

Directora del capítulo
Deborah E. Berkowitz

Sumario

VISION GENERAL Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

Procesos de la industria alimentaria <i>M. Malagié, G. Jensen, J.C. Grahamy Donald L. Smith</i>	67.2
Efectos sobre la salud y pautas patológicas <i>John J. Svagr</i>	67.8
Protección ambiental y cuestiones de salud pública <i>Jerry Spiegel</i>	67.13

SECTORES DE LA PRODUCCIÓN ALIMENTARIA

Industria cárnica <i>Deborah E. Berkowitz y Michael J. Fagel</i>	67.16
Industria avícola <i>Tony Ashdown</i>	67.20
Industria láctea <i>Marianne Smukowski y Norman Brusk</i>	67.26
Producción de cacao e industria del chocolate <i>Anaíde Vilasboas de Andrade</i>	67.27
Cereales, elaboración de cereales y productos de consumo basados en cereales <i>Tomas E. Hawkinson, James J. Collins y Gary W. Olmstead</i>	67.28
Panaderías <i>R.F. Villard</i>	67.30
Industria de la remolacha azucarera <i>Carol J. Lehtola</i>	67.32
Aceites y grasas <i>N.M. Pant</i>	67.33

● PROCESOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

*M. Malagré, G. Jensen, J.C. Graham y Donald L. Smith**

El término *industrias alimentarias* abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios (véase la Tabla 67.1). En general, las materias primas utilizadas son de origen vegetal o animal y se producen en explotaciones agrarias, ganaderas y pesqueras. En el presente artículo se ofrece una visión general del complejo de industrias alimentarias. En otros artículos incluidos en este capítulo y en la *Enciclopedia* se abordan ramas del sector y riesgos específicos.

La industria alimentaria actual ha experimentado un intenso proceso de diversificación y comprende desde pequeñas empresas tradicionales de gestión familiar, caracterizadas por una utilización intensiva de mano de obra, a grandes procesos industriales altamente mecanizados basados en el empleo generalizado de capital. Muchas de las ramas de esta industria dependen totalmente de la agricultura o la pesca locales. En el pasado, esta dependencia daba lugar a una producción estacional y a la contratación de trabajadores por temporadas. Las mejoras de las tecnologías de tratamiento y conservación de los alimentos han atenuado parcialmente la presión afrontada por los trabajadores debida a la necesidad de procesar con rapidez para evitar el deterioro de los productos. De este modo, se han reducido las fluctuaciones estacionales en el empleo. Con todo, en ciertos sectores siguen desarrollándose este tipo de actividades de temporada, como en el tratamiento de la fruta fresca y las verduras o en la producción de pasteles y chocolates, que aumenta en períodos vacacionales. Mujeres y trabajadores extranjeros suelen engrosar sus filas.

La producción mundial de alimentos ha ido aumentando. Las exportaciones de este tipo de productos alcanzaron los 290.000 millones de dólares en 1989, lo que representa un crecimiento del 30 % respecto a 1981. Un 67 % de estas exportaciones es generado por países industrializados de economía de mercado. Gran parte del aumento puede atribuirse a un incremento de la demanda de bebidas y alimentos elaborados, sobre todo en los países en desarrollo, donde el mercado aún no se ha saturado.

Con todo, este aumento de la producción alimentaria no ha generado un crecimiento del empleo debido a la intensificación de la competencia, que ha dado lugar a una reducción de la mano de obra utilizada en numerosas ramas del sector, en especial en los países industrializados. Las causas de esta tendencia consisten en una mejora de la productividad y la mecanización en gran parte de dichas ramas.

La presión demográfica, un reparto desigual de los recursos agrarios y la necesidad de asegurar la conservación de los productos alimenticios para facilitar una mejora de su distribución explican la rápida evolución técnica de estas industrias. Las presiones económicas y comerciales constantes llevan al sector a ofrecer productos nuevos y diferentes para el mercado, mientras que, en otras industrias, puede fabricarse el mismo producto del mismo modo durante decenios. Incluso en instalaciones muy industrializadas suele recurrirse a técnicas aparentemente

arcaicas al lanzar o iniciar nuevos productos y procesos. En la práctica, para satisfacer las demandas de la población, no se necesita únicamente una cantidad suficiente de alimentos, lo que exige un aumento de la producción, sino también un control estricto de la higiene con el fin de lograr la calidad indispensable para mantener la salud de la comunidad. Sólo la modernización de las técnicas justificada por la necesidad de obtener grandes volúmenes de producto en un entorno productivo estable eliminarán los riesgos de la manipulación manual. A pesar de la enorme diversidad de las industrias alimentarias, los procesos de fabricación pueden dividirse en la manipulación y el almacenamiento de materias primas, la extracción, la elaboración, la conservación y el envasado.

Manipulación y almacenamiento

La manipulación de las materias primas, los ingredientes utilizados en la elaboración y los productos terminados es varia y diversa. Actualmente se tiende a reducir al mínimo la manipulación manual mediante la mecanización, el "proceso continuo" y la automatización. La manipulación mecánica puede abarcar el transporte interior autopropulsado con o sin embandejación o la disposición en grandes sacos a granel (que contienen a menudo varios miles de kilogramos de material en polvo seco); cintas transportadoras (que portan, por ejemplo, remolacha, grano o fruta); montacargas de cubetas (p. ej., con grano y pescado); transportadores de tornillo sin fin (p. ej., con dulces, harina, etc.); canal de descarga en alto (p. ej., para descargar grano, azúcar, o frutos secos y para el transporte de harinas).

El almacenamiento de materias primas es sumamente importante en una industria estacional (p. ej., refinado de azúcar, elaboración de cerveza, moltura de harina y enlatado). Suele realizarse en silos, tanques, bodegas y cámaras frigoríficas. El almacenamiento de productos terminados varía en función de su naturaleza (líquidos o sólidos), y el método de conservación y envasado (suelto, en sacos de mayor o menor tamaño, en fardos, cajas o botellas); y el diseño de las instalaciones respectivas debe responder a las condiciones de manipulación y conservación (pasillos de tránsito, facilidad de acceso, temperatura y humedad adecuadas al producto, cámaras frigoríficas). Los productos pueden conservarse en atmósferas deficientes en oxígeno o fumigados durante su almacenamiento o justo antes de su envío.

Extracción

Para extraer un alimento específico de la fruta, los cereales o los líquidos, debe utilizarse uno de los métodos siguientes: trituración, machacado o molienda, extracción por calor (directa o indirecta), utilización de disolventes, secado y filtrado.

La trituración, el machacado y la molienda suelen ser operaciones preparatorias; por ejemplo, la trituración de los granos del cacao y el cortado en finas lonjas de la remolacha en la industria azucarera. En otros casos, pueden constituir el verdadero proceso de extracción, como en la molienda de harina.

El calor puede utilizarse directamente como medio de preparación por extracción, como en el caso del tostado (p. ej., del cacao, el café y la achicoria); en la fabricación suele aplicarse de modo directo o indirecto en forma de vapor (p. ej., extracción de aceites comestibles o del jugo dulce de finas lonjas de remolacha en la industria azucarera).

Los aceites pueden extraerse con igual eficacia mediante la combinación y la mezcla de la fruta triturada con disolventes, que serán eliminados con posterioridad a través de las operaciones de filtrado y recalentamiento. La separación de productos

* Adaptado de los artículos "Industrias de la alimentación", de M. Malagré; "Industria de la congelación de alimentos", de G. Jensen, y "Conservación y preservación de alimentos" de J.C. Graham, incluidos en la 3ª edición de la *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, y revisado por Donald L. Smith.

Tabla 67.1 • Las industrias alimentarias, sus materias primas y procesos.

Industria	Materiales elaborados	Requisitos de almacenamiento	Técnicas de elaboración	Técnicas de preservación	Empaquetado de productos terminados
Elaboración y conservación de la carne	Ganado vacuno, ganado ovino, ganado porcino, aves	Cámaras refrigeradas	Sacrificio, trinchado, deshuesado, triturado, cocción	Sazonado, ahumado, refrigeración, ultracongelación, esterilización	A granel o en latas, caja de cartón
Elaboración de pescado	Todo tipo de pescado	Cámaras frigoríficas, a granel en salazón o en barriles	Descabezamiento, evisceración, fileteado, cocción	Ultracongelación, secado, ahumado, esterilización	A granel en contenedores refrigerados o en latas
Conservación de frutas y verduras	Frutas y verduras frescas	Elaboración inmediata; las frutas pueden estabilizarse con dióxido de azufre	Escaldado o cocción, triturado, concentración de zumos al vacío	Esterilización, pasteurización, secado, deshidratación, liofilización (secado por congelación)	Sacos, latas o botellas de vidrio o plástico
Elaboración de cereales	Cereales	Fumigación de los cereales almacenados en silos	Trituración, cribado, molienda, rodadura	Cocción de secado u horneado	Silos (transportados neumáticamente), sacos o bolsas enviados a otros procesos, o embalado en cajas para el comercio minorista
Cocción en horno	Harina y otros productos secos, agua, aceites	Silos, sacos de grandes dimensiones y bolsas	Amasado, fermentación, tratamientos de superficie de laminación en el condimento	Cocción en horno, tratamientos de superficie de corte y empaquetado	Empaquetado para establecimientos mayoristas, restaurantes y mercados minoristas
Elaboración de galletas	Harina, nata, mantequilla, azúcar, fruta y condimentos	Silos, sacos de grandes dimensiones y bolsas	Mezcla, amasado, moldeo de estratificado	Cocción en horno, tratamientos de superficie de corte y empaquetado	Bolsas, cajas para establecimientos institucionales y minoristas
Fabricación de la masa	Harina, huevos	Silos	Amasado, molienda, corte, extrusión o moldeo	Secado	Bolsas, paquetes
Elaboración y refino de azúcar	Remolacha azucarera, caña de azúcar	Silos	Trituración, maceración, concentración al vacío, centrifugado, secado	Cocción al vacío	Bolsas, paquetes
Fabricación de chocolate y repostería	Azúcar de cacao, grasas	Silos, sacos, Cámaras acondicionadas	Tostado, molienda, mezcla, conchado, moldeo	—	Paquetes
Fabricación de cerveza	Cebada, lúpulo	Silos, depósitos, sótanos acondicionados	Molienda del cereal, malteado, bruceaje, filtrado con filtro prensa, fermentación	Pasteurización	Botellas, latas, barriles
Destilación y fabricación de otras bebidas	Fruta, cereales, agua carbonatada	Silos, depósitos, cubas	Destilación, mezcla, aireación	Pasteurización	Barriles, botellas, latas
Elaboración de leche y productos lácteos	Leche, azúcar, otros ingredientes	Elaboración inmediata; elaboración posterior en cubas de maduración, cubas acondicionadas, almacén refrigerado	Desnatado, batido (mantequilla), coagulación (queso), maduración	Pasteurización, esterilización o concentración, desecación	Botellas, envueltas de plástico, cajas (queso) o a granel
Elaboración de aceites y grasas	Cacahuets, aceitunas, dátiles, otras frutas y cereales, grasas animales o vegetales	Silos, depósitos, almacenes refrigerados	Molienda, extracción con disolventes o vapor, filtrado con filtro prensa	Pasteurización en caso necesario	Botellas, paquetes, latas

líquidos se lleva a cabo mediante la centrifugación (turbinas en la industria azucarera) o el filtrado a través de filtros prensa en la elaboración de cerveza y la producción de aceites y grasas.

