

**Parcela experimental con variedades de nabicol en el momento de la floración.**

**A la derecha imagen de envasado al vacío de nabizas y grelos para su conservación.**

### Tecnología de la poscosecha

*Los glucosinolatos como factor de calidad en las brásicas*

## Degradación desde el campo hasta la mesa

- Las propiedades de los glucosinolatos hace que resulte importante el estudio para mantener estas cualidades en la distribución y a la hora de consumirlos.

**María Elena Cartea<sup>1</sup>, Marta Francisco, Rosaura Abilleira y Pablo Velasco<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ecarte@mbg.cesga.es  
<sup>2</sup>pvelasco@mbg.cesga.es

Los glucosinolatos son un tipo de compuestos fitoquímicos presentes en la familia de las crucíferas y, en particular en los cultivos del género *Brassica* como el brécol, el repollo, las berzas o los grelos. Al igual que otros compuestos bioactivos, son sustancias muy lábiles que se degradan fácilmente por la luz, el calor, enzimas, etc. Dada la importancia de estos compuestos en la prevención de ciertos tipos de

cáncer, resulta esencial definir los factores que influyen sobre su contenido y su distribución. La variación cualitativa y cuantitativa puede deberse a factores genéticos y agroambientales. Por otra parte, los tratamientos efectuados durante la conservación tras la reco-

lección así como de las distintas técnicas de procesado y preparación del alimento van a influir en la estabilidad y disponibilidad de estos compuestos beneficiosos.

Numerosos estudios epidemiológicos asocian el consumo de una dieta rica en pro-

ductos de origen vegetal con una menor predisposición a padecer ciertas enfermedades degenerativas como cáncer y enfermedades cardiovasculares. Actualmente el consumidor valora positivamente aquellos alimentos vegetales que no sólo le proporcionan nutrientes indispensables para la vida sino que además poseen sustancias con un posible efecto protector conocidos como compuestos fitoquímicos o bioactivos. El término 'alimento funcional' describe aquellos alimentos que siendo componentes de la dieta normal tienen valor inherente para el mantenimiento de la salud humana. En este sentido, los cultivos hortícolas del género *Brassica*, incluyendo los repollos, los grelos, la coliflor, las coles de Bruselas, las berzas o el nabicol son una parte muy importante de una dieta equilibrada, particularmente por su papel protector frente a algunos tipos de cáncer. Estos cultivos son una excelente fuente de compuestos fitoquímicos entre los que cabe destacar a los glucosinolatos, antioxidantes naturales como las vitaminas A, C, E y K, los folatos y compuestos fenólicos (flavonoides y ácidos hidroxicinámicos), además de minerales esenciales para la salud del consumidor.

Los glucosinolatos son compuestos nitrógeno-azufrados que se encuentran exclusivamente en el género *Brassica* y especies estrechamente relacionadas de crucíferas. No son los glucosinolatos intactos

**Los glucosinolatos son compuestos nitrógeno-azufrados que se encuentran exclusivamente en el género *Brassica* y especies estrechamente relacionadas de crucíferas**



sino sus productos de degradación (tiocianatos, isotiocianatos, oxazolidinas y nitrilos) obtenidos por la acción de la enzima mirosinasa los responsables de los efectos biológicos y del sabor característico asocia-

**Los cultivos hortícolas del género *Brassica*, son una parte muy importante de una dieta equilibrada, particularmente por su papel protector frente a algunos tipos de cáncer**

dos a estos cultivos. De entre ellos, los isotiocianatos se han relacionado con propiedades anticancerígenas y, por tanto, interesará conocer cómo conservar o aumentar la presencia de estos compuestos en los ali-

mentos. La composición en glucosinolatos es muy variable tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, variabilidad que puede existir entre diferentes especies, cultivos o incluso entre diferentes variedades de un mismo cultivo. Además del genotipo de la planta, están involucrados otros factores como la parte de la planta, el estado fenológico de la misma y las condiciones agroambientales en las que se desarrolla el cultivo. Por otro lado, una vez cosechados, estos cultivos pueden sufrir diferentes procesos para su presentación y conservación, finalizando con el cocinado por parte del consumidor final, lo que implica numerosos cambios en el contenido en glucosinolatos. Por tanto, es importante conocer cómo varían estos compuestos para así mantener los niveles de glucosinolatos beneficiosos después de la cosecha y proporcionar el método de cocción más apropiado que asegure

