

Procesado de alimentos e impacto nutricional

Los productos alimenticios que hoy en día llegan al consumidor, lo hacen en gran parte, tras ser sometidos a una serie de procesos de manipulación o transformación. El objetivo es diverso: la obtención de alimentos seguros, la obtención de alimentos nutricionalmente adecuados o cubrir las expectativas organolépticas de sabor, aroma, apariencia o calidad. Atendiendo a las características nutricionales de un producto, es importante conocer el impacto nutricional que cada proceso puede ocasionar con el fin de obtener productos de óptima calidad.

Los productos alimenticios que hoy en día llegan al consumidor, lo hacen en gran parte, tras ser sometidos a una serie de procesos de manipulación o transformación. Bien sea para consumo inmediato, bien para su conservación posterior, el objetivo de estos procesos es diverso: la obtención de alimentos seguros, la obtención de alimentos nutricionalmente adecuados o cubrir las expectativas organolépticas de sabor, aroma, apariencia o calidad. Cada una de estas propiedades pueden ser afectadas de distinta forma en función del tipo de proceso, durabilidad del proceso o tipo de alimento procesado. Atendiendo a las características nutricionales de un producto (proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales) es importante conocer el impacto nutricional que cada proceso puede ocasionar con el fin de obtener productos de óptima calidad.

Tratamiento de la materia prima

La mayor parte de los alimentos pueden contener en el momento de su recolección o sacrificio, diversos contaminantes (pesticidas, micotoxinas,...) o componentes no comestibles (tierra...) que es necesario eliminar. Para ello resulta

imprescindible someter al alimento a una o más operaciones de lavado, clasificación o pelado que permitan obtener un alimento de calidad elevada y uniforme preparándolo para su inmediato consumo o para subsiguientes operaciones de elaboración.

Entre los procesos más básicos de tratamiento de materia prima se encuentran los de lavado, pelado y troceado por ejemplo de frutas y verduras. Para estas matrices, el **lavado** produce pérdidas de vitaminas hidrosolubles (C y grupo B) por lixiviación, dependiendo la cuantía de la pérdida de factores como pH, temperatura, relación volumen del alimento y solvente de lavado. Los procesos de **pelado y troceado** pueden ocasionar pérdidas importantes de vitaminas sobre todo si se tiene presente que en muchos casos las vitaminas se concentran en las porciones que se desechan (tallos, piel, mondas).

Otros procesos de tratamiento de materia prima que se aplican con el objetivo de transformarla, que en muchas ocasiones se tratan de operaciones intermedias, son el de reducción de tamaño, mezclado y molienda, separación mecánica, concentración por membrana o fermentación.

Estos procesos apenas tienen impacto nutricional sobre los productos en los que se aplica aunque si hay datos de oxidación de ácidos grasos, y vitaminas (A, C, tiamina o B1) durante la reducción de tamaño como consecuencia de una mayor exposición al oxígeno de la superficie del alimento.

Métodos de conservación

Los métodos de conservación implican operaciones a las que se somete el alimento con el objetivo de aumentar la vida útil y seguridad de los alimentos para su consumo, protegiéndolos contra microorganismos patógenos y alterantes así como frente a otros agentes responsables de su deterioro. La base de estos tratamientos provoca la muerte de dichos agentes bióticos o conlleva la reducción del crecimiento y metabolismo microbiano para prevenir cambios químicos indeseables en el alimento. Los métodos más comúnmente utilizados en la conservación de

alimentos son tratamientos térmicos basados en la aplicación de frío o calor.

Aplicación de frío

Dentro de los procesos térmicos tradicionales basados en frío se encuentran los procesos de: *refrigeración, congelación, ultracongelación y liofilización* (éste último se trata de un proceso de deshidratación). Estos procesos basan su efecto conservador en la reducción de velocidad de transformaciones microbianas y bioquímicas que tienen lugar, prolongando de esta forma la vida útil tanto de los alimentos frescos como los mínimamente procesados y elaborados.