Procesos de fabricación

Las operaciones efectuadas al elaborar alimentos son muy diversas y quedan definidas únicamente tras el estudio individual

de cada industria, si bien pueden mencionarse los siguientes procedimientos generales: fermentación, cocción, deshidratación y destilación.

La fermentación, que suele obtenerse mediante la adición de microorganismos a los productos previamente preparados, se utiliza en las tahonas, las fábricas de cerveza, la industria de vinos y bebidas alcohólicas y la fabricación de quesos (véase asimismo el capítulo *La industria de las bebidas*).

La cocción interviene en muchos procesos de fabricación, como el enlatado y la conservación de carne, pescado, verduras y frutas, en los centros de producción de carne lista para servir (p. ej., piezas de pollo) y en la elaboración de pan, galletas, cerveza, etc. En otros casos, la cocción se realiza en recipientes de junta hermética y produce una concentración del producto (p. ej., refinado de azúcar y elaboración de pasta de tomate).

Además del secado de productos al sol, que se aplica a numerosas frutas tropicales, la deshidratación puede efectuarse mediante la utilización de aire caliente (secadores fijos o túneles de secado), por contacto (en un tambor secador calentado al vapor, como en la producción de café instantáneo y té), al vacío (a menudo combinada con filtrado) y liofilización (secado por congelación), en la que el producto se congela inicialmente en estado sólido y se seca con posterioridad al vacío en una cámara de calor.

La destilación se utiliza en la fabricación de bebidas alcohólicas. El líquido fermentado, tratado para separar el grano o la fruta, es vaporizado en un alambique. El vapor condensado se recoge a continuación en forma de alcohol etílico.

Procesos de conservación

Es importante evitar el deterioro de los productos alimenticios, tanto por lo que se refiere a su calidad, como al riesgo, más grave, de contaminación o peligro para la salud de los consumidores.

Hay cinco métodos básicos de conservación de alimentos:

1. esterilización por radiación
2. esterilización antibiótica
3. acción química
4. deshidratación
5. refrigeración.

En resumen, los tres primeros métodos dan lugar a la destrucción de la vida microbiana, mientras que los dos últimos se limitan a inhibir su desarrollo. Los ingredientes crudos como el pescado, la carne, las frutas o las verduras se recogen frescos y se conservan mediante la utilización de uno de los métodos anteriores, o bien una mezcla de diversos alimentos se somete a determinados procesos para constituir un producto o un plato, que se conserva a continuación. En este último grupo se incluyen las sopas, los platos preparados de carne y los budines. La conservación de alimentos se remonta a la última glaciación, en torno al 15.000 a.C., cuando el hombre de Cromagnon descubrió una primera forma de preservar la comida en el ahumado. Las pruebas de este avance se encuentran en las cuevas de Les Eyzies en la Dordogne francesa, donde este modo de vida ha quedado fielmente reflejado en tallas, grabados y pinturas. Desde entonces hasta la fecha, aunque se ha recurrido a multitud de métodos, que siguen utilizándose, el calor constituye aún una de las piedras angulares de la conservación de alimentos.

Los procesos realizados a altas temperaturas pueden destruir las bacterias, dependiendo de los grados alcanzados en la cocción y de la duración de ésta. La esterilización (utilizada fundamentalmente en el enlatado) exige el sometimiento del producto previamente enlatado a la acción del vapor, generalmente en un recipiente cerrado, como un autoclave o un horno de cocción continua. La pasteurización (el término se aplica en particular al tratamiento de líquidos como el zumo de frutas, la cerveza, la leche y la nata) se lleva a cabo a una temperatura baja y durante un breve período de tiempo. El ahumado, que se aplica principalmente al pescado, el jamón y el tocino, asegura la deshidratación y da un sabor característico.

La esterilización por radiación ionizante se utiliza en gran medida en el caso de las especias en ciertos países, con el fin de reducir los desperdicios y las pérdidas. La "pasteurización por radiación", en la que se aplican dosis muy inferiores, facilita un

aumento considerable de la vida útil de numerosos alimentos. No obstante, la esterilización de conservas mediante radiación exige la aplicación de dosis tan elevadas que se generan sabores y olores inaceptables.

La radiación ionizante se emplea con otros dos fines comúnmente aceptados en la industria alimentaria: el control de envases de alimentos realizados con materiales ajenos y la supervisión para detectar casos de llenado incompleto.

La esterilización por microondas es otro tipo de emisión electromagnética utilizada actualmente en la industria alimentaria. Se aplica en el descongelado rápido de ingredientes crudos congelados antes de proceder al resto de la elaboración, así como en el calentamiento de alimentos precocinados congelados en lapsos de 2 a 3 minutos. Es un método que, dada su baja pérdida de humedad, mantiene la apariencia y el sabor de los alimentos.

El secado en un proceso de conservación común. El realizado al sol es el método más antiguo y de empleo más generalizado con este fin. Los alimentos actuales pueden secarse al aire, con vapor sobrecalentado, al vacío, en gas inerte y mediante la aplicación directa de calor. Existen muchos tipos de agentes de secado, que se eligen en función de la naturaleza del material, la forma deseada del producto terminado, etc. La deshidratación es un proceso en el que se transfiere calor al agua presente en el alimento, que se evapora. El vapor se elimina posteriormente.

Los procesos realizados a bajas temperaturas consisten en el almacenamiento en cámaras frigoríficas (la temperatura viene determinada por la naturaleza de los productos en cuestión), la congelación y la ultracongelación, que permite la conservación de los alimentos en su estado fresco natural mediante la aplicación de diversos métodos de congelación lenta o rápida.

En el secado por congelación, el material objeto del proceso se congela y se introduce en una cámara estanca. La presión en ésta se reduce y se mantiene a un valor inferior a 1 mm Hg. Se le aplica calor, el hielo de la superficie aumenta de temperatura y el vapor de agua resultante es evacuado por el sistema de vacío. A medida que la capa exterior de hielo se incrusta en el alimento, el hielo sublima *in situ* y el agua se filtra hacia la superficie a través de la estructura porosa del material.

Los alimentos de humedad intermedia contienen cantidades relativamente elevadas de agua (de un 5 a un 30 %) y, pese a ello, no presentan crecimiento microbiano. La tecnología, compleja, es un resultado del desarrollo de los viajes espaciales. La estabilidad en ambiente externo se consigue mediante un control adecuado de la acidez, el potencial de reducción-oxidación, los humectantes y los conservantes. La mayoría de los avances hasta la fecha se han concentrado en la gama de alimentos para animales domésticos.

Con independencia del proceso aplicado, el alimento que debe conservarse debe ser antes elaborado. La conservación de carne exige la actuación de un departamento de carnicería, el pescado requiere la ejecución de operaciones de limpieza y desripado, fileteado, curado, etc. Antes de que las frutas y verduras puedan conservarse, deben ser lavadas, limpiadas, peladas, quizá clasificadas, destronchadas, descortezadas y deshuesadas. Muchos de los ingredientes han de picarse, cortarse en rodajas, desmenuzarse o prensarse.

Envasado

Entre los numerosos métodos de envasado de alimentos se cuentan el enlatado, el envasado aséptico y el envasado por congelación.

Enlatado

El método convencional de enlatado se basa en el proceso original concebido por Appert en Francia, por el que el gobierno

francés le otorgó un premio de 12.000 francos en 1810. Ideó la conservación de alimentos en recipientes de cristal. En Dartford, Inglaterra, Donkin y Hall crearon la primera fábrica de conservas basada en la utilización de envases de hojalata en 1812.

En la actualidad se emplean en el mundo varios millones de toneladas de plancha de hojalata al año en la industria conservera, y una cantidad sustancial de alimentos se conserva en recipientes de cristal. El proceso de enlatado consiste en introducir alimentos limpios, crudos o cocinados en parte, pero no esterilizados intencionadamente, en una lata sellada con una tapa. Con posterioridad, la lata se calienta, normalmente mediante vapor a presión, a una temperatura y por un período de tiempo que permita la penetración del calor hasta el centro del recipiente, destruyendo la vida microbiana. Después se enfría la lata al aire o en agua clorada, se etiqueta y se embala.

La elaboración se ha modificado con los años. Los esterilizadores continuos reducen los daños producidos en las latas debidos a impactos y permiten la refrigeración y el secado en una atmósfera cerrada. Asimismo, los alimentos pueden conservarse al calor en bolsas recalentables. Se trata de bolsas de sección limitada fabricadas con laminado de aluminio y plásticos sellables al calor. El proceso es el mismo que en el enlatado convencional, pero se mantienen mejor los sabores de los productos porque los tiempos de esterilización pueden reducirse. Es fundamental controlar exhaustivamente el proceso de recalentado para evitar dañar los sellos, lo que podría provocar una contaminación bacteriológica.

Envasado aséptico

Se han producido avances recientes en el envasado aséptico de alimentos. El proceso difiere esencialmente del enlatado convencional. En el método aséptico, el contenedor del alimento y el dispositivo de cierre se esterilizan por separado, y las operaciones de llenado y cierre se realizan en una atmósfera estéril. La calidad de los productos es óptima, ya que el tratamiento por calor de los alimentos puede controlarse con precisión y es independiente del tamaño o del material del contenedor. Debe prestarse atención a la exposición de los trabajadores a los agentes esterilizantes. Es probable que la utilización del método se generalice, ya que, en conjunto, debe dar lugar a un ahorro de energía. Hasta ahora, los mayores avances se han registrado en el tratamiento de líquidos y purés esterilizados mediante el denominado proceso HTST, en el que el producto se calienta a una temperatura elevada durante algunos segundos. A estas mejoras se añadirán las obtenidas respecto a los alimentos en partículas. Un beneficio probable en las fábricas de alimentos consistirá en la reducción del ruido gracias a la sustitución de recipientes metálicos rígidos. Además, estos recipientes pueden plantear problemas debidos a la contaminación con plomo y estaño de los alimentos conservados. Para su atenuación, pueden emplearse los nuevos tipos de recipientes de dos piezas realizados con hojalata laqueada y los recipientes de tres piezas de costuras soldadas en vez de estañadas.

