

La limpieza y desinfección de cajas en la industria cárnica

En la industria cárnica, la limpieza y desinfección de las superficies de los equipos e instalaciones en contacto directo con los alimentos constituye una importante estrategia para asegurar su salubridad. De entre todas las superficies que entran en contacto directo con los alimentos se encuentran las cajas o bandejas, que son elementos que pueden contener tanto producto elaborado, como productos en fase de procesado, materias primas y subproductos. El uso de un único tipo de cajas o bandejas para todos estos grupos de materias, puede ocasionar un incremento de contaminaciones cruzadas y la maximización del riesgo de aparición de peligros alimentarios.

Juan José Canet, Enrique Orihuel y Ramón Bertó. Betelgeux, S.L.

Los peligros que pueden presentarse a causa de una deficiente higiene de las cajas, los podemos encuadrar en tres categorías:

- ▶ Peligros físicos: presencia de elementos que pueden ser ingeridos junto al alimento, como restos metálicos, cristales, etc.
- ▶ Peligros químicos: incluyen todos aquellos agentes químicos que pueden incorporarse en la carne y causar alteraciones en la salud, como los pesticidas.
- ▶ Peligros biológicos: se producen por la presencia en el alimento de microorganismos patógenos, que pueden originar enfermedades, ya sea por ingestión de un número determinado de células patógenas, o por la presencia de toxinas originadas por los propios microorganismos. En los productos cárnicos y derivados se encuentran



también un grupo de microorganismos denominados alterantes, que no causan toxiinfecciones alimentarias pero reducen su vida útil, manifestándose en forma de olores anormales, exudados, coloraciones, etc. Estos fenómenos tienen una gran importancia económica, ya que disminuyen la vida comercial del producto y son origen de reclamaciones por clientes y consumidores finales.

Para evitar estos peligros, los procedimientos de limpieza y desinfección de cajas y bandejas deben ser considerados como una parte muy importante del programa de higiene, pues precisamente en estos recipientes es donde, de forma habitual, más tiempo de contacto hay entre las superficies y los alimentos, y donde se pueden originar más contaminaciones cruzadas por los diferentes tipos de productos que pueden contener.

A continuación se describen algunos de los aspectos más relevantes que deben considerarse al diseñar procedimientos de higienización de cajas y bandejas.

Aspectos relevantes en la higiene de cajas en la industria

La higienización de las cajas en la industria cárnica se efectúa en túneles de lavado de distinto tamaño en función del número de cajas a lavar por hora de trabajo. En una máquina lavadora de cajas el procedimiento habitual de higiene incorpora, habitualmente, los siguientes procesos:

- ▶ Prelavado. A la entrada de la máquina de lavado, las cajas se someten a un primer enjuague con agua. El objetivo es eliminar la suciedad más grosera.
- ▶ Aplicación del detergente. En esta fase la solución detergente se aplica mediante boquillas a presión sobre las cajas. La dosificación del detergente se efectúa en una cubeta de volumen variable en función de la capacidad de la lavadora de cajas.
- ▶ Enjuague del detergente. Se realiza a continuación un enjuague del detergente mediante un arco de boquillas con agua limpia, se elimina de este modo el producto químico y la suciedad que éste ha reblandecido.

- Desinfección. Las cajas se desinfectan mediante un arco de boquillas que proyectan la solución desinfectante.
- Enjuague final. En este enjuague se deben de eliminar los residuos del desinfectante para evitar que entren en contacto con la carne.

A la vista de este protocolo se puede observar que existen factores clave, imprescindibles para conseguir una correcta higienización de las cajas. Estos factores en su mayoría se corresponden con los indicados en el conocido círculo de Sinner: energía mecánica, calor, detergente y tiempo. Cuando se disminuye el peso de uno de ellos en el conjunto total del proceso, por ejemplo, la energía mecánica que en una máquina de lavado viene determinada por la presión de agua aplicada en los arcos de lavado, debe suplementarse por el incremento de los otros factores que, siguiendo con el ejemplo, serían: dosis de producto, tiempo de contacto y temperatura de lavado.

En muchas plantas de elaboración de productos cárnicos, los parámetros implicados en la higiene de las cajas no son

los más adecuados y dan lugar a una limpieza y desinfección deficiente, con el consiguiente riesgo para el consumidor.