Las pérdidas nutricionales de los alimentos en refrigeración varían en función de factores como la actividad respiratoria de los alimentos, la temperatura de almacenamiento y la humedad relativa del ambiente.

Las características organolépticas y el valor nutricional del alimento apenas si resultan afectadas en la **refrigeración y congelación** cuando estas operaciones se realizan adecuadamente. Ambas producen un efecto mínimo sobre proteínas, almidones y otros carbohidratos. Sin embargo, la estructura porosa de ciertos productos (ej. pescado) les hace accesibles al oxígeno, lo que puede provocar oxidación lipídica, fenómeno que también se puede producir durante la congelación. Las vitaminas, particularmente susceptibles de verse afectadas por procesos de oxidación, son la vitamina C y el folato. Las pérdidas de vitamina C son muy dependientes de la temperatura. Así, un aumento de 10°C en temperatura incrementa por un factor de 6 a 20 la degradación de vitamina C en verduras y por un factor de 30 a 70 en la fruta. La reducción en el contenido de otras vitaminas se debe principalmente a las pérdidas que se producen por exudado durante la descongelación, especialmente en carnes y pescados. La **liofilización** conserva las propiedades nutricionales de los productos con mínimo impacto en proteínas, almidones y otros carbohidratos, y vitaminas. Sin embargo, la estructura porosa

de los alimentos deshidratados los hace accesibles al oxígeno, lo que puede provocar alteraciones por oxidación de lípidos.

Aplicación de calor

El tratamiento térmico constituye uno de los métodos más importantes de conservación de alimentos y también es la principal causa de los cambios que se producen en las propiedades nutricionales de los alimentos.

El efecto conservador de los tratamientos térmicos se debe a la desnaturalización de las proteínas, que destruye la actividad enzimática y metabólica de los microorganismos. Cuanto más elevada es la temperatura y mayor la duración del tratamiento, mayor es el efecto destructor sobre microorganismos y enzimas. Aunque la exposición a altas temperaturas durante tiempos cortos equivale, en cuanto a efecto inhibitor sobre microorganismos y enzimas, a tratamientos con temperaturas más bajas durante tiempos largos, el efecto destructivo sobre las propiedades nutricionales y organolépticas es menor para aquellos tratamientos realizados a bajas temperaturas.

En general, los principales impactos nutricionales se producen sobre las proteínas. Así se producen procesos de: desnaturalización, mejorando en muchos casos la digestibilidad y biodisponibilidad de éstas; entrecruzamiento y/o coagulación de proteínas, reduciendo la digestibilidad y la disponibilidad biológica de los aminoácidos; reacción entre azúcares y proteínas (Reacción de Maillard), con la formación en algunos casos de moléculas cancerígenas y reacciones que involucran aminoácidos libres o unidos a proteínas (racemización, hidrólisis, desulfuración, desaminación), que resultan en aminoácidos potencialmente tóxicos. Otros efectos de los tratamientos térmicos incluyen la gelatinización de almidones, la autooxidación de lípidos y la transformación de compuestos minoritarios (vitaminas)

Los principales procesos de conservación basados en calor se basan en el uso de H₂O o vapor (escaldado, pasteurización,

esterilización, evaporación, extrusión, hervido, al vapor, escaldado, estofado, bajo presión), aire caliente (asado, horneado, gratinado, deshidratación) y aceites calientes (fritura).

Los cambios provocados sobre el valor nutritivo de los alimentos, al aplicar los tratamientos menos drásticos (ej. escaldado y pasteurización), son de escasa importancia. Éstos combinados con otras operaciones (ej. congelación, refrigeración, y con un envase adecuado) permiten prolongar la vida útil de muy diversos alimentos así como su valor nutricional. Sin embargo, los tratamientos térmicos más drásticos (horneado, asado fritura) tienen mayor impacto nutricional.