Envasado por congelación

En la industria de la congelación de alimentos se utilizan el conjunto de métodos de ultracongelación de productos frescos a temperaturas por debajo de su punto de congelación, formando de este modo cristales de hielo en los tejidos acuosos. Los alimentos pueden procesarse crudos o parcialmente cocinados (p. ej., reses o platos de carne preparados, pescados o productos derivados de éste, verduras, frutas, aves, huevos, comidas listas para consumir, pan y pasteles). Los artículos perecederos congelados pueden transportarse a grandes distancias y almacenarse para su tratamiento y/o venta cuando la demanda lo requiera, disponiendo en todo momento de productos de temporada.

Los alimentos que se van a congelar deben encontrarse en una condición excelente y elaborarse bajo un estricto control higiénico. Deben utilizarse materiales de envasado a prueba de vapores y olores y resistir bajas temperaturas. La calidad del producto depende del ritmo de la congelación: si es muy lenta, es posible que su estructura quede dañada por la formación de cristales de hielo de gran tamaño y que se destruyan sus propiedades encimáticas y microbiológicas. En algunos casos, como el de los camarones o los guisantes, puede congelarse con rapidez, ya que esta opción mejora la calidad.

Entre los diversos métodos de congelación figuran los que se realizan al aire, por chorro, por lecho fluidificado, por fluido, por contacto, por gas licuado y por deshidratación.

La congelación al aire en su forma más sencilla consiste en colocar los alimentos en bandejas o estantes de una cámara frigorífica a una temperatura aproximada de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un período de tiempo que oscila entre unas pocas horas y 3 días, dependiendo del tamaño. En la congelación por chorro, que constituye una técnica más compleja, se utiliza una corriente de aire frío que circula con gran rapidez, en ocasiones combinado con serpentines fríos, que elimina el calor mediante la radiación. Las temperaturas oscilan entre los -40 y los $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, y la velocidad máxima del aire es de 5 m/s . El proceso se lleva a cabo en congeladores en forma de túnel, a menudo equipados con dispositivos transportadores para trasladar los alimentos a las cámaras frigoríficas de almacenamiento. Cuando el congelador es adyacente a la cámara frigorífica, el túnel suele cerrarse con una cortina de aire en lugar de con puertas.

La congelación en lecho fluidificado se utiliza con verduras picadas o cortadas en tiras, guisantes, etc., que se colocan sobre una cinta perforada a través de la que fluye una corriente de aire. Cada elemento se cubre de hielo y, de este modo, conserva su forma y su individualidad. Las verduras congeladas pueden conservarse en grandes recipientes y volver a envasarse cuando se requieran en pequeñas unidades. En la congelación por fluido (uno de los métodos más antiguos conocidos), los alimentos, normalmente pescados, se sumergen en una solución concentrada de salmuera. La sal puede penetrar en los productos sin envoltorio e incluso en los envueltos, afectando al sabor y acelerando su rancidez. Aunque es un método que había caído en desuso, está ganando terreno en la actualidad gracias al desarrollo de envoltorios de plástico más eficaces. Las aves se congelan mediante una combinación de los métodos de fluido y al aire. Cada pieza, empaquetada en polietileno o un material similar, se rocía o sumerge en un fluido frío para congelar su capa exterior; la parte interior se trata después en un congelador por chorro de aire.

La congelación es el método que suele utilizarse con los alimentos empaquetados en cajas de cartón, que se colocan entre estantes huecos, a través de los cuales se hace circular un fluido refrigerante; los estantes se presionan contra estas cajas, generalmente mediante presión hidráulica.

En la congelación por gas licuado, el producto se sitúa en una cinta transportadora que atraviesa un tanque de nitrógeno líquido (en ocasiones, de dióxido de carbono líquido) o un túnel en el que se pulveriza este gas licuado. La congelación se produce a la temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, y no todos los productos ni envoltorios pueden soportar ese frío. La congelación por deshidratación, en la que se elimina parte del agua antes de iniciar el proceso, se aplica a ciertas verduras y frutas. Se logra una reducción considerable de peso, lo que aminora los costes de transporte, almacenamiento y empaquetado.

Durante el almacenamiento en frío, el producto debe conservarse a una temperatura comprendida entre los -25 y los $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y debe mantenerse una circulación de aire adecuada. El transporte de artículos congelados debe realizarse en vagones,

camiones, barcos y otros vehículos refrigerados y, en las operaciones de carga y descarga, los productos deben exponerse al menor calor posible. Normalmente, las empresas que producen alimentos congelados también elaboran las materias primas, pero, en ocasiones, estos tratamientos se llevan a cabo en instalaciones diferentes. En las operaciones efectuadas con carne de vacuno y aves suele emplearse el dióxido de carbono para refrigerar y conservar el producto durante su transporte.

Riesgos y su prevención

Riesgos de lesión

Las lesiones en la industria alimentaria suelen estar causadas por lo común por las herramientas manuales, en especial los cuchillos; por la utilización de maquinaria; por los choques con objetos en movimiento o estáticos; por caídas y resbalones, y por quemaduras.

Las lesiones debidas al empleo de cuchillos en la elaboración de la carne y el pescado pueden reducirse al mínimo mediante el diseño y el adecuado mantenimiento de los mismos, la disposición de áreas de trabajo adecuadas, la selección del instrumento apropiado para cada tarea, la aplicación de guantes y delantales protectores resistentes y la correcta formación de trabajadores en el afilado y la utilización de estas herramientas. Los dispositivos de corte mecánico también constituyen una fuente de riesgo, y resultan esenciales para evitar las lesiones un mantenimiento conveniente y la capacitación óptima de los trabajadores (véase la Figura 67.1).

Aunque los accidentes en los que interviene la maquinaria de transmisión son relativamente infrecuentes, pueden ser graves. Los riesgos asociados a los equipos y los sistemas de manipulación deben ser objeto de un estudio individualizado en cada industria. Los problemas en la manipulación pueden abordarse mediante un análisis pormenorizado del historial de accidentes en cada proceso y el empleo de protecciones personales adecuadas, como las aplicadas en pies, piernas, manos, brazos, ojos y cara. Los riesgos debidos a la maquinaria pueden prevenirse mediante la adopción de protecciones seguras. Los equipos

Figura 67.1 • Trinchado de carne de ballena congelada con una sierra de banda y sin protección adecuada de la maquinaria ni precauciones de carácter eléctrico. Japón, 1989.



L. Manderson

de manipulación mecánica, y en particular los transportadores, son muy utilizados y debe prestarse especial atención a los salientes que se desplazan en su movimiento. Las máquinas de llenado y sellado deben aislarse totalmente, a excepción de las tomas de entrada y descarga. Las entradas de cintas transportadoras, tambores, poleas y engranajes deben ser protegidas adecuadamente. Por ejemplo, para evitar el riesgo de corte al enlatar, deben emplearse dispositivos eficaces para la retirada de latas con bordes afilados o cristales rotos. Las lesiones graves debidas a la puesta en marcha involuntaria de la maquinaria de transmisión durante las operaciones de limpieza o de mantenimiento pueden prevenirse mediante la adopción estricta de procedimientos de bloqueo y carteles de advertencia.

Los accidentes por caída suelen deberse a:

- *El estado del suelo.* Pueden ocurrir accidentes cuando los suelos son desiguales, están húmedos o resbaladizos debido al tipo de superficie, a la acción de ciertos productos, al vertido de residuos de grasa, aceite o polvo; o, en las cámaras frigoríficas, por la condensación del aire húmedo. Los suelos antideslizantes ayudan a prevenir los resbalones. La elección de una superficie y de un régimen de limpieza adecuados, además de una buena conservación y el empleo del calzado apropiado, contribuyen a evitar numerosas caídas. Las máquinas con reborde circundante evitan la precipitación de agua al suelo. Debe disponerse de un drenaje óptimo para eliminar con rapidez la acumulación o el derrame de líquidos.
- *Pozos o canales de drenaje al descubierto.* Es necesario mantenerlos cubiertos o vallados.
- *Trabajo en altura.* La utilización de medios seguros de acceso a los equipos y las áreas de almacenamiento, las escaleras sólidas y la protección contra caídas (incluidos los cinturones de seguridad y los cables salvavidas) puede evitar muchos riesgos.
- *Vapor o polvo.* Las operaciones que generan vapor o polvo, además de hacer resbaladizo el suelo, pueden impedir una buena visibilidad.
- *Iluminación insuficiente o irregular.* La iluminación debe ser suficiente para que los trabajadores sean capaces de observar el proceso en el que intervienen. La percepción de una iluminación inadecuada se produce cuando las áreas de almacenamiento parecen oscuras en comparación con las de producción y los ojos no se adaptan al paso de un nivel de luz a otro.

Las quemaduras y escaldaduras debidas a la acción de licores calientes y equipos de cocción son habituales y se producen lesiones similares cuando se utiliza vapor y agua caliente en la limpieza de equipos. Pueden ocurrir accidentes más graves como consecuencia de la explosión de calderas y autoclaves debida a la falta de controles regulares, una formación deficiente de los trabajadores, la adopción de procedimientos inadecuados o un mantenimiento poco apropiado. Todos los equipos que emplean vapor deben ser objeto de un mantenimiento periódico y a fondo con el fin de evitar grandes explosiones o fugas de menor importancia.