Se describen a continuación algunos de los condicionantes mencionados y cómo conseguir una correcta optimización de los mismos.

Hay factores clave que en su mayoría se corresponden con los indicados en el conocido círculo de Sinner: energía mecánica, calor, detergente y tiempo

Enjuague inicial

El enjuague inicial debe servir para eliminar la suciedad grosera y evitar que ésta pase a la cubeta de dosificación del detergente. El agua se aplica por medio de arcos de boquillas, en los que son de importancia los siguientes factores:

- Dirección adecuada de las boquillas respecto a las cajas.

- Presión del agua proyectada, que debería ser entre 3 y 6 bar.

Aplicación de detergente

La aplicación del detergente se realiza con un arco de boquillas, que es abastecido mediante una bomba que aspira la solución detergente que se encuentra en la cubeta de la máquina lavadora, que es donde se realiza su dosificación. Uno de los principales problemas que se observan en esta fase es la incorrecta dosificación del detergente y la poca estabilidad de la dosis, produciéndose un descenso paulatino de la misma. En ocasiones se produce una continua dilución de la solución detergente por entrada de agua sin producto limpiador, por lo que puede darse la situación de utilización de dosis excesivamente bajas o incluso nulas. En estos casos, el sistema de lavado de cajas se convertirá en una fuente de inoculación continuada de microorganismos en las cajas, ya que la solución limpiadora puede estar contaminada por microorganismos patógenos, incluyendo listeria y *Salmonella*. Por ello, es re- ►►



A la izquierda, placa de listeria. A la derecha, entre las técnicas para evaluar los niveles de contaminación en la superficie de las cajas destacan la inoculación por contacto utilizando placas Rodac.

comendable controlar la pérdida de agua y dosificar el detergente mediante sistemas capaces de medir en tiempo real la concentración del mismo en el baño. Uno de estos sistemas contempla la utilización de sondas de conductividad que miden en continuo la conductividad del baño. Para la correcta dosificación del producto se establece un programa que incorpora dos niveles de conductividad, de forma que se adiciona detergente cuando la sonda mide una conductividad baja, y deja de adicionarse producto cuando se alcanza un nivel superior de conductividad.

En la fase de lavado se utilizan detergentes alcalinos no espumantes, puesto que la mayor cantidad de suciedad es debida a materias grasas, proteínas y sangre, y estos formulados presentan elevada eficacia para la eliminación de la suciedad orgánica. No obstante, en regiones que dispongan de agua con elevada dureza es conveniente que estos compuestos incorporen agentes secuestrantes, o que al menos una vez por semana se realice el lavado de cajas con un detergente desincrustante ácido. Con ello se obtiene un doble beneficio: la desincrustación interior de los circuitos de boquillas y de la maquinaria, y la eliminación de las cajas de los restos calcáreos y de detergentes alcalinos, con lo que mejora el aspecto de éstas dándoles un mayor brillo.

La temperatura tiene una especial relevancia en la fase de detergencia. El empleo en la solución limpiadora de temperaturas de entre 50 y 55°C, mejora enormemente la capacidad desengrasante y de eliminación de la suciedad or-

gánica del sistema. También es fundamental para evitar la proliferación microbiana en la solución detergente y que se convierta en un caldo de cultivo de microorganismos.

Al igual que para mantener estable la concentración del baño de detergente, la pérdida de agua por diversos motivos, como evaporación, arrastre por las cajas, mal funcionamiento de las boyas o sondas de nivel; ocasiona una entrada de agua que suele ser fría y por tanto disminuye la temperatura del baño de detergente. Además de la imposibilidad de mantener una temperatura adecuada de lavado, se produce un incremento considerable del coste energético y el coste de calentar el agua puede llegar a ser desorbitado. Para evitar esta pérdida de temperatura en la solución, es deseable proteger mediante un buen aislamiento térmico el baño de lavado y la zona de aplicación del detergente.

