenido de agua de la miel. Sin embargo, muchas personas utilizan miel en la preparación de mermeladas y jaleas ya que; (1) no desean utilizar un producto refinado, (2) desean un producto con menos cantidad de azúcar, (3) les agrada el sabor que imparte la miel.

Cabe resaltar que hay que experimentar al momento de usar miel de abejas para confeccionar mermeladas, conservas, preserves y jaleas, ya que la firmeza del producto va a ser diferente a si se siguen las recomendaciones sugeridas por la casa productora de la pectina. El tipo de miel utilizado debe ser considerado pues hay sabores de miel que resaltan al del ingrediente principal otras lo enmascaran. Unas 5-10 toneladas son usadas en la manufactura de estos productos.

Miel en polvo

Este producto es elaborado mediante el proceso de liofilización (freeze drying). Otro método es asperjando una fina capa de miel sobre un tambor caliente, se evapora el agua y se raspa el resultante polvo. Este es estabilizado mezclándolo con azúcar no-higroscópica o con almidón. Se utiliza mucho este producto para ser incorporado a las carnes procesadas ya que reduce el encogimiento de la carne hasta en un 19%.

Otros usos

Se incorpora miel al grano de café al momento de ser tostado, para mejorar su sabor y darle brillo al grano. Se mezcla con ciertos aceites y nueces para hacer alimentos de alto contenido calórico y proteínico.

Productos de la fermentación de la miel

El más famoso de todos es la producción de “Mead” o la Hidromiel que es un vino de muy alta calidad hecho exclusivamente de miel, aunque hay variantes que llevan otros ingredientes pero que llevan otros nombre, para considerarse Hidromiel tiene que ser elaborado a base de miel de abejas. Pero se utiliza también en la manufactura de cordiales como el Benedictine francés. En África es común el consumo de una cerveza casera hecha a base de miel. En total se calcula que unas 100 toneladas son utilizadas anualmente en la manufactura de vinos, otras 100 en bebidas varias y unas 40,000 toneladas en cerveza casera africana.

La miel en productos de tabaco

La miel es usada extensamente en la manufactura de productos del tabaco. En este caso las características higroscópicas de la miel son una ventaja ya que mantienen el tabaco húmedo y con buen sabor y olor, además de que retarda la quema, lo que produce un humo más fresco y agradable. Unas 2,000 toneladas son utilizadas en productos del tabaco incluyendo las picaduras para pipas o cachimbas.

La miel en productos farmacéuticos

La miel ha sido utilizada por siglos como remedio y cura de muchos achaques del cuerpo humano. Hoy en día se utiliza mucho en la manufactura de jarabes para la tos, donde se llegan a usar unas 200 toneladas. Se incorpora a otros jarabes medicinales para enmascarar el sabor desagradable de algunos de sus componentes. Se utiliza también para tratar heridas, quemaduras y laceraciones ayudándolas a cicatrizar más rápido y efectivamente.

Como expectorante y para la tos:

1/3 taza de miel de abejas
1/3 taza de jugo de limón recién sacado
1/3 taza de ron

1/3 taza de miel de abejas
1/3 taza de jugo de limón recién sacado
1/3 taza de sábila

1/3 taza de miel de abejas
1/3 taza de Agua de Maravilla
1/3 taza de sábila

Para los bronquios

1/3 taza de miel de abejas
1/3 taza de jugo de sábila
1/3 taza de jugo de cebolla

La miel en la cosmetología

El uso en preparaciones cosméticas está basado en sus propiedades emolientes en la piel. Existen un sin número de productos cosméticos caseros que son preparados a base de miel.

Entre los usos menos comunes están;

1. En la antigüedad se usaba para alimentar animales sagrados.
2. Tratamiento de varios trastornos presentados por los falcones.
3. Estimular el crecimiento de plumaje en aves.
4. Alimentación de palomas, peces, caballos, reces.
5. En horticultura para estimular el crecimiento de raíces, y se asperja en las flores de plantas no visitadas por insectos para aumentar las visitas de abejas e incrementar la fertilización de la flor y por ende aumentar la producción de fruta o semilla.
6. Espiritismo

Crema para las manos

4 cucharadas de jugo de limón
2 cucharadas de lecitina líquida
2 cucharadas de aceite de oliva
1 cucharada de cera de abejas

Coloque el jugo de limón a baño de maría en un aparato de acero inoxidable. Una vez caliente, añada la cera de abejas. Cuando la cera se derrita, añada la lecitina y mezcle bien con utensilio de acero inoxidable. Lentamente añada el aceite y mezcle bien. Remueva del calor y continúe mezclando hasta que solidifique un poco, vierta en envase de cristal y almacena en el refrigerador. Remueva una cucharadita y deje calentar a temperatura ambiente antes de utilizar.