Las instalaciones eléctricas, en especial en lugares húmedos, requieren una toma de tierra adecuada y un buen mantenimiento para controlar el riesgo habitual de descarga eléctrica. Además de estas precauciones, las tomas de corriente dotadas de interruptores de circuito de avería por puesta a tierra (IFT) son eficaces en la protección frente a las descargas eléctricas. Una clasificación eléctrica adecuada de los entornos peligrosos es esencial. Con frecuencia, los sazonadores, los extractos y los polvos inflamables, como los de cereales, almidón de maíz o azúcar (considerados como alimentos y no como productos químicos peligrosos) pueden requerir el empleo de equipo eléctrico catalogado para eliminar el riesgo de ignición durante los desajustes y las desviaciones de los procesos. Asimismo, pueden

producirse incendios si se llevan a cabo operaciones de soldadura en entornos con polvos orgánicos combustibles o explosivos en silos y centros de elaboración de cereales. También pueden tener lugar explosiones en hornos de gas o de fueloil o en procesos de cocción si éstos no se instalan, operan o mantienen correctamente, no se dotan de los dispositivos de seguridad esenciales o no se cumplen los procedimientos de seguridad pertinentes (sobre todo en operaciones con llama abierta).

Es esencial un estricto control de la higiene de los productos en todas las fases de la elaboración de los alimentos, incluidos los mataderos. Las prácticas de higiene industrial y personal son sumamente importantes en la protección contra la infección y la contaminación de las materias tratadas. Los locales y los equipos deben diseñarse para promover la higiene personal mediante la disposición de instalaciones sanitarias y lavabos adecuados y convenientemente situados, de duchas en caso necesario, de ropas protectoras adecuadas y de servicios de lavandería de las mismas, así como de cremas y lociones protectoras cuando resulte pertinente.

Además, es imprescindible garantizar una higiene estricta de los equipos en todas las fases de la elaboración de los alimentos. En el funcionamiento ordinario de la mayoría de las instalaciones, las normas de seguridad son eficaces para controlar los riesgos vinculados a la maquinaria. En el ciclo de higiene, los equipos deben abrirse, deben desmontarse los dispositivos de protección e inhabilitarse los sistemas de enclavamiento. Resulta frustrante que el diseño de las máquinas responda a su funcionamiento y que su limpieza ocupe por lo común un plano secundario, como lo demuestra la enorme proporción de lesiones graves producidas en esta fase del proceso. Sus causas más comunes son los puntos de atezado para la introducción de material, el agua caliente, los productos químicos y las salpicaduras de ácidos o de bases, así como la limpieza de equipos en movimiento. Las mangas de aire comprimido que transportan agua caliente también constituyen un peligro. La falta de procedimientos específicos de cada equipo, la formación deficiente y el escaso nivel de experiencia de los trabajadores novatos que son obligados a realizar tareas de limpieza pueden agravar el problema. El riesgo aumenta cuando la maquinaria que debe limpiarse se sitúa en áreas de acceso difícil. Es esencial que exista un programa eficaz de procedimientos de bloqueo y carteles de advertencia. Una buena práctica actual que facilita la superación de este problema es el diseño de instalaciones para la limpieza en el lugar de ubicación del equipo. Algunas máquinas se diseñan para su autolimpieza mediante la utilización de esferas pulverizadoras a alta presión y de sistemas de autolavado, pero es muy frecuente que deba recurrirse a los servicios de trabajadores que se ocupan de puntos problemáticos. Por ejemplo, en las industrias de la carne y las aves, todas las operaciones de limpieza son manuales.

Riesgos para la salud

Las infecciones y las enfermedades infecciosas o parasitarias propagadas por animales o por los productos de desecho de éstos utilizados en la fabricación son problemas profesionales comunes en la industria alimentaria. Entre estas zoonosis se encuentran el ántrax, la brucelosis, la leptospirosis, la tularemia, la tuberculosis bovina, el muermo, la erisipela, la fiebre Q, la fiebre aftosa, la hidrofobia, etc. Algunos manipuladores de alimentos pueden contraer una amplia gama de infecciones de la piel, incluido el ántrax, la actinomicosis y la erisipela. Ciertos frutos secos están plagados de ácaros que pueden afectar a los trabajadores en las operaciones de clasificación.

Aparte de la vacunación profiláctica específica contra las enfermedades infecciosas, la utilización de guantes adecuados,

una higiene personal apropiada y unas instalaciones sanitarias que permitan adoptar tales precauciones (que constituyen un requisito previo de toda industria alimentaria como protección del producto) son las medidas preventivas más importantes. Unos buenos servicios de lavado, que incluyan duchas, y la equipación con ropa protectora apropiada son esenciales. Es igualmente importante disponer de una asistencia médica eficaz, sobre todo en el tratamiento de lesiones menores.

Las dermatitis de contacto y las alergias de la piel o del sistema respiratorio provocadas por productos orgánicos, animales o vegetales, también son habituales. La dermatitis puede deberse a la acción de productos irritantes como ácidos, álcalis, detergentes y agua utilizados en las tareas de limpieza; la fricción producida en las operaciones de recogida y embalaje de fruta; y la manipulación del azúcar, muy utilizado en la elaboración de ciertos alimentos. La sensibilización secundaria se deriva de la manipulación de numerosas frutas y verduras. Asimismo, los polvos orgánicos generados por los cereales o la harina pueden causar enfermedades respiratorias (p. ej., el "asma del panadero") y deben controlarse. Con demasiada frecuencia, en la industria alimentaria se consideran los materiales utilizados como meros ingredientes, y no como productos químicos que pueden afectar a la salud cuando los trabajadores se exponen a fuerzas o cantidades industriales de ingredientes "normales" empleados en la cocina doméstica.

Enfermedades por traumas acumulados

En muchos de los centros de elaboración de carnes, pescados, aves y otros alimentos, se realizan tareas energéticas y muy repetitivas. La propia naturaleza de los productos obliga con frecuencia a utilizar trabajadores para su manipulación al inspeccionar o cargar artículos frágiles en los embalajes o durante el proceso de ampliación de la producción antes de que se adquieran e instalen equipos de gran volumen. Además, el manejo de cajas para su traslado puede provocar lesiones de espalda. Deben vigilarse las tareas que exigen la adopción de posturas extremas, las fuerzas de gran intensidad y los niveles de repetición elevados. Las combinaciones de varios de estos factores agravan el problema. Es deseable una detección y un tratamiento precoz de los trabajadores afectados. El diseño ergonómico de los equipos y otras transformaciones analizadas en artículos específicos incluidos en el presente capítulo reducen la incidencia de estos riesgos.

Los refrigerantes como el amoníaco anhidro, el cloruro de metilo y otros hidrocarburos alifáticos halogenados utilizados en procesos de congelación y en cámaras frigoríficas plantean riesgos de intoxicación y quemaduras químicas. Es importante llevar a cabo una planificación de urgencias, además de la habitual relativa a incendios. La formación de los trabajadores en lo que respecta a procedimientos de evacuación también es necesaria. En la evacuación de ciertas áreas de las instalaciones puede requerirse una protección respiratoria como la utilizada en situaciones de evacuación. En el caso de algunos productos químicos, se utilizan sensores en los edificios para que los trabajadores sean advertidos desde un primer momento mediante un sistema de alarma central que señala la necesidad de evacuar el lugar. Las reacciones de los trabajadores a los aumentos del nivel de amoníaco deben considerarse detenidamente, y los que resulten afectados deben ser evacuados y tratados. Las fugas de esta sustancia requieren una atención estricta y una vigilancia continua. La evacuación puede ser imprescindible si los niveles comienzan a elevarse y antes de que se alcancen niveles peligrosos. Debe seleccionarse un lugar común de reunión de forma que los evacuados no corran el peligro de situarse en la misma dirección de la fuga de refrigerante. Ha de emplearse ropa de protección contra sustancias químicas para aproximarse con determinación al lugar de la fuga y contener el vertido. El

amoníaco anhidro y otros refrigerantes utilizados con menor frecuencia, como el propano, el butano, el etano y el etileno, son asimismo inflamables y explosivos. Las fugas en los tubos de conducción suelen deberse a un mantenimiento inadecuado y pueden evitarse prestando la debida atención. Deben adoptarse las medidas oportunas para prevenir las explosiones y luchar contra los incendios.

Los plaguicidas, los productos fumigantes y otros materiales peligrosos deben someterse a un control estricto y utilizarse únicamente de acuerdo con las directrices de los fabricantes. Los plaguicidas organofosforados sólo deben emplearse si son objeto de un seguimiento biológico que asegure el control de la exposición.

La soldadura tradicional con aleaciones de estaño y plomo de las juntas de las latas de alimentos y la sensibilización respecto al problema de los niveles de este último elemento en los productos ha dado lugar a la realización de estudios sobre niveles de plomo ambiental en las unidades de fabricación de envases y niveles hemáticos de plomo de los trabajadores. Los datos recogidos indican un aumento de ambas magnitudes, pero no se ha superado en ningún caso el valor límite umbral (TLV) ni los niveles hemáticos aceptados en la actualidad. Por tanto, los resultados son coherentes con un proceso del plomo "de bajo riesgo".

El dióxido de carbono, utilizado en la refrigeración de productos que deben transportarse, ha de mantenerse asimismo bajo controles estrictos. Debe garantizarse una ventilación adecuada sobre los recipientes de hielo seco para evitar que el gas tenga efectos nocivos.

La exposición al frío puede ir desde la manipulación y el almacenamiento de materias primas en invierno, o en salas de elaboración y mantenimiento refrigeradas con "aire en calma", a extremos como la refrigeración de materias primas por chorro de aire, como en las industrias de fabricación de helados y de elaboración de alimentos congelados. Los trabajadores que desarrollan su labor en áreas de almacenamiento en frío pueden ver deteriorada su salud debido a la exposición a bajas temperaturas si no se les proporcionan ropas protectoras adecuadas. Tal exposición reviste gran importancia en el caso de los trabajadores con actividades sedentarias en entornos muy fríos. Deben instalarse barreras que desvíen las corrientes que afectan al personal situado cerca de los ventiladores utilizados para hacer circular el aire. Es aconsejable la rotación de puestos de trabajo que permita el desempeño de tareas en puestos de mayor actividad o en lugares más cálidos. En las instalaciones de congelación en grandes túneles, puede resultar letal para los trabajadores la exposición a corrientes de aire que se desplazan a gran velocidad, incluso con ropa polar. Es fundamental prohibir la entrada a los congeladores de túnel en funcionamiento y disponer de bloques eficaces o utilizar protocolos de acceso a espacios restringidos para garantizar que los congeladores no puedan ponerse en marcha cuando los trabajadores aún permanecen en los mismos. Los comedores con temperatura acondicionada y la provisión de bebidas calientes mitigan los efectos del trabajo con frío.