Finalmente, para conseguir una adecuada limpieza de las cajas, es importante considerar el círculo de Sinner. Ya se ha indicado el efecto de la dosificación del detergente, la temperatura de aplicación, el tiempo de estancia de las cajas en la máquina de lavado y, una adecuada presión de la solución detergente a la salida de las boquillas, que debe ser de entre 3 y 6 bar. Se consigue, además de la correcta eliminación de residuos de naturaleza orgánica, otro objetivo de las máquinas de lavado en industria cárnica: la eliminación de las etiquetas. Las etiquetas de las cajas son difíciles de eliminar debido a las colas que se utilizan para adherirlas a las cajas. Por ello, juegan un papel de gran re-

levancia la correcta disposición y direccionamiento de las boquillas y la presión con la que impacta la solución detergente sobre las cajas. Una vez desprendidas las etiquetas, debe de existir un adecuado sistema de eliminación de las mismas del interior de la solución detergente que debe mantenerse limpia. Con este fin, las máquinas lavadoras incorporan filtros, habitualmente rotativos, que retiran la suciedad. Estos filtros deben ser limpiados a intervalos regulares durante la jornada de trabajo.

Desinfección de cajas

La desinfección de las cajas es otro aspecto de gran importancia que en ocasiones no está correctamente solucionado. Es frecuente observar máquinas de lavado donde hay un único compartimento para detergencia, pero sin posibilidad de aplicar una fase posterior de desinfección. En las máquinas de higiene de cajas la desinfección puede realizarse mediante dos sistemas:

- Una fase única de detergencia-desinfección. Con este sistema, utilizado en túneles de lavado de reducido tamaño, se efectúan simultáneamente las fases de limpieza y desinfección. Para ello se emplean productos detergentes con capacidad biocida, por ejemplo detergentes desinfectantes alcalino clorados. Alternativamente, y dada la corrosividad de los productos clorados, pueden utilizarse detergentes desinfectantes formulados con otras sustancias biocidas. En ensayos de eficacia biocida del lavado de cajas con este tipo de productos, se han conse-

guido reducidos conteos en las cajas cuando se utiliza una temperatura de la solución detergente de más de 50°C.

► Sistema con dos fases, una primera de detergencia y una segunda fase de desinfección. La desinfección en estos equipos se realiza por medio de un arco de boquillas que rocían la solución desinfectante sobre las cajas. En este caso es importante el correcto posicionamiento de las boquillas para que mojen adecuadamente el interior de las cajas. El sistema de dosificación debe proporcionar la dosis adecuada de desinfectante, habitualmente valores entre 0,3 y 1%. Para esta aplicación es adecuado el uso de bombas volumétricas de dosificación, en las que el agua, al pasar por ellas, acciona un émbolo que dosifica de forma exacta el desinfectante. Los desinfectantes aplicados pueden ser formulados con distintos principios activos, como amonios cuaternarios, aminos terciarios o combinaciones de ácido peracético y peróxido de hidrógeno. Para decidir el empleo de uno u otro desinfectante deben valorarse distintos aspectos, como espacio disponible o presencia de operarios trabajando en la sala. En cualquier caso, debería haber un tiempo posterior de actuación del desinfectante. Este hecho no siempre se produce y, en ocasiones, el arco de enjuague final se sitúa inmediatamente después del arco de aplicación del desinfectante, no habiendo suficiente tiempo de contacto con la superficie a desinfectar. Es recomendable dejar actuar el producto antes del enjuague final para conseguir la máxima eficacia. El proceso de enjuague es imprescindible y exigido por la legislación para todo producto desinfectante en industria alimentaria para evitar que residuos del mismo puedan contaminar el alimento.

Secado de las cajas

El secado de las cajas es fundamental, aunque la mayoría de las máquinas presentes en las industrias cárnicas no disponen de este módulo, únicamente en túneles de lavado de gran dimensión se incorpora el secado de las cajas que se efectúa con aire caliente entre 45-50°C, del que se debe garantizar su inocuidad microbiológica. El secado impide la proliferación microbiana debido a la ausencia de agua a disposición de las bacterias. Así, por ejemplo, Berrang y col. (2011) consi-

Cuadro I. Límites críticos generales para análisis de superficies limpias y desinfectadas de industrias alimentarias por inoculación por contacto.

LÍMITES CRÍTICOS		
	Recuento total UFC/cm ²	Enterobacterias UFC/cm ²
CORRECTO	$x^* < 0,40$	$x^* < 0,10$
No concluyente	$0,40 < x^* < 0,50$	$0,10 < x^* < 0,13$
INCORRECTO	$x^* > 0,50$	$x^* > 0,13$

x^* = media corregida de una serie de resultados, se obtiene recalculando la media una vez eliminado el resultado más alejado de la media original. De este modo se evita la presencia de picos que pueden desvirtuar la interpretación de las medias.

