

## Soluciones innovadoras para optimizar el uso de nitrificantes en elaborados cárnicos cocidos manteniendo la seguridad alimentaria y la calidad organoléptica

### Resumen

Este proyecto nace de la inquietud de las empresas por la seguridad y / o riesgo que representa el uso de las sales nitrificantes para la salud de los consumidores. La centenaria utilización de nitratos y nitritos en derivados cárnicos ha sido muy controvertida en los últimos 50 años. Actualmente, mientras que por parte de las asociaciones de consumidores y de algunos profesionales se presiona a las administraciones para que se reduzca la dosis total permitida o incluso se prohíban, por otra parte numerosos científicos profundizan en el metabolismo endógeno del óxido de nitrógeno, obtenido a partir de la desaminación de las proteínas, y destacan que la cantidad ingerida vía los derivados cárnicos es proporcionalmente mucho menor que la producida endógenamente y también evalúan su papel beneficioso como cardioregulator y antibacteriano. Las empresas elaboradoras de productos cárnicos cocidos deben asegurar la calidad de los productos durante una vida útil muy larga (4 a 6 meses), en muchos casos en productos loncheados. Por lo tanto, es imprescindible mantener la adición de nitrito para garantizar su inocuidad ya que sólo una parte de los nitritos añadidos están presentes después de la cocción y es necesario que estos mantengan la actividad durante todo el tiempo de comercialización para ayudar a mantener la calidad y la seguridad microbiológica de los productos.

En este proyecto se ha estudiado la cinética de los nitrificantes en productos cárnicos cocidos y sus efectos antimicrobianos. A partir de la información obtenida, las empresas podrán plantear nuevas formulaciones de sus productos y dispondrán de un mejor conocimiento de cómo aplicar el nitrito durante el proceso de elaboración de los productos a fin de poder garantizar la seguridad alimentaria y alargar su vida útil.

### Objetivos

Los objetivos principales de este proyecto son dar respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué hay que hacer para que no se pierda tanto nitrito funcional durante el proceso? En qué momento y cómo se añade. ¿Qué parámetros ayudan a preservar su funcionalidad?
- ¿Qué adyuvantes (químicos y tecnológicos) potencian la funcionalidad del nitrito residual?

### Descripción de las actuaciones llevadas a cabo en el proyecto

Las acciones que se han llevado a cabo:

- Metaanálisis bibliográfico sobre la cinética de los nitritos en cocidos.
- Ensayo de alternativas químicas y físicas en masas cárnicas inoculadas con *Clostridium sporogenes* ("surrogate" de *C. botulinum* aceptado por ensayos).
- Evaluación de los efectos organolépticos que repercuten en calidad y ventas. Evaluación del efecto de la materia prima y del proceso de producción en el contenido de nitrito y nitrato residual y en las características sensoriales del producto. Comparación de diferentes métodos de cocción del producto.

### Resultados finales y recomendaciones prácticas

En los estudios de productos comerciales elaborados por las empresas se ha observado que la evolución del nitrito es muy variable y se asocia a la variabilidad del pH de las piezas y el proceso de elaboración. Los resultados muestran una reducción muy importante en la concentración de nitritos en los productos cocidos en comparación con la cantidad adicionada a las respectivas formulaciones (rango de adición: desde 85 ppm hasta el máximo de 150 ppm  $\text{NaNO}_2$ ). Así se observa como la mitad y al final de la vida útil de los productos, en la mayoría de los casos el residual de nitrito se encuentra muy próximo o por debajo del límite de detección (LOD = 4 ppm). Por otra parte, en todos los productos estudiados (jamón cocido extra, fiambre de hombro, pechuga de pavo y bacon) se observa la presencia importante de nitratos (no adicionados intencionadamente a la receta) en un rango aprox. de entre los 20 y 40 ppm, cuyo origen correspondería en parte, a los propios de la carne fresca de cerdo, los nitratos presentes en el agua potable de red (límite <50 ppm  $\text{NaNO}_3$  según normativa vigente) y, finalmente también, a la transformación (oxidación) del nitrito en nitrato debido a la interacción con los componentes de la salmuera y la matriz cárnica.

Los resultados de la cinética de nitritos:

- Las masas crudas con pH de la carne más alto presentan mayores contenidos de nitrito.
- En masas crudas, el contenido de nitrito disminuye y aumentan los nitratos cuando se alarga la maceración.
- En producto cocido el contenido de nitrito disminuye. No obstante, se mantiene la relación de cuanto más elevado el pH de la carne, mayor es el contenido residual.
- En producto cocido no hay un efecto de los días de maceración en cuanto a nivel de nitrificantes finales.