El calor, combinado a menudo con una humedad elevada en las operaciones de cocción y esterilización, puede producir un entorno físico igualmente intolerable, en el que el golpe de calor y el agotamiento por las elevadas temperaturas constituyen un problema digno de consideración. Son condiciones especialmente habituales en las tareas que exigen la evaporación de soluciones, como la fabricación de pasta de tomate, sobre todo en países donde prevalece inicialmente la influencia del calor. Este predomina asimismo en las salas de sacrificio de los mataderos. La instalación de sistemas de ventilación eficaces es esencial, y debe prestarse especial atención a los problemas de condensación. El aire acondicionado puede ser necesario en algunas áreas.

Un riesgo grave para la salud en la mayoría de las fábricas modernas, y en especial en las conserveras, es la exposición al ruido. El aumento del número de máquinas de alta velocidad dispuestas en un espacio limitado eleva los niveles de ruido, a pesar del esfuerzo dedicado a mantenerlos por debajo de los 85 dBA. La fabricación, el transporte y el llenado de latas a velocidades de hasta 1.000 unidades por minuto da lugar a la exposición de los operarios a niveles de ruido en torno a los 100 dBA a frecuencias que oscilan entre los 500 y los 4.000 Hz, lo que constituye una dosis equivalente a unos 96 dBA, que, si no se controlan, provocan en muchos casos sorderas inducidas por el ruido a lo largo de la vida laboral. Ciertas técnicas de ingeniería, como el montaje de insonorización, los elevadores magnéticos, los cables recubiertos de nylon y los reguladores de velocidad en los sistemas transportadores, pueden atenuar el problema en cierta medida. No obstante, la adopción de cambios radicales en la industria, como la utilización de envases de plástico, constituye la única esperanza de lograr en el futuro un entorno razonablemente insonorizado. Actualmente, debe aplicarse un programa de conservación de la audición basado en los exámenes audiométricos, los equipos de protección sonora y la formación. Deben instalarse asimismo cabinas aislantes del ruido y equipos de protección personal.

En caso de utilización de radiación ionizante son necesarias todas las precauciones aplicables a este tipo de trabajo (p. ej., protección contra la radiación, control de los riesgos, exploración sanitaria selectiva y exámenes médicos periódicos).

La supervisión médica de los trabajadores es conveniente; muchos centros de producción alimentaria son pequeños y la afiliación a un servicio médico mancomunado puede constituir la forma más eficaz de garantizar esta prestación.

Los comités de salud y seguridad que consiguen la participación efectiva del conjunto de la organización, incluidos los trabajadores dedicados a las tareas de producción, en el desarrollo de programas aplicables en los centros de trabajo son esenciales para lograr la seguridad de las operaciones. Con demasiada frecuencia, la industria alimentaria no se considera especialmente peligrosa y se generaliza un sentimiento de complacencia. Suelen utilizarse materiales muy conocidos y, por esta razón, los trabajadores pueden no comprender los riesgos que se generan cuando se aplican fuerzas o cantidades industriales. Los miembros del personal que entienden que las normas y los procedimientos de seguridad se adoptan para proteger su salud y su seguridad y no simplemente para cumplir con los requisitos impuestos por la Administración son esenciales para el desarrollo de un programa de seguridad de calidad. La dirección debe establecer prácticas y políticas que permitan a los trabajadores consolidar estas creencias.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD Y PAUTAS PATOLÓGICAS

John J. Svagr

Los efectos de la elaboración de alimentos sobre la salud son similares a los registrados en otras actividades manufactureras. Trastornos respiratorios y musculoesqueléticos, enfermedades de la piel y alergias de contacto y deterioro de la audición son algunos de los problemas de salud más comunes en la industria alimentaria (Tomoda 1993; BLS 1991; Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés 1990). La exposición a temperaturas extremas constituye otra fuente de preocupación. En la Tabla 67.2 se ofrece una clasificación de las tres

Tabla 67.2 • Enfermedades profesionales más habituales en las industrias alimentarias de varios países.

País	Año	Enfermedades profesionales más comunes			
		Primera	Segunda	Tercera	Otras
Austria	1989	Bronquitis, asma	Deficiencia auditiva	Enfermedades de la piel	Infecciones transmitidas por animales
Bélgica (alimentación)	1988	Enfermedades inducidas por inhalación de sustancias	Enfermedades inducidas por agentes físicos	Enfermedades de la piel	Infecciones o parásitos de animales
Bélgica (producción de bebidas)	1988	Enfermedades debidas a agentes físicos	Enfermedades inducidas por agentes químicos	Enfermedades inducidas por inhalación de sustancias	–
Colombia	1989	Deficiencia auditiva	Trastornos respiratorios (asma)	Trastornos musculoesqueléticos	Enfermedades de la piel
Checoslovaquia	1988	Trastornos respiratorios	Trastornos musculoesqueléticos	Trastornos digestivos	Trastornos circulatorios, enfermedades de la piel
Dinamarca	1988	Trastornos de coordinación física	Enfermedades de la piel	Deficiencia auditiva	Infecciones, alergias
Francia	1988	Asma y otros trastornos respiratorios	Tensiones en diversas partes del cuerpo (rodillas, codos)	Septicemia (intoxicación sanguínea) y otras infecciones	Deficiencia auditiva
Polonia	1989	Trastornos respiratorios	Enfermedades de la piel	Infecciones	Deficiencia auditiva
Suecia	1989	Trastornos musculoesqueléticos	Alergias (contacto con agentes químicos)	Deficiencia auditiva	Infecciones
Estados Unidos	1989	Trastornos asociados a traumas repetidos	Enfermedades de la piel	Enfermedades debidas a agentes físicos	Trastornos respiratorios asociados a la acción de agentes tóxicos

Fuente: Tomoda 1993.

enfermedades profesionales más habituales en este sector en ciertos países.

Sistema respiratorio

En general, los problemas respiratorios pueden dividirse en rinitis, que afecta a los conductos nasales; broncoconstricción de las vías respiratorias principales y la neumonitis, que consiste en el deterioro de las estructuras delicadas de los pulmones. La exposición al polvo en suspensión en el aire generado por diversas materias alimenticias, así como por productos químicos, puede provocar enfisemas y asma. En un estudio finlandés se observó que la rinitis crónica es habitual entre los trabajadores de mataderos y de centros de producción de alimentos precocinados (30 %), de fábricas de cereales y panaderías (26 %) y de centros de elaboración de alimentos (23 %). Asimismo, los miembros del primer y el último grupo (11 % y 14 %, respectivamente) sufren de toses crónicas. En las panaderías, el agente causante es el polvo de harina, mientras que, en otras ramas, se cree que diversos tipos de polvo (especies) producen las enfermedades.

En dos estudios realizados en la antigua Yugoslavia se detectó una prevalencia de síntomas respiratorios crónicos muy superior a la de un grupo de control. En un estudio de los trabajadores que deben utilizar especias, la dolencia más común (57,6 %) era la disnea o dificultad respiratoria, seguida por el catarro nasal (37,0 %), la sinusitis (27,2 %), la tos crónica (22,8 %) y la flema crónica y la bronquitis (19,6 %). Un estudio de los trabajadores dedicados a la elaboración de alimentos de origen animal puso de relieve que, además de a los ingredientes de los productos fabricados, estos trabajadores se veían expuestos al contacto con polvo de coriandro, ajo, canela, pimienta roja y otras especias. Los no fumadores analizados mostraron una prevalencia significativamente superior de flema crónica y opresión torácica. En el caso de los fumadores, la prevalencia de toses, flemas y bronquitis crónicas y opresión torácica era superior a la del resto del grupo. La frecuencia de síntomas respiratorios agudos asociados a la jornada laboral era alta en el grupo expuesto y la capacidad

de ventilación respiratoria de los fumadores era muy inferior a lo previsto. Por tanto, en el estudio se concluía que existe una relación entre la exposición al polvo procedente de alimentos de origen animal y el desarrollo de trastornos respiratorios.

En el régimen de indemnizaciones por accidentes laborales del Reino Unido, se reconoce el asma profesional debido al manejo de encimas, animales, cereales y harina. La exposición al aldehído cinámico derivado de la corteza de los árboles y al dióxido de azufre, un blanqueador y fumigante, causa una elevada prevalencia de asma en los trabajadores dedicados a la producción de canela en Sri Lanka. La exposición al polvo es mínima en el caso de los trabajadores que extraen la corteza, pero los que desarrollan su actividad en los establecimientos de los compradores locales están en contacto con niveles de polvo y dióxido de azufre altos. En un estudio se comprobó que 35 de 40 de estos trabajadores padecían toses crónicas (37,5 %) o asma (22,5 %). Otros trastornos consistían en la pérdida de peso (65 %), la irritación de la piel (50 %), pérdida de pelo (37,5 %), irritación de los ojos (22,5 %) y erupciones cutáneas (12,5 %). En el caso de los trabajadores expuestos a concentraciones similares de polvo de origen vegetal en suspensión en el aire, la prevalencia del asma era superior en los que trabajan con la canela (22,5 % frente a un 6,4 % en los dedicados al sector del té y un 2,5 % en los productores de capoc). Se cree que no existe una relación directa del tabaquismo con las toses, ya que se observaron síntomas semejantes en 8 mujeres no fumadoras y 5 hombres que consumían 7 cigarrillos al día. La irritación de las mucosas respiratorias debida al polvo de canela provoca la tos.

En otros estudios se analizó la relación entre los trastornos respiratorios y los alérgenos y los antígenos originados en los alimentos, como la proteína de huevo y los productos obtenidos en el mar. Aunque no pudo vincularse ningún polvo específico presente en lugares de trabajo con las diversas enfermedades respiratorias agudas y crónicas padecidas por los trabajadores expuestos, los resultados indican una fuerte asociación entre estos trastornos y el entorno laboral.

Hace muchos años que la microbiología forma parte de la producción alimentaria. En general, la mayoría de los microorganismos utilizados en estas industrias se consideran inofensivos. En la elaboración del vino, el queso, el yogur y la pasta agria se emplean procesos microbiológicos para obtener productos consumibles. En la producción de proteínas y enzimas se aplican cada vez más técnicas biotecnológicas. Ciertas especies de hongos y de bacilos generan amilasas que convierten la fécula en azúcar. La levadura transforma la fécula en acetona. El *trichoderma* y el *penicillium* producen celulasas que se descomponen en celulosa. Como resultado, las esporas de hongos y actinomicetos se encuentran en abundancia en los procesos de elaboración de alimentos. El *aspergillus* y el *penicillium* suelen estar presentes en la atmósfera de las panaderías. El segundo se encuentra asimismo en los centros de producción láctea y cárnica; en la maduración de quesos y salchichas puede existir un importante crecimiento en superficie. Las medidas de limpieza adoptadas con anterioridad a la venta dispersan estas sustancias en el aire, y los trabajadores pueden padecer alveolitis alérgica. Los casos de asma profesional se asocian a la acción de muchos de estos organismos, mientras que de algunos otros se sospecha que causan infecciones y transportan micotoxinas. Las enzimas tripsina, quimotripsina y proteasa se vinculan a la hipersensibilidad y a los trastornos respiratorios, sobre todo en el caso de los trabajadores de laboratorio.