**SITAPE**

**P1**

**TURBULENTO JUNIOR**

**TURBULENTO TANDEM**

**TURBULENTO MULTIBAR**

**SIBERLINE, S.A.**  
 P.I. El Pitaro, c/ Cordeleros, s/n  
 41410, Carmona, Sevilla  
 Tel: +34 954 196008 Fax: +34 954 196130  
 E-mail: siberline@siberline.com http://www.siberline.com

# distribución

los beneficios óptimos en la salud.

En nuestro grupo, hemos dedicado especial atención a los glucosinolatos y sus productos de degradación como compuestos bioactivos. Una de nuestras líneas actuales es conocer los factores genéticos y ambientales así como los mecanismos que causan variabilidad en la producción de glucosinolatos y sus productos de degradación, con el fin de desarrollar cultivos de mayor calidad nutritiva con efectos beneficiosos relacionados con la salud humana.

## Influencia del almacenamiento y conservación del producto

Existen en la bibliografía numerosos estudios acerca del efecto del almacenamiento so-

bre el contenido en glucosinolatos en diferentes cultivos que demuestran, aunque los resultados no son concluyentes, que las bajas temperaturas –inferiores a 4 °C– y una alta humedad relativa –98% a 100%– son las ideales para preservar el contenido en glucosinolatos y por tanto la calidad nutritiva de las brásicas. Estas condiciones permiten mantener la integridad de las membranas

celulares y este proceso parece ser el responsable de mantener el contenido en glucosinolatos impidiendo su contacto con la mirosinasa. En brécol, se ha observado una reducción entre el 11-27% en el contenido de glucosinolatos al cabo de 7 días a 4-8 °C, observándose los cambios de menor importancia durante los tres primeros días del almacenamiento. No obstante, la conservación a

temperatura ambiente (12-22 °C) no provocó una disminución significativa en el contenido de glucosinolatos en brécol, coles de Bruselas, coliflor y coles. El efecto de la temperatura durante la conservación depende además del tipo de glucosinolato, siendo los glucosinolatos indólicos más sensibles que los alifáticos o aromáticos. El glucosinolato que se ha estudiado en mayor detalle debido a su comprobado efecto anticancerígeno es la glucorafanina, el cual aparece en cantidades abundantes en el brécol. Se ha observado una disminución en el contenido de este glucosinolato cuando el producto fresco se almacena a 4 °C durante 5 días, si bien algunos autores no encuentran pérdidas significativas de este compuesto en brécol conservado a diferentes temperatu-

**La conservación a una alta humedad relativa (> 90%) no supone una pérdida significativa de glucorafanina a 20 °C en brécol; la conservación a baja humedad relativa y a la misma temperatura supone una pérdida del 50 - 80% durante los primeros 3 días del almacenamiento**



Apuesta Por La  
**CALIDAD**

### NATURE CHOICE

Ctra de Almerimar, s/n  
04700 EL EJIDO (Almería) Spain  
Telf.: +34-950 607 777  
Fax: +34-950 607 783  
info@naturechoice-sat.com  
www.naturechoice-sat.com

**Dirección Postal:** Apdo. Correos nº 54  
04710 Santa Mª del Águila (Almería)

### Nuestras marcas



ras. Otro factor esencial para mantener la calidad nutritiva del producto es la humedad relativa. La conservación a una alta humedad relativa (> 90%) no supone una pérdida significativa de glucorafanina a 20 °C en brécol mientras que la conservación a baja humedad relativa y a la misma temperatura supone una pérdida del 50 - 80% durante los primeros 3 días del almacenamiento.

A veces, la conservación se lleva a cabo mediante el empleo de atmósferas controladas y atmósferas modificadas para disminuir la actividad fisiológica del vegetal, lo que permite retrasar su maduración y prolongar la vida comercial. Sin embargo, no parece que estos procesos causen algún tipo de cambio significativo del contenido en glucosinolatos totales. El efecto de otros tratamientos

poscosecha, tales como la aplicación de etileno o de citoquininas en el contenido de glucosinolatos está aún por elucidar.