El **escaldado**, esencial en frutas y verduras, se aplica antes del procesado para destruir la actividad enzimática de éstas. Durante el escaldado las pérdidas de vitaminas se deben en mayor parte al efecto del lavado, a la termodestrucción y en menor grado a la oxidación. Las pérdidas dependerán de factores como la maduración y variedad del alimento, su tamaño de corte, la relación superficie-volumen de piezas, el tiempo y la temperatura de escaldado y el método de enfriamiento. Como ejemplo, la pérdida de vitamina C en el escaldado de coliflor por vapor y enfriamiento por agua es del 22% frente al 95% que se produce si el enfriamiento se realiza por aire.

La **pasteurización** es un tratamiento térmico relativamente suave (generalmente $T < 100^{\circ}\text{C}$), que se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días. La aplicación de temperaturas moderadas durante tiempos cortos, provoca cambios mínimos en el valor nutritivo y las características organolépticas. Sin embargo, en la **esterilización** donde se aplican temperaturas y tiempos superiores a la pasteurización, para conseguir productos de mayor vida útil (superiores a 6 meses), se producen cambios sustanciales en el valor nutritivo y organoléptico de los alimentos. Mientras que durante la pasteurización de la leche la pérdida de vitamina C es de 25% e inferior del 10% para el resto de vitaminas, durante la esterilización la pérdida es de 50-90% para la vitamina C y

del 20% para tiamina (B1), piridoxina (B6) y B12 y del 30% para el ácido fólico. También durante la esterilización de fruta y verdura se producen pérdidas importantes de todas las vitaminas hidrosolubles, especialmente de vitamina C.

Durante la **evaporación** se elimina el agua de los alimentos por ebullición. El uso de altas temperaturas durante este proceso provoca la pérdida de vitaminas termolábiles y la desnaturalización de proteínas. La realización de este proceso a 80-90°C limita estas pérdidas. Este proceso también provoca la concentración de nutrientes como puede ser el caso de la leche condensada y las vitaminas A, D, ácido fólico y minerales Zn, P y Mg.

Otro proceso en el que también se elimina el agua, pero por evaporación, es la deshidratación. La pérdida de valor nutritivo en productos preparados por deshidratación se debe más a los procesos de preparación de la materia que al de deshidratación en si. Tiempos de deshidratación cortos y temperaturas bajas ayudan a la conservación de vitamina C durante la deshidratación de productos. En la producción de leche deshidratada se produce la desnaturalización de proteínas y la pérdida del aminoácido lisina.

La **extrusión** es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como mezclado, cocción, amasado y moldeado. Las pérdidas por extrusión, varían en función del tipo de alimento, el contenido en agua, el tiempo y la temperatura de tratamiento. Las moléculas de almidón se rompen en moléculas más pequeñas lo que las hace más digeribles. Este proceso además aumenta la digestibilidad de proteínas por desnaturalización, aunque se producen pérdidas de aminoácidos como la lisina. No hay apenas pérdidas de lípidos y los minerales se retienen. En cuanto a vitaminas, se conocen datos sobre pérdidas de betacaroteno (50%) y vitamina E (40%) durante la extrusión de harina de trigo. Cuando la extrusión se realiza en frío, la pérdida de vitaminas es mínima.

Los procesos de **hervido y cocinado al vapor** provocan pérdida mínima de vitaminas.

En el **horneado y asado** se utiliza aire caliente para modificar

las características de los alimentos. El horneado, con temperaturas entre 140-200°C, se aplica normalmente a frutas y alimentos harinosos y el asado, con temperaturas entre 120-250°C, a las carnes, verduras... A temperaturas superiores a 200°C en la superficie de alimentos algunos restos de aminoácidos se descomponen y pirolizan, obteniéndose compuestos mutagénicos. Las altas temperaturas utilizadas en estos procesos producen la pérdida de vitaminas termolábiles. Así por ejemplo durante el horneado de pan se produce una pérdida total de vitamina C.

La **fritura** uno de los procesos de preparación de alimentos mas populares, destinados a modificar las características organolépticas del alimento, tiene en la conservación de alimentos un objetivo secundario.