Cuadro II. Condiciones de L+D en el ensayo 1.

Parámetros monitorizados	Resultados
Temperatura pre-lavado	52°C
Temperatura lavado	52°C
Temperatura secado	45°C
Producto utilizado	Betelene DB55 Plus
Dosis del producto	0,3 %
Desinfectante utilizado	Quacide MC7
Dosis utilizada	0,5%

Cuadro III. Resultados microbiológicos obtenidos en la L+D con fase de desinfección y secado

PUNTOS DE ENSAYO	RECUENTO TOTAL		RECUENTO TOTAL	
	Antes L+D	Después L+D	Antes L+D	Después L+D
Caja 1 fondo	15,22	0,00	7,39	0,00
Caja 1 lateral	17,39	0,10	0,76	0,00
Caja 2 fondo	5,54	0,00	0,22	0,00
Caja 2 lateral	4,02	0,20	2,61	0,00
Caja 3 fondo	2,83	0,00	0,11	0,00
Caja 3 lateral	5,65	0,00	2,50	0,00
Caja 4 fondo	1,52	0,00	0,22	0,00
Caja 4 lateral	0,22	0,10	0,00	0,00
Caja 5 fondo	0,65	0,10	0,00	0,00
Caja 5 lateral	1,85	0,00	0,00	0,00
MEDIA:	5,49	0,05	1,38	0,00
Desviación típica	6,02	0,07	2,34	0,00
% Reducción	99,0 %		100 %	

Resultados expresados en UFC/cm².

guen eliminar la presencia de *Campylobacter* en cajas de transporte de aves vivas utilizando aire caliente a 50°C durante 15 minutos.

Evaluación de la efectividad del proceso de higienización de las cajas

Desde un punto de vista microbiológico, la eficacia del proceso de higienización de cajas puede evaluarse mediante técnicas de análisis microbiológico que consiguieran evaluar los niveles de contaminación en las superficies de las cajas. De entre es-

tas técnicas destaca la inoculación por contacto utilizando placas del tipo Rodac (*Replicate Organism Direct Agar Contact*), que permiten obtener información de forma rápida y eficaz.

En esta técnica se realiza una impresión directa del medio de cultivo con la superficie a analizar, con lo que se recoge sobre el medio de cultivo una parte de los microorganismos presentes en la superficie (se estima que se recogen sobre el medio de cultivo un 0,1 % del total de microorganismos presentes); expresando los resultados como ufc/cm². En fun- ►►

Cuadro IV. Condiciones de L+D en el ensayo 2 con fase de limpieza y desinfección unificada.

Parámetros monitorizados	Resultados
Temperatura pre-lavado	65°C
Temperatura lavado	65° C
Temperatura secado	47° C
Producto utilizado	Betelchlor 55 EC
Dosis del producto	1,1 %

Cuadro V. Resultados microbiológicos obtenidos en la L+D con ambas fases unificadas.

PUNTOS DE ENSAYO	RECUEENTO TOTAL		RECUEENTO TOTAL	
	Antes L+D	Después L+D	Antes L+D	Después L+D
Caja 1 fondo	4,60	0,00	2,80	0,00
Caja 1 lateral	3,68	0,00	2,64	0,00
Caja 2 fondo	8,80	0,20	2,36	0,00
Caja 2 lateral	7,60	0,30	2,44	0,00
Caja 3 fondo	8,60	0,00	3,00	0,10
Caja 3 lateral	2,04	0,00	2,28	0,00
Caja 4 fondo	1,52	0,20	1,63	0,00
Caja 4 lateral	0,56	0,20	2,17	0,00
Caja 5 fondo	0,60	0,00	1,63	0,00
Caja 5 lateral	3,12	0,00	1,85	0,00
MEDIA:	4,11	0,09	2,28	0,01
Desviación típica	3,19	0,11	0,47	0,03
% Reducción	97,8		99,56	

Resultados expresados en UFC/cm².

ción del medio de cultivo podemos obtener recuentos de distintos microorganismos, así se utilizará Agar de Recuento Total, para determinar el número total de microorganismos aerobios, en tanto que para el recuento de enterobacterias puede utilizarse *Violet Red Bile Glucose Agar* (VRBG). Para determinar presencia de patógenos, como *Salmonella* y listeria, pueden utilizarse hisopos o toallas humedecidas con las que se muestrean las superficies internas de la caja. Estas muestras serán transportadas al laboratorio para su análisis. Además, también será importante complementar los resultados microbiológicos con el examen visual de las cajas, estableciendo niveles de limpieza visual.