Se han visto interacciones significativas entre el pH de la masa, pH de la salmuera y el nivel de ascorbato.

A partir de los estudios de vida útil, se ha podido determinar que el crecimiento bacteriano aumenta sin presencia de nitritos o en bajas dosis. En cuanto a recuentos bacterianos:

- Tanto la célula vegetativa como la espora presentan mayor letalidad debida a nitritos en solución acuosa que en solución mixta tipo salmuera comercial (con cloruro de sodio, ascorbato y polifosfatos).
- Por debajo de 90 ppm de nitrito añadido, las matrices cárnica inoculadas con *C. sporogenes* presentan recuentos significativos tras la cocción con 2 días de maceración previa.
- Cuando la maceración previa alarga hasta 6 días los recuentos disminuyen de manera que tras la cocción no se detecta presencia del microorganismo.

En cuanto a las características fisicoquímicas:

- El color se mantiene bien hasta dos meses después de la cocción en jamones elaborados con 60 ppm de nitrito.
- En los jamones sin nitrito, la ausencia de conservante junto con el mayor pH que tienen las piezas después de cocción haría inviable la comercialización ya que la vida útil se acorta muy significativamente.

## Conclusiones

En este proyecto se ha podido estudiar detalladamente la cinética de los nitrificantes en productos cárnica cocidos y sus efectos antimicrobianos. A partir de la información obtenida, las empresas podrán plantear nuevas formulaciones de sus productos y dispondrán de un mejor conocimiento de cómo aplicar el nitrito durante el proceso de elaboración de los productos a fin de poder garantizar la seguridad alimentaria y alargar su vida útil. Teniendo en cuenta que los productos tienen una vida útil muy larga (4 a 6 meses) y muchos de ellos son loncheados, es imprescindible mantener la adición de nitrito para garantizar su inocuidad.

### Elaboración de la salmuera

- 1- El incremento de la **concentración de ascorbato** en la salmuera favorece la transformación del nitrito en nitrato en la salmuera elaborada. Los resultados de los análisis a las 48 h de la elaboración muestran una disminución del nitrito y un aumento del nitrato.
- 2- La **adición de proteína** a la salmuera también afecta significativamente los nitrificantes presentes en la salmuera, disminuyendo el nitrito y aumentando el nitrato.
- 3- La **aireación de la salmuera** mediante agitación creando vórtices no muestra un efecto significativo sobre la transformación del nitrito.
- 4- La presencia de una cantidad importante de ascorbato en una salmuera sin nitrito añadido no parece interferir en la determinación del nitrito ya que el resultado del análisis mujer por debajo del límite de detección.
- 5- La detección de **nitrato residual en salmueras** elaboradas sin adición de nitrito se explicaría principalmente por la presencia de nitratos en el agua de red.

#### **Materia prima y formulación**

- 6- El **pH de la carne fresca** tiene un efecto significativo sobre los contenidos de nitrito y nitrato del jamón cocido. Cuanto más bajo es el pH de la carne fresca menores son los contenidos de nitrito y nitrato en el producto final. El pH de la materia prima también afecta directamente el pH del producto final y el aspecto o color visual externo y del corte, siendo más rojos los jamones elaborados con carne de pH más elevado.
- 7- El **pH de la salmuera** afecta significativamente el contenido de nitrito en el jamón cocido, siendo más elevado el nitrito en la salmuera de pH más alto. El pH de la salmuera también afecta significativamente el pH del producto final, pero el efecto es menor que el del pH de la materia prima.
- 8- El pH bajo de la carne disminuye el contenido de nitrito en el jamón cocido, independientemente del pH de la salmuera. Por otra parte, la combinación de pH alto de la carne y pH alto de la salmuera da lugar al mayor contenido de nitrito residual y también al pH más elevado del jamón cocido.
- 9- El **nivel de ascorbato** afecta significativamente los contenidos de nitrito y nitrato del jamón cocido. El efecto sobre el contenido de nitrito es de una magnitud similar a la del efecto del pH de la salmuera. Mayores cantidades de ascorbato reducen el contenido de nitrito y aumentan el de nitrato. El nivel de ascorbato no afecta el pH del producto final.
- 10- El pH bajo de la carne da lugar a los menores contenidos de nitrito y nitrato, independientemente del nivel de ascorbato. La combinación de pH alto de la carne y nivel bajo de ascorbato da lugar al mayor contenido de nitrito residual en el jamón cocido. Por otra parte, la combinación de pH alto de la carne y nivel alto de ascorbato mujer el contenido más elevado de nitrato residual en el jamón cocido.
- 11- De manera similar, la combinación **salmuera de pH alto y nivel bajo de ascorbato** da lugar al mayor contenido de nitrito residual, mientras que la combinación **salmuera de pH alto con nivel alto de ascorbato** presenta el mayor contenido de nitrato residual.
- 12- Los lotes de jamón cocido elaborados con carne de pH bajo, independientemente del pH de la salmuera y del nivel de ascorbato, son los que presentan los menores contenidos de nitrato residual. Por otra parte, el jamón cocido elaborado con carne de pH alto, salmuera de pH y nivel altos de ascorbato es el que presenta mayor contenido de nitrato residual.

