C3 ¿Cómo se desintegran las grasas en la digestión del ser humano? – La saponificación del aceite comestible

1 Cómo emulsionar el aceite

1.5 Evaluación

a) ¿Qué sustancias deben añadirse para que el aceite y el agua puedan mezclarse de forma duradera?

Nota: Dado que los aceites y las grasas son en general hidrófobos, no se pueden mezclar con agua sin la ayuda de algún medio auxiliar. Toda emulsión de aceite-agua, lograda mecánicamente por agitación, se segrega al cabo de poco tiempo. Así pues, se necesita un emulsionante o agente tensoactivo para lograr una mezcla estable.

b) Expliquen cómo actúan estos aditivos.

Nota: El motivo por el cual los emulsionantes tienen ese efecto, son las fuerzas reinantes en los dos líquidos y que hacen que las moléculas permanezcan unidas entre sí. En agua polar, estas fuerzas son enlaces por puente de hidrógeno; en grasa relativamente apolar, son las fuerzas de van der Waals. Las moléculas de un emulsionante, por el contrario, poseen un extremo polar (hidrófilo) y un extremo apolar (hidrófobo) y pueden establecer enlaces con las dos sustancias: agua y aceite. De esa forma envuelven las gotitas de aceite, que flotan en el agua.

1.6 Preguntas

a) ¿A qué categoría de sustancias pertenece el aceite comestible que han usado en este experimento?

Respuesta: El aceite comestible pertenece a las grasas o lípidos. Es la única sustancia del ámbito de los nutrientes, que es completamente insoluble en agua.

b) Expliquen la composición química de los aceites.

Respuesta: Las grasas alimenticias en forma sólida o líquida (“aceites”) son lípidos, es decir, ésteres del alcohol trivalente glicerina con ácidos grasos. Eso significa, que una grasa se forma por la esterificación de glicerina con tres moléculas de ácidos grasos. Los grupos ácidos (COOH) de las moléculas de ácidos grasos establecen una unión química con los tres grupos OH de la glicerina, liberando agua. Los tres ácidos grasos pueden ser diferentes o iguales. Cada combinación diferente de ácidos grasos da como resultado otro tipo de grasa. En función de la longitud de las moléculas de los ácidos grasos, se obtienen grasas sólidas o líquidas (aceites) (v. también la instrucción para el profesor).

© Siemens Stiftung 2015. Contenido licenciado bajo CC BY-SA 4.0 internacional

c) Mencionen otras sustancias que pertenecen a esta categoría.

Respuesta: Manteca de cerdo, aceite de ballena, grasa de palma, aceite de maní, aceite de girasol, aceite de oliva, aceite de ricino, etc.

d) Este experimento muestra un principio importante, es decir, cómo se pueden mezclar dos sustancias. ¿Dónde se aplica este principio en el cuerpo humano?

Respuesta: En el cuerpo humano, este principio se encuentra en la digestión de la grasa. La digestión de la grasa comienza en el estómago. En él, las grasas son trituradas mecánicamente por movimiento muscular, hasta convertirse en gotas de un diámetro de 0,5 – 2 µm. Estas finas gotas pueden ahora ser atacadas por enzimas que disgregan la grasa, llamadas lipasas, y descomponer la grasa en sus componentes –los ácidos grasos de cadena larga y la glicerina. En el estómago se digieren de esta forma entre el 15 y el 30% de las grasas.
En cuanto el quimo llega al duodeno, el páncreas y la vesícula biliar asumen una función central en la posterior digestión de la grasa: las sustancias activas de la vesícula (la bilis) tienen la función de emulsionar las grasas; y las lipasas se depositan sobre las gotas de grasa, formando las llamadas micelas. Estas son tan pequeñas (máx. 50 nm), que pueden acumularse en las microvellosidades (microvilli) del epitelio intestinal.
La formación de las micelas es similar al proceso observado en el experimento. Si solo se añade muy poco tensoactivo a la solución, las gotas de aceite que se formen serán relativamente grandes. Si se añade suficiente tensoactivo y se agita bien la mezcla, las gotitas de grasa serán tan pequeñas, que ya no se podrán ver a simple vista.

2 La saponificación del aceite comestible

2.5 Evaluación

b) Formulen las ecuaciones de las reacciones para las fases de trabajo arriba realizadas.

Nota: Las reacciones en cuestión son emulsificación, saponificación y precipitación salina. La emulsificación puramente mecánica no es, en sentido estricto, una reacción química, para la que pudiera formularse una ecuación de reacción. La ecuación química para la saponificación se encuentra en la instrucción para los profesores de este experimento.

Para la precipitación salina (por ejemplo, con ácido esteárico) podría formularse la siguiente ecuación.

$$(C_{17}H_{35}COO^- + Na^+)_{aqua} + Na^+ + Cl^- \rightarrow \underline{C_{17}H_{35}COONa}\downarrow + Na^+ + Cl^-$$

© Siemens Stiftung 2015. Contenido licenciado bajo CC BY-SA 4.0 internacional

c) Expliquen el efecto de la sal de mesa.

Nota: El jabón que hemos elaborado está compuesto por sales sódicas de los ácidos grasos. Estos poseen, especialmente a temperaturas superiores, una cierta solubilidad en agua. Pequeña, en cualquier caso, en comparación con la sal de mesa. Si ahora añadimos otra sal sódica fácilmente soluble (en nuestro caso, sal de mesa), aumenta la concentración de iones de sodio en la solución acuosa. De acuerdo con la ley de masas, ahora se establece un nuevo equilibrio, por el cual, una parte de los iones de sodio se precipita en forma de sales de ácidos grasos menos solubles en agua.

2.6 Preguntas

a) Infórmense sobre la fabricación de jabón en el pasado y hoy en día.

Respuesta: Si tienen conexión a internet, los alumnos pueden utilizar los enlaces disponibles en la lista de enlaces para el experimento, que se encuentra en el portal de medios didácticos de la fundación Siemens Stiftung.

b) ¿Qué reacciones químicas son la base de la fabricación de jabón?

Respuesta: El primer paso es la emulsificación de la grasa o aceite en una solución muy alcalina. Esta no es todavía, en sentido estricto, una reacción química.
El segundo paso es una hidrólisis alcalina de ésteres (v. al respecto la ecuación química en la instrucción para los profesores).
El tercer paso es la precipitación salina (v. en el punto 2.5 “Expliquen el efecto de la sal de mesa”).

c) ¿Qué importancia tiene la reacción de base para el metabolismo humano?

Respuesta: Durante la digestión, también tiene lugar una hidrólisis de los ésteres de ácidos grasos. Pero, a diferencia de la saponificación, aquí no se trata de una hidrólisis alcalina a altas temperaturas. Durante la digestión de la grasa tiene lugar una hidrólisis enzimática (biocatalítica) a temperatura corporal. Esta hidrólisis de los ésteres de ácidos grasos comienza en el estómago a valores pH muy ácidos de 1,0 – 3,0 y se completa en el duodeno y el intestino delgado a unos valores pH ligeramente alcalinos de máx. 8,3. Las fases de la digestión ya se han descrito en detalle más arriba, en el punto 1.6 d). La instrucción para los profesores contiene un gráfico sobre la absorción de grasas en el intestino delgado.

© Siemens Stiftung 2015. Contenido licenciado bajo CC BY-SA 4.0 internacional