#### **Influencia de la elaboración y procesado del alimento: métodos de cocinado**

Los procesos de manufacturación y preparación cu-

linaria son también importantes, ya que pueden influir sobre la estabilidad y la disponibilidad de estas sustancias. Aunque algunos cultivos como el brécol, la coliflor o el repollo pueden consumirse crudos en ensaladas, la mayoría de ellos se someten a un proceso de cocción antes de ser consumidos. Sin embargo, y a pesar de la importancia de los glucosinolatos en la salud huma-

na, existen pocos estudios para conocer la degradación térmica de los mismos y la mayoría de la literatura se centra en las cualidades nutritivas del producto en fresco. El procesado y el cocinado del alimento no implican necesariamente una reducción en el contenido en glucosinolatos. Se han descrito dos mecanismos opuestos a lo largo de estos procesos: la hidrólisis de los glucosinolatos por la mirosinasa y la inducción de los glucosinolatos indólicos por un mecanismo aún desconocido.

La cuestión que se plantea es la siguiente: ¿cuál es el método de cocinado que debemos utilizar para preservar el valor nutritivo de estos cultivos? Diferentes estudios han demostrado las ventajas e inconvenientes de diferentes técnicas de cocción si bien la ma-

**Las bajas temperaturas, inferiores a 4 °C y una alta humedad relativa de 98% a 100% son las ideales para preservar el contenido en glucosinolatos y por tanto la calidad nutritiva de las brásicas**



**Innovar diferentemente**



**SOPARCO**

ASESORAMIENTO E INNOVACION

**Desde hace 40 años SOPARCO crea macetas para los viveros**



Visite nuestra nueva página web  
[www.soparco.com](http://www.soparco.com) - tel.: +34 93 849 67 05

## distribución



*Aspecto característico del cultivo de nabicol del cual se consumen sus hojas tras un proceso de cocción.*

*Diferentes métodos de procesado y consumo de los grelos: enlatado y producto en fresco en modo de manojos.*

*A la izquierda, campo de ensayos de repollos en la finca experimental de la Misión Biológica de Galicia.*

yoría de estos trabajos se han centrado una vez más en el brécol y en el contenido en glucorafanina. Por ello, en nuestro grupo hemos centrado nuestros esfuerzos en conocer el efecto de los tratamientos térmicos en otros glucosinolatos y otros cultivos de quizás menor importancia económica pero de importancia reconocida en la cocina tradicional como los grelos y las nabizas.

Cuando los vegetales se cortan y se lavan como parte del procesado, las condiciones de la actividad de la enzima mirosinasa son probablemente

las óptimas. Este enzima es sensible a la temperatura y, consecuentemente, durante los tratamientos térmicos ocurridos en los procesos de cocción se inactiva y no puede

transformar los glucosinolatos en productos beneficiosos. El incremento de isotiocianatos beneficiosos en la dieta podría por lo tanto mejorarse evitando la cocción a elevadas tem-

---

**La enzima mirosinasa es sensible a la temperatura y, consecuentemente, durante los tratamientos térmicos ocurridos en los procesos de cocción se inactiva y no puede transformar los glucosinolatos en productos beneficiosos**

---

peraturas. La reducción del contenido en glucosinolatos puede ser debida a una rotura enzimática, una rotura térmica o por filtrado al agua de cocción. Sin embargo, cuando en las prácticas culinarias se utiliza el agua de cocción en forma de sopas y caldos, como es el caso de los grelos, las berzas o los repollos, esta pérdida de glucosinolatos del alimento no representa una pérdida de los glucosinolatos o isotiocianatos beneficiosos en la dieta.