Además de las partículas en suspensión en el aire generadas en los alimentos y de los agentes microbianos, la inhalación de sustancias químicas peligrosas utilizadas como reactivos, refrigerantes, fumigantes y esterilizadores pueden provocar trastornos respiratorios y de otros tipos. Tales sustancias se encuentran en estado sólido, líquido o gaseoso y la exposición a ellas a niveles similares o superiores a los límites reconocidos suele dar lugar a irritación de la piel y de los ojos y a enfermedades respiratorias. Las migrañas, la salivación, la irritación de la garganta, la transpiración, las náuseas y los vómitos son síntomas de intoxicación debida a la sobreexposición.

El amoníaco es un refrigerante gaseoso incoloro, un agente limpiador y un fumigante utilizado en la elaboración de alimentos. La exposición a esta sustancia puede provocar quemaduras corrosivas o la formación de ampollas en la piel. Si esta exposición es intensa y se prolonga, puede producir bronquitis y neumonía.

El tricloroetileno, el hexano, el benceno, el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂) y el cloruro de polivinilo (PVC) suelen abundar en los centros de producción alimentaria. Las dos primeras sustancias se utilizan en la extracción de aceite de oliva.

El CO, un gas incoloro e inodoro, es difícil de detectar. La exposición tiene lugar en fábricas de ahumados de ventilación deficiente, silos de cereales, bodegas para la fermentación del vino o almacenes de pescado. La congelación o refrigeración con hielo seco, los túneles de congelación por CO₂ y los procesos de combustión ponen en contacto a los trabajadores con este gas. Los síntomas de intoxicación por sobreexposición al CO y el CO₂ incluyen migrañas, mareos, somnolencia, náuseas, vómitos y, en casos extremos, llegan a producirse fallecimientos. Asimismo, el CO puede agravar los síntomas coronarios y respiratorios. En los límites de tolerancia aceptables establecidos por varios gobiernos se prevé una exposición al CO₂ 100 veces superior a la del CO para desencadenar la misma respuesta.

El PVC se utiliza en los materiales de envasado y en los envoltorios de alimentos. Cuando se calienta una película de PVC, los productos de degradación térmica irritan los ojos, la nariz y la garganta. Además, los trabajadores declaran padecer dificultades al respirar, dolores en el pecho, náuseas, dolores de músculos, escalofríos y fiebre.

Los hipocloritos, ácidos (fosfórico, nítrico y sulfúrico), cáusticos y compuestos amónicos cuaternarios suelen utilizarse en las tareas de limpieza con productos líquidos. En los laboratorios de microbiología se emplean compuestos de mercurio y formaldehídos (gas y solución de formalina). Para la desinfección de los laboratorios se aplican fenólicos, hipocloritos y glutaraldehído. En caso de una exposición excesiva y de contacto, se produce irritación y corrosión de los ojos, la piel y los pulmones. Una manipulación inapropiada puede dar lugar a la emisión de sustancias altamente tóxicas, como el cloro y los óxidos de azufre.

El Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad en el Trabajo (NIOSH) de Estados Unidos informó de que los trabajadores dedicados al lavado de aves con agua superclorada sufren dificultades respiratorias. Entre los síntomas figuran migrañas, irritación de garganta, opresión torácica y dificultad al respirar. Se sospecha que la cloramina es el agente causante. Las cloraminas pueden formarse cuando el agua tratada con amoníaco o el agua hirviendo tratada con aminas entra en contacto con soluciones de hipocloritos utilizadas en las tareas de higienización. En las ciudades se añade amoníaco al agua para evitar la formación de halometanos. No se dispone de métodos de toma de muestras del aire en el caso de las cloraminas. Los datos sobre cloro y amoníaco no son indicativos de la exposición, ya que en las pruebas se registraron niveles de estas sustancias muy por debajo de sus límites.

Los fumigantes previenen la aparición de plagas durante el almacenamiento y el transporte de materias primas alimentarias. Algunos ejemplos de estas sustancias son el amoníaco anhidro, la fostoxina (fosfina) y el bromuro de metilo. La escasa duración de este proceso convierte la protección respiratoria en la estrategia más eficaz en función del coste. Deben seguirse las prácticas adecuadas para lograr esta protección al manipular tales compuestos, hasta que las mediciones atmosféricas del área en cuestión se encuentren por debajo de los límites establecidos.

Las empresas han de adoptar las medidas necesarias para evaluar el nivel de contaminación tóxica en el lugar de trabajo y garantizar que los niveles de exposición no excedan los límites estipulados en las normativas sobre salud y seguridad. El grado de contaminación debe analizarse con frecuencia, sobre todo después de cambios en los métodos de elaboración o en los productos químicos utilizados.

Los controles técnicos concebidos para minimizar el riesgo de intoxicación o infección pueden aplicarse de acuerdo con dos planteamientos. En primer lugar, puede optarse por dejar de emplear ciertos materiales o sustituirlos por otros menos peligrosos. Tal posibilidad exige, por ejemplo, el cambio de una sustancia en polvo por un líquido de mayor o menor densidad. En segundo lugar, puede controlarse la exposición mediante la reducción del nivel de contaminación atmosférica. Los diseños de los lugares de trabajo comprenden los elementos siguientes: aislamiento total o parcial del proceso, aplicación de sistemas de ventilación adecuados y restricción del acceso (para reducir el número de personas expuestas). Un sistema de ventilación apropiado resulta esencial en la prevención de la dispersión de esporas o aerosoles en el lugar de trabajo. La sustitución de la aplicación de aire comprimido en los equipos por la limpieza al vacío o con productos líquidos es fundamental para evitar que ciertos materiales queden en suspensión en el aire durante la realización de estas tareas.

Entre los controles administrativos se cuentan la rotación de trabajadores (para reducir el periodo de exposición) y la realización de tareas peligrosas en fines de semana y en periodos ajenos a los turnos habituales (para reducir el número de personas expuestas). La utilización de equipos de protección personal (EPP) es el método de control de la exposición menos favorecido

debido a los elevados costes de mantenimiento, los problemas de disponibilidad en los países en desarrollo y la necesidad de que los trabajadores recuerden que deben emplearlos.

Un EPP consta de gafas contra salpicaduras, protectores faciales y respiradores para el personal encargado de mezclar productos químicos peligrosos. Los trabajadores deben recibir formación sobre la utilización, las limitaciones y la colocación de los equipos para que éstos sirvan adecuadamente a su propósito. Se emplean distintos tipos de respiradores (máscaras) en función de la naturaleza de la tarea efectuada y del nivel del riesgo: desde una sencilla máscara facial que cubre media cara y protege del polvo y el vapor, pasando por depuradores de aire de diversos tipos, hasta aparatos respiradores autónomos (ARA). Una selección adecuada (basada en el riesgo, en la adecuación a la cara y en el mantenimiento) y la formación aseguran la eficacia del respirador en la reducción de la exposición y de la incidencia de los trastornos respiratorios.

Piel

Los problemas dermatológicos asociados a las industrias alimentarias son la dermatitis y las alergias de contacto (p. ej., el eczema). Debido a cuestiones de higiene, los trabajadores deben lavarse las manos con jabón muy a menudo, y lo hacen en recipientes que contienen compuestos amónicos cuaternarios. La constante humedad de las manos puede reducir el contenido de lípidos de la piel y dar lugar a la aparición de dermatitis, enfermedad por la que la piel se inflama como resultado del contacto con productos químicos y aditivos alimentarios. El trabajo con grasas y aceites puede obstruir los poros de la piel y generar síntomas acnéicos. El 80 % de las dermatitis de origen profesional están causadas por estos irritantes primarios.

Existe una preocupación cada vez mayor por la posibilidad de que aumente la sensibilización de los trabajadores respecto a las proteínas microbianas y los péptidos generados por la fermentación y la extracción, lo que puede dar lugar a eczemas y otras alergias. Una alergia es una respuesta hipersensible de cualquier tipo superior a la que se produce normalmente en presencia de

antígenos (no propios) en el medio ambiente. La dermatitis por contacto alérgica no suele detectarse antes del quinto al séptimo día posterior al inicio de la exposición. La dermatitis de origen profesional por hipersensibilidad también se ha observado en trabajadores que están en contacto con encimas como la tripsina, la quimotripsina y la proteasa.

Los disolventes clorados (véase la sección "Sistema respiratorio" anterior) estimulan a las células de la epidermis para adoptar pautas de crecimiento peculiares, y tal estimulación queratínica puede dar lugar a la formación de tumores. Otros compuestos clorados presentes en los jabones con fines bactericidas pueden provocar dermatitis por fotosensibilidad.

La reducción de la exposición a los agentes causantes constituye el principal método preventivo de la dermatitis y las alergias de contacto. Un secado adecuado de los alimentos con anterioridad a su almacenamiento y el mantenimiento de la limpieza mientras dure éste pueden facilitar el control de las esporas en suspensión en el aire. Los EPP, como guantes, máscaras y trajes especiales, previenen el contacto directo de los trabajadores con estas sustancias y reducen al mínimo el riesgo de dermatitis y otras alergias. Los materiales de los guantes de látex pueden provocar reacciones alérgicas en la piel y deben evitarse. Asimismo, una aplicación correcta de cremas protectoras, siempre que sea posible, puede minimizar el contacto con el irritante dérmico.

Las enfermedades infecciosas y parasitarias de origen animal son los trastornos profesionales más específicos de las industrias alimentarias. Son muy comunes en los trabajadores de los sectores cárnico y lácteo, como resultado del contacto directo con los animales infectados. Es un riesgo que corren también los agricultores y otros trabajadores que entran en contacto con animales. La prevención resulta especialmente compleja, ya que es posible que los animales no muestren síntomas de enfermedad. En la Tabla 67.3 se muestran los tipos de infecciones observadas.

El principio fundamental para prevenir la contracción y la difusión de las enfermedades dérmicas infecciosas y parasitarias

Tabla 67.3 • Tipos de infecciones registrados en las industrias alimentarias.