En todos los casos es importante establecer límites críticos de aceptación y rechazo, que para el caso de Recuento total de microorganismos o enterobacterias se establecerán en forma de ufc/cm²; en tanto que para patógenos, lo lógico sería establecer niveles de "ausencia". Es necesario que estos límites críticos permitan la

interpretación objetiva de los resultados. En esta línea el Departamento Técnico de Betelgeux ha desarrollado un método de análisis estadístico simple, que facilita el establecimiento de límites críticos o especificaciones para superficies limpias y desinfectadas de industrias alimentarias, y que pueden ser aplicados también a las superficies de las cajas de la industria cárnica para determinar si han sido correctamente higienizadas. En el **cuadro I** se detallan las especificaciones microbiológicas obtenidas con este método.

Monitorización del proceso de higienización de cajas

Para obtener cajas higiénicamente limpias y que cumplan las especificaciones, es necesario diseñar todo el proceso de L+D de las cajas: fases de limpieza y desinfección, dosis de los productos aplicados, temperaturas del proceso, presión de los equipos, tiempos de estancia de las cajas y temperatura de secado. Posteriormente, el proceso debe de ser validado, y finalmente deberá monitorizarse continua-

mente para verificar que se está desarrollando según lo planificado y que por tanto los resultados serán óptimos. Con este fin será de gran ayuda diseñar una planilla de control que recoja periódicamente todos los datos del proceso, registrarlos y almacenarlos. Con todo ello se logrará una correcta trazabilidad del proceso de higienización de las cajas, que permitirá adoptar medidas correctoras inmediatas cuando haya desviaciones respecto a lo establecido, incluso antes de obtener resultados microbiológicos y visuales anómalos.

Ensayos de higienización de cajas y monitorización del proceso

Se presentan a continuación dos ensayos de higienización de cajas en túnel de lavado realizados en una industria cárnica. En el primero de ellos se realizan todas las fases habituales del proceso, con la limpieza y desinfección separadas y, posteriormente, una fase de secado. En el segundo caso, se realiza una única fase de limpieza y desinfección, y también se realiza un proceso de secado. En ambos ensayos se tomó como grupo testigo cajas sucias, antes de realizar cada uno de los procesos de higienización. Para verificar la eficacia de las prácticas de L+D, se efectuaron análisis microbiológicos de las cajas tanto en el fondo como en el lateral. Los recuentos se realizaron por inoculación por contacto utilizando láminas de cultivo con una superficie de contacto de 10 cm². Las láminas contenían agar de recuento en placa con TTC (2,3,5-trifeniltetrazolium cloruro) y neutralizante para el recuento total, y agar VRBG con neutralizante, para la determinación de enterobacterias. Las placas de recuento total se incubaron en estufa durante 48 horas a 37°C, mientras que las de recuento de enterobacterias se incubaron a 37°C durante 18 horas. Los resultados obtenidos se expresaron como ufc/cm².

Caso 1. Ensayo de L+D con fase de limpieza y desinfección separadas

Se utilizó un túnel de lavado con dos fases separadas, una para aplicación del detergente alcalino Betelene DB55 Plus y una segunda para aplicación del desinfectante formulado con amonios cuaternarios Quacide MC7. Posteriormente tuvo lugar el secado de las cajas en un módulo de secado por aire. En los **cuadros II** y **III** se describen los parámetros moni-

torizados del proceso y los resultados microbiológicos obtenidos, donde se observa que la media de recuento total pasa desde 6,02 ufc/cm² antes del proceso de higienización a 0,07 ufc/cm² después de la L+D, lo que representa un porcentaje de reducción del 99%; en tanto que no se detecta crecimiento de enterobacterias en las placas inoculadas tras las operaciones de higiene.

