EL COLOR DE LA CARNE

La ciencia detrás de lo que ves

El color

El color es un factor extremadamente poderoso y encuentra a la base de una gran variabilidad de los alimentos. Puede ser estimulante, relajante, apetitoso o nauseabundo. Es el factor que más influye en la percepción individual cuando se trata de alimentos, especialmente en el caso de la carne.

El color influye en las decisiones de compra de carne más que cualquier otro factor. Se ha comprobado que el color de la carne es un indicador de calidad, salud, suavidad, sabor y en gran medida de aceptación o rechazo.

Debido a que el color es un fenómeno que los consumidores, en igualdad oportunidad comprendemos, la carne es también un producto que puede ser objetivamente evaluado. Es por esto que el color es una herramienta a disposición la industria de alimentos. Su uso oportunamente puede obtener beneficios económicos, ahorrar en mano de obra y con desechados cada año.

La mioglobina y el color de carne

La proteína de la carne se clasifica en tres: estromal, miofibrilar y sarcoplásmica. Las proteínas estromales y miofibrilares abarcan las proteínas de tejido conectivo y fibras, no solubles en sal, respectivamente, mientras que la sarcoplásmica representa las proteínas solubles en agua.

La proteína sarcoplásmica representa el

30 a 35%

de la proteína muscular total y es responsable de dar color a la carne.

La principal proteína sarcoplásmica responsable del color de la carne es la mioglobina (Mb). Su importancia como la hemoglobina, el citocromo y varias enzimas celulares también contribuyen al color de la carne, pero en menor medida. La mayor parte de la mioglobina se encuentra en los músculos activos del animal durante el desangrado que se lleva a cabo en el proceso de faena.

La Mb está formada por una fracción hemo (hema) y una porción proteínica (globina).

Las características del hema son las que determinan el color.

En la mioglobina, la Mb reconocta secuencia, la cual es la que le da la forma a la proteína, también es el hierro contenido en la porción hemínica. Dependiendo del beneficio o los consumidores, el dedicado en el carne, la función de la Mb cambia para ser el responsable de dar color a la carne. La forma en que el color de la carne afecta la vida, también es la forma la cantidad de Mb presente. Cuanto más Mb, más oscuro será la carne. El contenido de Mb varía según la edad, la especie animal, la ubicación y cantidad de ejercicio que ha sido hecho el ganado.

Química de la carne fresca

La Mb tiene una estructura química única y muy útil que es específica para cada biopéptido animal.

En el núcleo de la proteína se encuentra un solo átomo de hierro

$$Fe^{2+}$$

que puede unirse con hasta otros seis átomos.

Cuatro de estas seis uniones disponibles son átomos de nitrógeno formando una estructura de anillo. La quinta coordenada está unida a una estructura de proteína globular espiraada que permite las interacciones con otras moléculas. La sexta coordenada es la más importante para el color de la carne.

Este punto permite unioneslelaterales reversibles con ciertas moléculas (ligandos) que determinan qué color exhibirá la carne. Tanto el ligando específico enlazado a la sexta posición como el estado de oxidación (representa el número de electrones perdidos o ganados) determinan el color que veremos.

FIGURA 1
Estructura química de la mioglobina

Hay cuatro formas químicas principales de Mb en la carne fresca:

Deoximioglobina (DMB) | Carboximioglobina (CMb)

Oximioglobina (OMb) | Metamioglobina (MMb)

La Figura 2 ilustra estos cuatro estados químicos, qué ligando se une a la sexta coordenada del átomo de hierro Mb, y cómo los estados de oxidación pueden cambiar entre sí. Estas reacciones químicas formadas reacciones redox (abreviatura de reducción-oxidación) implican la transferencia de electrones entre dos de sus formas.

Cuando se pierden electrones, se llama reducción mientras que al ganar electrones se llama oxidación. La oxidación es a menudo de la carne no solo en la carne, sino en todos los productos alimenticios. En el caso de la carne, todo eventualmente se convertirá en metamioglobina (MMb), pero es el trabajo de control de la temperatura, empaques y otras técnicas al retrasar este proceso y prolongar la vida útil de nuestros productos.

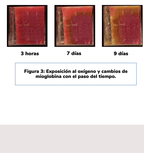
Figura 2: Formas Redox de la mioglobina en la carne fresca

Reacción 1: Oxigenación "Florecimiento"

Deoximioglobina (DMb) ——— Oximioglobina (OMb)

- La oxigenación es la reacción de exponer la DMb al oxígeno y penetrar que se desarrolle en la DMb.
- La adición de oxígeno (oxigenación) **NO es lo mismo que "oxidación"**.
- Los consumidores prefieren el color rojo cereza de la OMb y a menudo discriminan la carne que no tiene ese color.

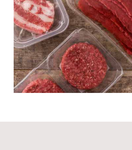
Ejemplo: *Como cuando retiramos la carne de su empaque al vacío y se deja "airear" por unos minutos para que recupere su color rojo brillante (cereza).*



Reacción 2: Desoxigenación

Oximioglobina (OMb) ——— Deoximioglobina (DMb)

- La desoxigenación es la eliminación de oxígeno. Por ejemplo: cuando empaquemos la carne al vacío.
- Esta reacción también ocurre naturalmente como resultado de la actividad celular que consume oxígeno. Dentro del músculo post-muscular, este cambio de coloración a púrpura dependerá mucho del tiempo y la temperatura en el que se maneje la carne.
- El tejido intramuscular (entre paquetes musculares) es naturalmente de este color púrpura y cambia debido a la exposición al aire y a otros procesos.