Infecciones	Exposición	Síntomas
Brucelosis (<i>Brucella melitensis</i>)	Contacto con ganado bovino, caprino y ovino infectado (Europa septentrional y central y América del norte)	fiebre constante y recurrente, migrañas, debilidad, dolor de articulaciones, sudores nocturnos y pérdida de apetito; asimismo síntomas de artritis, gripe, astenia y espondilitis.
Erisipela	Contacto de heridas abiertas con cerdos y pescado infectado (Checoslovaquia)	Enrojecimiento localizado, irritación, sensación de ardor, dolor en el área infectada. Puede propagarse a la corriente sanguínea y a los ganglios linfáticos.
Leptospirosis	Contacto directo con animales infectados y su orina	Migrañas, dolor muscular, infecciones oculares, fiebre, vómitos y escalofríos; en casos más graves, deterioro hepático y renal, y complicaciones cardiovasculares y neurológicas.
Epidermicosis	Causada por un hongo parásito situado en la piel de los animales	Eritema y aparición de ampollas en la piel.
Dematofitosis (tiña)	Enfermedad micótica debida al contacto con la piel y el pelo de animales infectados	Pérdida de pelo localizada y pequeñas costras en el cuero cabelludo.
Toxoplasmosis	Contacto con ganado bovino, ovino, caprino, porcino y aves infectados	Fase aguda: fiebre, dolor muscular, dolor de garganta, migrañas, hinchazón de los ganglios linfáticos y dilatación del bazo. La infección crónica da lugar al desarrollo de quistes en las células del cerebro y de los músculos. La transmisión fetal provoca abortos y partos prematuros. Los niños nacidos tras el período de gestación normal pueden presentar defectos en el cerebro y el corazón y fallecer.
Cáncer de pulmón y papiloma viral	Contacto regular con animales vivos o carne de animal combinado con exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos y nitritos	Cáncer de pulmón en carniceros y trabajadores de mataderos estudiado en Inglaterra, Gales, Dinamarca y Suecia.

es la higiene personal. Es necesario disponer de baños, lavabos y duchas limpios. Los uniformes, los equipos de protección personal y las toallas de mano deben lavarse y, en algunos casos, esterilizarse con frecuencia. Las heridas han de desinfectarse y vendarse, con independencia de su gravedad, así como cubrirse con un material protector hasta su curación. La limpieza y la higiene del lugar de trabajo son igualmente importantes. Se incluyen aquí un lavado exhaustivo de los equipos y las superficies en contacto con los tejidos animales después de cada jornada laboral, el control y la exterminación de roedores y la exclusión de perros, gatos y otros animales de los centros de trabajo.

La vacunación de animales y la inoculación de trabajadores son medidas adoptadas por numerosos países con el fin de prevenir las enfermedades infecciosas y parasitarias. La detección y el tratamiento precoces de las enfermedades con medicamentos antibacterianos y antiparasitarios son esenciales para contenerlas e, incluso, erradicarlas. Es necesario examinar a los trabajadores tan pronto como aparezca algún síntoma, como tos recurrentes, fiebre, migrañas, irritación de garganta y trastornos intestinales. En cualquier caso, deben someterse a exploraciones médicas con una periodicidad establecida, además de los reconocimientos básicos previos y posteriores a la ocupación de un determinado puesto. En algunos países es obligatorio informar a las autoridades de los casos en que se detecten en las exploraciones infecciones de origen profesional en los trabajadores.

Ruido y audición

El deterioro de la audición se produce como consecuencia de una exposición continua y prolongada al ruido por encima de los niveles umbral reconocidos, y constituye una enfermedad incurable que causa trastornos de la comunicación y resulta estresante si el trabajo exige concentración. Como resultado, el rendimiento psicológico y fisiológico puede reducirse. Asimismo, existe una asociación entre la exposición a un nivel de ruido elevado y las anomalías en la tensión arterial, la frecuencia cardíaca y el ritmo y el volumen de la respiración, así como la aparición de espasmos estomacales e intestinales y trastornos nerviosos. La susceptibilidad personal, la duración de la exposición y la frecuencia y la intensidad del ruido son factores que determinan el riesgo de la exposición.

Las normativas sobre salud y seguridad varían de un país a otro, pero la exposición de los trabajadores al ruido suele limitarse de 85 a 90 dBA durante 8 horas, seguida de un periodo de recuperación de 16 horas con un nivel inferior a 80 dBA. A partir de 85 dBA debe suministrarse protección auditiva, obligatoria en los casos de pérdida confirmada y en las exposiciones de 8 horas o más a niveles iguales o superiores a 90 dBA. Se recomienda la realización de pruebas audiométricas anuales en la población expuesta (en algunos países son obligatorias). Las mediciones del ruido efectuadas con instrumentos como el sonómetro tipo II del American National Standards Institute (ANSI) deben llevarse a cabo, al menos, cada dos años, y repetirse siempre que las modificaciones de los equipos o de los procesos puedan aumentar los niveles de ruido ambiental.

Garantizar que el grado de exposición al ruido no resulta peligroso constituye la estrategia fundamental de los controles sonoros. Las buenas prácticas de fabricación exigen que los dispositivos de control y sus superficies de contacto puedan limpiarse, no alberguen plagas y hayan recibido las autorizaciones necesarias para ponerse en contacto con alimentos o contribuir a la producción de éstos. Asimismo, los métodos adoptados dependen de la disponibilidad de recursos financieros, equipos, materiales y personal capacitado. Uno de los factores más importantes en la reducción del ruido es el diseño

del lugar de trabajo. Los equipos deben concebirse para una generación mínima de ruido y vibración. La sustitución de los componentes metálicos por otros materiales más blandos, como el caucho, puede contribuir a la consecución de este objetivo. Al adquirir maquinarias nuevas o de sustitución, debe optarse por las menos ruidosas. Es necesario instalar silenciadores en las válvulas de aire y en los tubos de escape. Las máquinas y los procesos que generan ruido deben aislarse con el fin de reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos a niveles de contaminación acústica elevados. Cuando sea posible, se instalarán tabiques y techos que atenúen y absorban el ruido, y el traslado y la limpieza de los mismos debe incluirse en los costes de mantenimiento. La mejor solución suele consistir en la combinación de estas medidas, adaptadas a las necesidades de cada lugar de trabajo.

Cuando los controles técnicos no sean viables o resulte imposible reducir el ruido a niveles no nocivos, deben utilizarse EPP para proteger los oídos. La disponibilidad de estos equipos y la sensibilización de los trabajadores son importantes para prevenir el deterioro auditivo. En general, una selección de los tapones y de otros dispositivos protectores facilitará una mayor aceptación y un uso más generalizado.

Sistema musculoesquelético

En los datos de 1988-1989 también se reflejó la existencia de trastornos musculoesqueléticos (véase la Tabla 67.2). En los correspondientes a principios del decenio de 1990 se señala que un número cada vez mayor de trabajadores declaraban padecer este tipo de dolencias. La automatización de los centros de producción y la regulación del ritmo de trabajo por parte de máquinas o cintas transportadoras afecta en la actualidad a una cantidad de trabajadores de la industria alimentaria sin precedentes. Las tareas en este tipo de centros suelen ser monótonas y los trabajadores realizan el mismo movimiento todo el día.

En un estudio finlandés se observó que casi el 40 % de los participantes en el mismo realizaban trabajos repetitivos a lo largo de la jornada laboral. De este colectivo, el 60 % utilizaba las manos, el 37 %, más de una parte del cuerpo y el 3 %, los pies. Los trabajadores de los siguientes grupos profesionales efectúan tareas repetitivas durante dos tercios o más de sus jornadas de trabajo: el 70 % del personal de limpieza, el 67 % de los trabajadores de mataderos y centros de elaboración de alimentos precocinados y envasado; el 56 % de los trabajadores de almacenes y dedicados al transporte y el 54 % de los trabajadores del sector lácteo.

Las tensiones ergonómicas se deben a que la mayoría de los productos alimentarios proceden de fuentes naturales y no son uniformes. La manipulación de la carne obliga a los trabajadores a tratar con reses de diversos tamaños. Con la introducción de la venta de aves en porciones en el decenio de 1960, un mayor número de éstas (un 40 %, frente a una proporción anterior inferior al 20 %) son troceadas. Así pues, los trabajadores deben realizar numerosos cortes con herramientas afiladas. La modificación de los procedimientos de inspección del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) permiten en la actualidad aumentar la velocidad media de producción en cadena de 56 a 90 aves por minuto. Las operaciones de envasado pueden exigir la realización de movimientos de mano y muñeca repetitivos para colocar los productos terminados en bandejas o paquetes sin dañarlos. Así ocurre especialmente en el caso de los nuevos productos, ya que es posible que el mercado no justifique la adopción de operaciones de gran volumen. Las promociones especiales, incluidas las recetas y los cupones, pueden obligar a la introducción manual de productos en los paquetes. El envasado de ingredientes y la disposición del lugar de trabajo pueden exigir que los pesos que han de levantarse

superen los límites de acción recomendados por los organismos competentes en materia de salud en el trabajo.

Entre las lesiones por esfuerzo repetitivo (LER) figuran la inflamación de tendones (tendinitis) y de la envoltura del tendón (tenosinovitis). Son dolencias prevalentes en los trabajadores cuya tarea exige la realización de movimientos manuales repetitivos, como los de la industria cárnica. Las tareas que obligan reiteradamente a doblar la muñeca y a agarrar, apretar y girar pueden causar el síndrome del túnel carpiano (STC). Caracterizado por una sensación de hormigueo en los dedos pulgar, índice, medio y anular, es un trastorno que se debe a la inflamación de la articulación de la muñeca, que presiona al sistema nervioso de ésta. El diagnóstico erróneo del STC como artritis puede dar lugar a un entumecimiento permanente y al padecimiento de fuertes dolores en las manos, codos y hombros.

Los trastornos debidos a la vibración también se asocian a un aumento en el grado de mecanización. Los trabajadores de la industria alimentaria no son una excepción, aunque tal vez el problema no sea tan grave como en otros sectores. Los miembros de este colectivo que utilizan máquinas, como sierras de banda, mezcladores y cuchillas, están expuestos a las vibraciones. Además, las bajas temperaturas elevan la probabilidad de sufrir este tipo de trastornos en los dedos de la mano. Un 5 % de los participantes en el estudio finlandés mencionado padecieron un nivel de vibración elevado, y un 9 %, intermedio.