Caso 2. Ensayo de L+D con fase única de limpieza y desinfección

El segundo ensayo se efectuó en un túnel de lavado en el que se unificaron las fases de limpieza y desinfección. Para ello se utilizó el detergente-desinfectante alcalino clorado Betelchlor 55 EC y, posteriormente, las cajas se enjuagaron con agua y pasaron a un túnel de secado. También en este caso se obtienen resultados microbiológicos correctos con recuentos medios para recuento total 4,11 ufc/cm² antes de la L+D y de 0,09 ufc/cm² después de las prácticas de higiene, lo que supone un porcentaje de reducción del 97,8%. Para enterobacterias se alcanza un porcentaje de reducción del 99,56%, pasando de recuentos de 2,28 ufc/cm² a 0,01 ufc/cm² tras la higienización de las cajas. Los resultados obtenidos de la monitorización del proceso y del análisis microbiológico se detallan en los cuadros IV y V.

Observaciones

De los resultados de ambas experiencias se deduce que ambos procesos, tanto el que efectúa una única fase de limpieza y desinfección como el que emplea fases separadas, pueden conseguir resultados

higiénicos óptimos, según los límites críticos reseñados en el cuadro I.

Conclusiones

La higiene de las cajas en la industria cárnica constituye en numerosas ocasiones un "punto negro", origen de innumerables contaminaciones cruzadas y al que se debe prestar especial atención. En el artículo se han descrito los aspectos que pueden contribuir a una correcta higienización de las cajas, y los parámetros adecuados para conseguir resultados microbiológicos y visuales óptimos. Estos resultados han podido obtenerse tanto con el uso de fases separadas para la L+D, como con una única fase para la limpieza y desinfección. En este segundo caso, para obtener idénticos resultados, se ha incrementado la dosis del producto detergente-desinfectante y la temperatura de aplicación del mismo. El uso de uno u otro protocolo va a depender de numerosos factores que deben ser estudiados: espacio disponible, tipo de túnel de lavado, característica de la suciedad presente en las cajas, etc. En todo caso, deben validarse los procedimientos mediante ensayos microbiológicos que demuestren su eficacia y, una vez implementados, debe existir una monitorización periódica del proceso para evitar desajustes. ●

Bibliografía

GRIFFITHS, W.E., "Contact slides for use in environmental hygiene studies", *Environmental Health*, feb., pág. 36-37, (1978).
MARRIOT, N.G. "Principles of food sanitation". Ed. AVI Publ. Co. Inc., Westport, (1985).

ORIHUEL, E. Y DE LA FUENTE, N.: "Un método de análisis estadístico para la evaluación de los niveles de desinfección de superficies por la técnica de inoculación por contacto". *Alimentación, equipos y tecnología*. Septiembre, p. 93-97, (1994).

ORIHUEL E., BERTÓ, R., MILVAQUES, A., CANET J.J.: "Limpieza y desinfección en industrias cárnicas". *Eurocarne*, nº 96, Mayo, (2001).

ORIHUEL E., BERTÓ, R., CANET, J.J.: "Monitorización de la Limpieza y Desinfección en Industrias Alimentarias". *Alimentación, equipos y tecnología*. Septiembre (1998).

M. E. BERRANG, C. L. HOFACRE, AND R. J. MEINERSMANN: "Forced hot air to dry feces and kill bacteria on transport cage flooring". *Poultry Science Association, Inc* (2011).

ORIHUEL IRANZO, ENRIQUE: "Importancia de la limpieza y desinfección para la prevención de *Listeria monocytogenes*". *Boletín AICE*, Septiembre, (2010).

BETELGEUX (2009): QUACIDE MC7 Desinfectante de superficies.
<http://www.betelgeux.es/documentos/IT-QUACIDE%20MC7-09-006.pdf>

BETELGEUX (2009): QUACIDE MC7 Desinfectante de superficies.

BETELGEUX (2009): BETELCHLOR 55 EC Detergente desinfectante alcalino clorado de espuma controlada. http://www.betelgeux.es/documentos/09_03_2-IT-BETELCHLOR%2055EC.pdf

BETELGEUX (2011): BETELENE DB55 PLUS. Detergente alcalino de espuma controlada para limpieza de cajas.

<http://www.betelgeux.es/documentos/Betanios2011.pdf>