#### **Proceso de elaboración**

- 13- El **tiempo de maceración** evaluado (1 de vs. 4 d) tiene un efecto significativo sobre los contenidos de nitrito y nitrato en la masa cruda (disminuyendo el nitrito y aumentando el nitrato) pero no en el jamón cocido.
- 14- La adición de una parte del nitrito en la inyección de la salmuera y el resto directamente al bombo durante el último masaje antes de moldear, aumenta el contenido de nitrito en el producto final, especialmente en las carnes con pH elevado, en comparación con la adición de todo el nitrito en la inyección.
- 15- Dentro de un mismo jamón cocido elaborado con músculos enteros, los músculos o zonas con un pH final más alto presentan concentraciones de nitrito residual más elevadas que la media de la rebanada muestreada. La variabilidad sería más elevada dentro del jamón que entre los dos procesos de adición del nitrito.

#### **Cocción por radiofrecuencias**

- 16- La **cocción por radiofrecuencias** (RF) combinada con una fase final de cocción convencional (CONV) al horno (RF + CONV) da lugar a un contenido de nitrito residual significativamente más elevado que la **cocción**

**convencional** al horno con vapor (CONV) en los jamones elaborados con 150 ppm de nitrito adicionado, mientras que en los jamones con 60 ppm las diferencias no son significativas. El mayor contenido de nitrito final en los jamones RF + CONV respecto los CONV explicaría por el menor tiempo de tratamiento térmico del proceso RF + CONV (222 min) en comparación con la duración de la cocción convencional (360 min).

17- La **inversión de la localización de los puntos fríos del jamón en los dos procesos de cocción**: la zona central del jamón en la cocción convencional y la zona periférica del jamón en el caso de la cocción RF + CONV, explicaría la tendencia observada en que el contenido de nitrito es ligeramente más elevado en el centro respecto de la periferia en el caso de la cocción convencional y, a la inversa, en la cocción RF + CONV, con un contenido de nitrito más bajo en el centro respecto de la periferia.

### Líder del Grupo Operativo

ENTIDAD: SANT DALMAI SAU

E-MAIL DE CONTACTO: info@santdalmai.com

### Coordinador del Grupo Operativo

ENTIDAD: INNOVACC

E-MAIL DE CONTACTO: innovacc@olot.cat

### Otros miembros del Grupo Operativo (perceptores de ayuda)

ENTIDAD: ESTEBAN ESPUÑA SA

E-MAIL DE CONTACTO: info@espuna.es

ENTIDAD: JOAQUIM ALBERTÍ SA

E-MAIL DE CONTACTO: jvila@laselva.es

### Otros miembros del Grupo Operativo (no perceptores de ayuda)

ENTIDAD: Universitat Autònoma de Barcelona

E-MAIL DE CONTACTO: martin.buffa@uab.cat

ENTIDAD: IRTA

E-MAIL DE CONTACTO: anna.claret@irta.cat

### Ámbito/s temático/s de aplicación

- Sistema de producción agraria
- Práctica agraria
- Equipamiento y maquinaria agraria
- Ganadería y bienestar animal
- Producción vegetal y horticultura
- Paisaje / Gestión del territorio
- Control de plagas y enfermedades
- Fertilización y gestión de nutrientes
- Gestión del suelo
- Recursos genéticos
- Silvicultura
- Gestión del agua
- Clima y cambio climático
- Gestión energética
- Gestión de residuos y subproductos
- Gestión de la biodiversidad y del medio natural
- Calidad alimentaria / procesamiento y nutrición

- Cadena de suministro, marketing y consumo
- Competitividad y diversificación agraria y forestal
- General

### Ámbito/s territorial/es de aplicación

PROVINCIA/S	COMARCA/S
GIRONA	GIRONÈS GARROTXA LA SELVA

### Difusión del proyecto (publicaciones, jornadas, multimedia...)

a) Noticia en la página web de INNOVACC publicada el 28 de noviembre de 2017 donde se explica la obtención de la ayuda para la realización del proyecto, una breve descripción, los participantes, la financiación y la fecha prevista de finalización.