Durante el proceso de cocción, los alimentos se someten a un fuerte calor, pudiendo provocar la hidrólisis de ciertos compuestos, su dilución en agua o su evaporación. Los métodos de cocción convencionales (hervido, coc-

ción al vapor, microondas y la cocción en olla a presión) reducen el contenido de glucosinolatos (aproximadamente entre un 30% - 60%), dependiendo del método, intensidad y tipo de compuesto. Así, los glucosinolatos alifáticos son menos sensibles a los tratamientos térmicos en comparación con los indólicos o los aromáticos. Respecto a los glucosinolatos individuales, glucoiberina, glucorafanina y glucoalisina son más susceptibles que la sinigrina, gluconapina y progoitrina. La cocción al vapor, al microondas y a la plancha son méto-

**En brécol se ha comprobado que la cocción al vapor durante 2 minutos es el método más eficaz para mantener intacto el contenido en glucosinolatos**

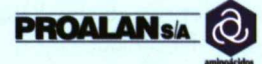
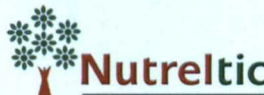
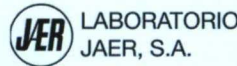
dos de cocinado populares con un efecto menor en el contenido total en glucosinolatos en los cultivos de brásicas mientras que el hervido tradicional del alimento provoca una disminución importante en el contenido en glucosinolatos totales y en los glucosinolatos mayoritarios en comparación con el producto en fresco. En brécol se ha comprobado que la cocción al vapor durante 2 minutos es el método más eficaz para mantener intacto el contenido en glucosinolatos.

La cocción al microondas es una alternativa eficaz ya que requiere poca agua y, por ello, se utiliza como un buen método



## Uniendo esfuerzos para ofrecer calidad

*Joining efforts to offer quality*



C/ Músico Peydró, 36 - 1º • 46001 - VALENCIA (España)  
Tel. +34 96 353 13 11 • Fax: +34 96 394 33 92

E-mail: [info@aeфа-agronutrientes.org](mailto:info@aeфа-agronutrientes.org) • Web: [www.aeфа-agronutrientes.org](http://www.aeфа-agronutrientes.org)



**Planta de berzas en flor con el edificio de la Misión Biológica de Galicia al fondo.**

**A la derecha, parcela experimental con variedades de nabizas y grelos.**

para inactivar la enzima mirosinasa con una pérdida insignificante de glucosinolatos. El efecto de este método de cocción sobre la actividad de la enzima mirosinasa ha sido descrito en distintos trabajos. Aunque estos estudios aportan resultados contradictorios, la mayoría de ellos muestra una pérdida de glucosinolatos totales e individuales como por ejemplo glucoiberina, progointrina y gluconapina en brécol y sinigrina en repollo. Además, estas pérdidas no se asociaron con un incremento en glucosinolatos totales en el agua de cocción del alimento. La cocción a la plancha se está convirtiendo gradualmente en uno de los métodos más utilizados en el cocinado de hortalizas. Mediante este método se ha visto que se puede conservar el contenido en glucosinolatos totales en brécol, repollo, coliflor o coles de Bruselas debido probablemente a que la temperatura utilizada en este proceso de cocción permite inactivar la enzima mirosinasa, evitando la degradación de los glucosinolatos.

### **Influencia del procesado industrial: congelado, envasado y fermentación**

Los cultivos de brásicas se venden mayoritariamente en fresco aunque la tendencia del mercado es hacia una mayor diversificación en las formas de presentación. Por ello, es cada vez más frecuente encontrar los productos envasados, congelados e incluso liofilizados. Cada proceso tiene lugar en unas condiciones diferentes y esto influye en la calidad final del producto, ya sea porque pierde parte de sus propiedades nutritivas o porque cambian sus características organolépticas. La producción comercial de cultivos de brásicas y, en general, de cualquier pro-

ducto hortícola mediante congelación implica tratamientos de cocción al vapor o escaldado. Este proceso va a inactivar la actividad de la mirosinasa y una reducción en la conversión de glucosinolatos en isotiocianatos. La eliminación de este paso previo de escaldado antes de la cocción provocaría una rotura inmediata de los glucosinolatos en sus productos de degradación durante la descongelación del alimento. La fermentación es otro método de procesado industrial importante en algunos cultivos de brásicas. El producto más común es la chucrut obtenido a partir de la fermentación natural o controlada de col blanca o repollo mediante la actividad de bacterias ácido-lácticas que poseen

también actividad mirosinasa y son capaces de degradar los glucosinolatos al igual que la enzima mirosinasa encontrada en las plantas y en la flora del tracto digestivo en humanos.