Los principales cambios que pueden producirse consisten en: transferencia de masa entre aceite de fritura y alimento, descomposición térmica de nutrientes y la interacción entre componentes fritos y productos de oxidación del aceite de fritura. Cuando la fritura se realiza a temperaturas elevadas, el desarrollo de la corteza en la capa superficial se produce con gran rapidez, lo cual protege al resto del alimento, reteniendo una mayor proporción de nutrientes.

En general, en la fritura el aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180 °C. Si se fríen los alimentos a una temperatura demasiado baja, éstos atrapan más grasa. El agua, que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite, aumenta la disociación de los ácidos grasos que se produce durante el calentamiento. La hidrólisis genera un aceite de baja calidad con un punto de humo más bajo, un color más oscuro y un sabor alterado. Durante el calentamiento, los aceites también polimerizan, generando un aceite viscoso que se absorbe fácilmente por los alimentos y que genera un producto grasiento. Cuanto más saturados (sólidos) sean los aceites, más estables son frente a la disociación oxidativa e hidrolítica, y menos fácil es que polimericen.

Durante la fritura se produce la desnaturalización de

proteínas en las capas superficiales con pérdida de aminoácidos esenciales como lisina o triptófano. La sacarosa se hidroliza en glucosa y fructosa que son destruidas por calor principalmente en reacciones de caramelización o de Maillard. En cuanto a las vitaminas, las principalmente afectadas son la vitamina E (tocoferoles), la vitamina C y las vitaminas del complejo B. También se produce la oxidación y polimerización de carotenoides (provitamina A).

Los **microondas** son fuente de calor indirecto pues la energía electromagnética se trasmite en ondas que penetran en el alimento y se convierten en calor. Poseen la ventaja de un calentamiento rápido a través del alimento con una menor temperatura y tiempo de cocinado. Como consecuencia la pérdida de vitaminas termosensibles se minimiza respecto otras formas de cocinado. Además, el uso de menor volúmenes de agua para el calentamiento por microondas produce una mayor retención de nutrientes hidrosolubles como vitaminas y minerales. Mediante esta forma de cocinado, la reacción de Maillard también se ve minimizada.

Envasado

Se han realizado considerables innovaciones en materiales y sistemas de envasado con indudable relevancia en la comercialización de alimentos más seguros, saludables y apetecibles.

El no envasado de alimentos provoca reacciones de oxidación por contacto de la superficie de éstos con oxígeno. Así se produce la oxidación de vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados.

El almacenaje de fruta y verdura en un óptimo rango de baja concentración de O₂ y/o elevada de CO₂ reduce su respiración, mejorando a su vez la retención de sus características nutricionales. Como ejemplo, la pérdida de vitamina C tras la cosecha puede ser reducida en el almacenamiento de frutas y verduras en atmósferas de reducido contenido en O₂ y/o hasta un contenido de 10% en CO₂. Este tipo de atmósferas

contribuyen también a reducir la pérdida de carotenos (provitamina A) pues previene su oxidación.

Actualmente, se están explorando e implementando nuevos métodos de procesamiento, por ejemplo nuevas tecnologías que no emplean calor, con el objetivo de proporcionar alimentos seguros de mayor calidad nutricional. En este sentido, desde el [área de Nuevas Tecnologías de AZTI-Tecnalia](#) se está trabajando en la evaluación del impacto nutricional en alimentos tras la aplicación de tecnologías alternativas a las actualmente presentes en el mercado que puedan superar las desventajas que éstas presentan.

Bibliografía

Química de los Alimentos. Owen R Fennema, Ed. Acribia, S.A. 2000.

The nutrition handbook for food processors. CJK Henry, C Chapman. Ed. CRC 2002.

Emerging Technologies for Food Processing. Da-Wen Sun, Elsevier 2005.

Artículo elaborado para alimentatec por la Dra. Ana Baranda, investigadora en la Unidad de Investigación Alimentaria de AZTI-Tecnalia, en el Área Nuevas Tecnologías.