<https://www.innovacc.cat/2017/11/28/projectes-presentats-en-la-linia-de-grups-operatius-2017-del-darp/>

b) Noticia en la página web de INNOVACC publicada el 23 de julio de 2018 donde se explica la obtención de la ayuda para la realización del proyecto, una breve descripción, los participantes, la financiación y la fecha prevista de finalización.

<https://www.innovacc.cat/2018/07/23/el-projecte-solucions-innovadores-per-a-reduir-lus-de-nitrificants-en-elaborats-carnis-cuits-mantenint-la-seguretat-alimentaria-y-la-calidad-organoléptica-a-obtenido-un-ayu/>

c) Boletín de INNOVACC del mes de julio de 2018 donde se publica una noticia sobre la aprobación del proyecto. Acción prevista en el Plan de divulgación del proyecto.

d) Presentación de la Asamblea General Extraordinaria de INNOVACC, de 19 de diciembre de 2018. Acción prevista en el Plan de divulgación del proyecto. Ver página 15 del siguiente link:

<http://www.innovacc.cat/wp-content/uploads/2019/01/2-Estat-dels-Projectes.pdf>

e) Presentación de la Asamblea General Ordinaria de INNOVACC, de 10 de junio de 2019. Acción prevista en el Plan de divulgación del proyecto. Ver página 21 del siguiente link:

[https://www.innovacc.cat/wp-content/uploads/2019/06/0-Presentaci%C3%B3-AG-10juny2019\\_compressed.pdf](https://www.innovacc.cat/wp-content/uploads/2019/06/0-Presentaci%C3%B3-AG-10juny2019_compressed.pdf)

f) Revista anual 2019 de INNOVACC donde consta, un artículo sobre el proyecto. Acción prevista en el Plan de divulgación del proyecto. Ver página 30 del link:

[https://issuu.com/innovacrevistadigital/docs/revista\\_innovacc\\_2019\\_ok\\_br](https://issuu.com/innovacrevistadigital/docs/revista_innovacc_2019_ok_br)

g) Presentación de la Asamblea General Extraordinaria de INNOVACC, de 18 de diciembre de 2019. Acción prevista en el Plan de divulgación del proyecto. Ver página 43 del siguiente link:

<https://www.innovacc.cat/wp-content/uploads/2020/02/0-Presentaci%C3%B3-AG-18des2019-1.pdf>

h) Presentación de la Asamblea General Ordinaria de INNOVACC, de 15 de junio de 2020. Acción prevista en el Plan de divulgación del proyecto.

i) Revista anual 2020 de INNOVACC donde consta, un artículo sobre el proyecto. Acción prevista en el Plan de divulgación del proyecto. Ver página 8 del link:

[https://issuu.com/innovaccrevistadigital/docs/disseny\\_revista\\_innovacc\\_2020\\_ok\\_2](https://issuu.com/innovaccrevistadigital/docs/disseny_revista_innovacc_2020_ok_2)

### Página web del proyecto

<https://www.innovacc.cat/2019/02/06/soluciones-innovadoras-para-reducir-el-uso-de-nitrificantes-en-elaborados-carnicos-cocidos-manteniendo-la-seguridad-alimentaria-y-la-calidad-organolectica/?lang=es>

### Otra información del proyecto

FECHAS DEL PROYECTO	PRESUPUESTO TOTAL
Fecha inicio (mes-año): junio 2018	Presupuesto total: 125.002,79 €
Fecha final (mes-año): septiembre 2020	Financiación DARP: 51.086,04 €
Estado actual: Ejecutado	Financiación UE: 38.538,60 €
	Financiación propia: 35.378,14 €

### Con la financiación de:

Proyecto financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la innovación) a través del Programa de desarrollo rural de Cataluña 2014-2020.

*Orden ARP/133/2017, de 21 de junio, por la que se aprueban las bases reguladoras de las ayudas a la cooperación para la innovación a través del fomento de la creación de grupos operativos de la Asociación Europea para la innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y la realización de proyectos piloto innovadores por parte de estos grupos, y la Resolución ARP/1868/2017, de 20 de julio, por la que se convoca la citada ayuda.*



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Agricultura,  
Ramaderia, Pesca i Alimentació



Fons Europeu Agrícola  
de Desenvolupament Rural:  
Europa inverteix en les zones rurals