El enlatado, otro modo de encontrar los productos hortícolas de brásicas, implica una disminución en el contenido en glucosinolatos en comparación con el producto en fresco o congelado. Aunque la explicación a este efecto no se ha demostrado parece que se debe a una degradación térmica o enzimática de los glucosinolatos. Los productos congelados sufren un importante tratamiento de calor y por ello, la degradación térmica parece ser el mecanismo responsable.

### **Influencia del tracto digestivo**

Cuando las brásicas se consumen en fresco, los compuestos obtenidos son isotiocianatos y nitrilos. Cuando el alimento se consume cocinado y la mirosinasa se halla inactivada por el tratamiento térmico, los glucosinolatos resultantes se van a degradar igualmente en isotiocianatos mediante las enzimas mirosinasas presentes en la microflora del tracto digestivo en los humanos. Los glucosinolatos se degradan en el intestino delgado por la mirosinasa de la planta y en el colon por la mirosinasa bacteriana. Recientemente, se han identificado poblaciones de bacterias como *Bifidobacterium sp.* capaces de digerir determinados glucosinolatos *in vitro*. Estas bacterias podrían estar implicadas en la degradación de los glucosinolatos en el tracto intestinal afectan-

---

**La interacción de los glucosinolatos con las mirosinasas presentes en la flora del colon va a influir en la disponibilidad de estas sustancias potencialmente beneficiosas para la salud**

---



do la disponibilidad final de los glucosinolatos presentes en los alimentos de brásicas.

En resumen, todos los factores y operaciones de la cadena poscosecha causan

**Todos los factores y operaciones de la cadena poscosecha causan cambios físicos y fisiológicos que se traducen en cambios en el contenido en glucosinolatos y en sus productos de degradación**

cambios físicos y fisiológicos que se traducen en cambios en el contenido en glucosinolatos y en sus productos de degradación. Aunque en general, el procesado y preparación de los vegetales conducen a una re-

ducción en los contenidos de estas sustancias, en algunos casos conducen a un incremento en isotiocianatos. Finalmente, la interacción de los glucosinolatos con las mirosinas presentes en la flora del colon va a influir en la disponibilidad de estas sustancias potencialmente beneficiosas para la salud. Muchos estudios aportan datos confusos sobre estos aspectos y es de esperar que en los próximos años se produzcan importantes avances en la elucidación de los mismos.

**Para saber más...**

- Para una información más detallada sobre este tema puede consultar la revisión publicada recientemente por Cartea y Velasco: *Glucosinolates in Brassica foods: bioavailability in food and significance for human health*. *Phytochemistry Reviews* 7:213-229 (2008).

- Puede encontrar más información y otros artículos relacionados con el tema en la Plataforma Horticom: 'Exigencias y retos de los tratamientos poscosecha: ¿cómo afrontarlos?', en [www.horticom.com?71617](http://www.horticom.com?71617).



# IPM DUBAI INTERNATIONAL PLANTS EXPO MIDDLE EAST

Plants | Technology | Floristry | Sales Promotion  
Plants Logistics | Plant Maintenance

230 exhibitors from 28 countries at IPM DUBAI 2008.  
2,537 trade visitors from 50 countries.  
83.1 % of the exhibitors and 75.9 % of the trade visitors saw their expectations for the fair fulfilled.

**Secure your place at IPM DUBAI 2009!**



**ADVANCE BOOKING DISCOUNT  
UNTIL 30TH NOVEMBER 2008:  
10% of the floor space**

**March 3 - 5, 2009  
Airport Expo Dubai  
Daily 10.00 - 18.00**

Fon +49.(0)2 01.72 44-2 26 · Fax +49.(0)2 01.72 44-5 13  
[nina.kempgen@messe-essen.de](mailto:nina.kempgen@messe-essen.de)

[www.ipm-dubai.com](http://www.ipm-dubai.com)



**planetfair**  
International Trade Fairs and Exhibitions

**MESSE  
ESSEN**

Place of Events