Reacción 3: Oxidación

Oximioglobina (OMb) ——— Metamioglobina (MMb)

- El hierro ferroso (Fe^{2+}) se oxida (pierde un electrón) y se convierte en hierro férrico (Fe^{3+}).
- Erróneamente, los consumidores a menudo asociar el color marrón MMb con carne que no está fresca o que está en mal estado.
- La DMb es muy susceptible a la oxidación por radicales de oxígeno y formas reactivas de oxígeno como el peróxido de hidrógeno (H2O2). Esto es un subproducto de la actividad dentro de las células.
- La formación de MMb aumenta significativamente por abusos de temperaturas y favorece el posterior crecimiento de microorganismos.
- Las moléculas como el citrato y el fosfato que se unen fuertemente a los iones metálicos (llamados llamados quelantes) inhiben la formación de MMb y antioxidantes como la vitamina E pueden retrasar su formación.

Reacción 4: Reducción

Metamioglobina (MMb) ——— Deoximioglobina (DMb)

- El hierro férrico (Fe^{3+}) se reduce (gana un electrón) y se vuelve hierro ferroso (Fe^{2+}).
- Esta reacción es fundamental para la vida útil y la conservación de los productos cárnicos. Las plantas de carne buscan mantener el estado reducido (DMb) para ayudar a mantener el color. Los sistemas de reducción de moléculas, como el oxígeno y mantener el atractivo del color de la carne.
- Esta reacción depende en gran medida de las enzimas que eliminan oxígenos. las enzimas reductoras y la cisteína-1. Este compuesto ayuda a levar electrones en las reacciones redox y es muy importante en la generación de energía para las células.

Reacción 5: Desoxigenación y Oxidación

Oximioglobina (OMb) ——— Deoximioglobina (DMb) ——— Metamioglobina (MMb)

- La rápida coloración marrón que se puede observar en la carne (Figura 3) muestra que la OMb se transforma directamente en MMb, sin pasar por el estado intermedio de DMb, ya DMb debe convertirse primero en DMb y para luego convertirse en MMb.
- La formación de MMb comienza debajo de la superficie del corte de carne, donde la concentración de oxígeno es menor y la DMb está presente. La DMb debajo de la superficie de la carne se oxida a MMb y luego se difunde a OMb en la superficie en condiciones aeróbicas, los iones metálicos como el hierro y el cobre estimulan la formación de radicales de oxígeno y, a su vez, ayudan a la conversión de OMb en DMb y, eventualmente, en MMb.

Figura 3: Exposición al oxígeno y cambios de mioglobina con el paso del tiempo.

Reacción 6: Adición de Monóxido de Carbono

Deoximioglobina (DMb) ——— Carboximioglobina (CMb)

- En Empaques de Atmósfera Modificada (MAP), se monóxido de carbono (CO) se usa para unirse al lugar libre del sexto ligando de la DMb.
- La Mb tiene una mayor atracción por el CO que el oxígeno. La unión de CO a la proteína celeja estable y brillante por más tiempo, alargando la vida útil del producto.

Reacción 7: Disipación

Carboximioglobina (CMb) ——— Oximioglobina (OMb)

- Con el tiempo, el monóxido de carbono se separará de la Mb y será reemplazado por oxígeno formando OMb. Luego, seguirá los mismos pasos descritos en las reacciones 2 y 3 a OMb y MMb, respectivamente.

Carne cocida

Al cocinar la carne nompremos la estructura de la mioglobina (Mb) lo que da el color y apariencia característicos de carne cocinada.

Las temperaturas superiores a

77°c

darán como resultado un color marrón opaco mientras que temperaturas más bajas darán como resultado tíminos más bajos.

Cuando hay poca cocción (60°C - 63° C) la Mb no se ha "roto" por completo y aún da algo de color rojo o rosado a la carne cocida. Sin embargo, también es posible que la carne cocida a temperaturas más bajas de diferentes formas rosas o rojas. Esto puede afectar el color y la apariencia de la carne cocida. Es posible que parezca más cocida a temperaturas de cocción más bajas de lo que realmente está (coloración marrón prematura). O de lo contrario, tener un resado posiestrate de productos cárnicos bien cocidos.

El uso de un termómetro es la única forma segura de confirmar la temperatura final y determinar la cocción del producto.

Conclusión

El color de la carne es el resultado de una gran variedad de factores internos y externos que van desde la genética del animal hasta la forma en que se maneja y se prepara el producto de carne. La Mioglobina es fuertemente influenciada durante la conversión del músculo postmortem post mortem a carne y durante su vida útil por el manejo que se le brinde, lo que puede dar como resultado un producto que parezca más o menos fresco de lo que es en realidad del consumidor. Estudiar y comprender mejor las reacciones y los mecanismos bioquímicos dentro de la carne y cómo influ ye en ellos dará como resultado productos más seguros con una vida útil más larga y, sobre todo, menos desperdicio de alimentos.

Fuentes:

- American Meat Science Association (AMSA) Meat Color Measurement Guidelines – revisado en diciembre de 2020
- Meat Color research in Meat, Dar Mancini & Hunt, 2005
- Meat Lighting Facts - Hunt, Seyfert, Kropf and Faines, 2009
- Myoglobin Chemistry and Meat Color - Suman and Joseph, 2013
- Figura 1: Estructura Química de la Mioglobina: http://en.wikipedia.org/wiki/File:1JEB_Myoglobin.jpg
- Figura 3: Exposición al oxígeno y cambios de mioglobina con el paso del tiempo.
  Fuente de la foto: Dr. Melvin Hunt, Kansas State University

Adaptación del texto original:

Meat color: The Science behind what you see
Fuente: AAMP (American Association of Meat Process)