Una exposición excesiva a la vibración provoca, entre otros problemas, trastornos musculoesqueléticos en las muñecas, los codos y los hombros. El tipo y el grado de las dolencias dependen de la clase de máquina, del modo en que se emplee y del nivel de oscilación en cuestión. Una vibración elevada puede dar lugar al crecimiento de protuberancias en los huesos y la destrucción gradual del hueso en la articulación, lo que produce fuertes dolores y/o una limitación de la movilidad.

La rotación de trabajadores como vía para evitar los movimientos repetitivos puede reducir el riesgo mediante el reparto de la tarea crítica entre los miembros de un grupo. El trabajo en equipo mediante la rotación de tareas o la manipulación de sacos de ingredientes pesados o incómodos por dos personas puede reducir el estrés soportado por un solo trabajador en el manejo de materiales. El mantenimiento de herramientas, y en especial el afilado de cuchillos, desempeña asimismo un papel importante. Un equipo ergonómico de trabajadores de gestión y producción puede abordar mejor estas cuestiones a medida que se plantean.

Los controles técnicos se centran en la reducción o la eliminación de las tres causas principales de problemas musculoesqueléticos: fuerza, posición y repetición. El lugar de trabajo debe ser analizado para detectar los cambios necesarios, incluido el diseño de los puestos de trabajo (favoreciendo la ajustabilidad), los métodos de trabajo, las ayudas automáticas o mecánicas a la realización de tareas y las herramientas de mano adecuadas desde el punto de vista ergonómico. Debe impartirse una formación apropiada a los trabajadores que utilizan cuchillos sobre el afilado de estos instrumentos para minimizar la fuerza aplicada. Además, los centros de producción deben ofrecer instalaciones de afilado adecuadas y evitar el corte de carne congelada. La formación facilita a los trabajadores la comprensión de la causa y la prevención de los trastornos musculoesqueléticos. Refuerza la necesidad de utilizar correctamente las herramientas y las máquinas específicas para cada tarea. Asimismo, debe animar a los trabajadores a declarar los síntomas médicos que presenten a la mayor brevedad posible. La supresión de intervenciones médicas más invasivas mediante la restricción de tareas y otras medidas de atención moderadas es un método eficaz de tratamiento de estas dolencias.

Frío y calor

En las áreas de trabajo de las industrias alimentarias se registran temperaturas extremas. Hay personas que deben desarrollar su actividad en cámaras frigoríficas con temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o inferiores. Las ropas utilizadas en estos lugares ayudan a aislar al trabajador del frío, pero es necesario además disponer de salas de descanso acondicionadas en las que se puedan consumir bebidas calientes. Los centros de producción cárnica deben mantenerse a temperaturas que oscilan entre los 7 y los $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Es una banda que se encuentra por debajo del umbral de comodidad y es posible que los trabajadores necesiten utilizar ropas adicionales.

Los hornos y los cocedores de vapor generan calor radiante y húmedo. El estrés por calor puede producirse durante los cambios de estación y las olas de calor. El consumo abundante de líquidos y la salazón de los alimentos pueden aliviar los síntomas hasta que el trabajador se aclimate, normalmente transcurridos de 5 a 10 días. Las pastillas de sal no son recomendables debido a las complicaciones asociadas a la hipertensión y los trastornos gastrointestinales.

PROTECCION AMBIENTAL Y CUESTIONES DE SALUD PUBLICA

Jerry Spiegel

Visión general

La industria alimentaria depende directamente del medio ambiente natural para garantizar un suministro de materias primas que permita obtener productos libres de contaminantes adecuados para el consumo humano. Debido al amplio proceso de elaboración de un gran volumen de materiales, la capacidad de repercutir en el medio ambiente es considerable. Lo mismo ocurre en la industria de la producción de bebidas.

En un contexto ecológico, el interés respecto a la industria alimentaria se centra más en las cargas de contaminantes orgánicos que en el efecto de las sustancias tóxicas. Si estas cargas no se previenen o controlan adecuadamente, pondrán en apuros las infraestructuras comunitarias de supervisión de la contaminación o afectarán de manera negativa a los ecosistemas locales. Las técnicas de producción que controlan las pérdidas de producto cumplen la doble función de mejorar el rendimiento y la eficacia y, al mismo tiempo, reducir los residuos potenciales y atenuar los problemas de contaminación.

Aunque la disponibilidad de agua potable es esencial, la industria alimentaria también requiere grandes volúmenes de este elemento para diversos usos ajenos al consumo, como la limpieza inicial de las materias primas, el lavado en canaletas, el escaldado, la pasteurización, la limpieza de los equipos productivos y la refrigeración del producto terminado. Los usos del agua se determinan en función de criterios de calidad para diferentes aplicaciones, y los de calidad superior suelen exigir un tratamiento específico para asegurar una eliminación completa de olor y sabor y garantizar la existencia de condiciones uniformes.

El tratamiento de grandes cantidades de material plantea un problema potencialmente grave, relativo a la gestión de los residuos sólidos en la fase de producción. Los residuos del envasado son objeto de una atención cada vez mayor en lo que se refiere a la fase posterior al consumo del ciclo vital de un producto. En ciertas ramas de la industria alimentaria las actividades de elaboración se vinculan asimismo a la posibilidad de emisiones atmosféricas y a problemas de control de olores.

A pesar de la considerable variación existente entre subsectores específicos de la industria, los planteamientos respecto a la

prevención y al control de la contaminación comparten numerosas características generales.

Control de la contaminación del agua

La industria alimentaria genera un efluente de residuos antes de su tratamiento con un contenido extremadamente alto de materia orgánica soluble. Incluso las pequeñas fábricas estacionales producen cargas de residuos equiparables a las de poblaciones de 15.000 a 25.000 habitantes, mientras que las grandes generan cantidades de residuos comparables a las correspondientes a unas 250.000 personas. Si las corrientes o cursos de agua que reciben los efluentes son demasiados pequeños y el volumen de los residuos demasiado grande, éstos utilizarán el oxígeno disuelto en el proceso de estabilización y contaminarán o degradarán el agua mediante la reducción de los niveles de este elemento a cifras inferiores a las que requieren organismos acuáticos normales. En la mayoría de los casos, los residuos procedentes de los centros de producción alimentaria pueden someterse a tratamiento biológico.

La importancia de las aguas residuales varía considerablemente en función del tipo de fábrica, los procesos específicos aplicados y las características de las materias primas. Desde un punto de vista económico, suele resultar menos costoso tratar residuos de gran potencia y escaso volumen que los de índole inversa. Por esta razón, los efluentes con una elevada demanda biológica de oxígeno (DBO), como la sangre de los pollos o la carne, no deben verterse a las alcantarillas de los centros de producción avícola y cárnica para reducir la carga de contaminación y conservarse en recipientes para su evacuación individual en un centro de tratamiento de subproductos o de clasificación.

Los cursos de aguas residuales con valores de pH (acidez) extremos deben ser objeto de especial atención debido a su efecto sobre el tratamiento biológico. La combinación de cursos de agua con residuos ácidos y básicos puede dar lugar a la neutralización y, siempre que sea posible, la cooperación con industrias circundantes puede resultar muy beneficiosa.

La parte líquida de los residuos alimentarios suele tamizarse o separarse después de su asentamiento, como fase preliminar en todo proceso de tratamiento, con el fin de poder evacuar éstos como basura o combinados con otros sólidos en un programa de recuperación de subproductos.

El tratamiento de las aguas residuales puede llevarse a cabo siguiendo diversos métodos físicos, químicos y biológicos. Puesto que los procesos secundarios son más caros, la utilización al máximo del tratamiento primario es fundamental en la reducción de las cargas de contaminantes. En este tipo de tratamiento se incluyen procesos como el depósito o la sedimentación simple, la filtración (simple, doble y múltiple), la floculación, la flotación, el intercambio de iones por centrifugación, la ósmosis inversa, la absorción de carbono y la precipitación química. Las instalaciones de sedimentación van desde sencillos estanques a complejos depósitos de decantación diseñados de forma específica para las características de cada curso de aguas residuales.

La utilización de un tratamiento biológico secundario con posterioridad al primario suele constituir una necesidad si se trata de alcanzar ciertos niveles relativos a los efluentes líquidos. Como la mayoría de las aguas residuales de la industria alimentaria contienen principalmente contaminantes orgánicos biodegradables, los procesos biológicos utilizados como tratamiento secundario pretenden reducir la DBO del curso mezclando combinaciones superiores de organismos y oxígeno en el mismo para facilitar una rápida oxidación y su estabilización antes de su evacuación al medio ambiente.

Las técnicas y las combinaciones de éstas pueden adaptarse para hacer frente a condiciones específicas de los residuos. Por

ejemplo, en el caso de los generados por la industria láctea, se ha comprobado la eficacia del tratamiento anaeróbico encaminado a eliminar la parte principal de la carga contaminante, unido a un tratamiento aeróbico posterior diseñado para reducir la DBO residual y la demanda química de oxígeno (DQO) hasta alcanzar valores inferiores y separar los nutrientes biológicamente. La combinación biogaseosa de metano (CH₄) y CO₂ resultante del tratamiento anaeróbico puede capturarse y emplearse como alternativa a los combustibles fósiles o como fuente generadora de energía eléctrica (normalmente, 0,30 m³ de biogás por kg de DQO eliminada).

Son ejemplos de otros métodos secundarios de amplia utilización el proceso de cienos activos, los filtros aeróbicos percoladores, el riego por aspersión y la utilización de diversos estanques y lagunas. La existencia de malos olores se ha asociado al empleo de estanques de profundidad inadecuada. Los olores generados por los procesos anaeróbicos pueden eliminarse mediante la aplicación de filtros de suelo que oxiden los gases polares desagradables.

Control de la contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica generada por la industria alimentaria suele centrarse en la cuestión de los olores desagradables más que en las emisiones tóxicas, con algunas excepciones. Por esta razón, por ejemplo, numerosas ciudades han regulado la ubicación de los mataderos en sus normativas sanitarias. El aislamiento es una forma obvia de reducir las quejas de la comunidad respecto a la producción de olores. Ahora bien, con ello no se elimina el problema. En ocasiones es necesario adoptar medidas de control, como la instalación de absorbentes o depuradores.

Un motivo de preocupación fundamental en el contexto de la salud en las industrias alimentarias es el de las fugas de gas amoníaco de las unidades de refrigeración. Es un elemento que irrita gravemente los ojos y el aparato respiratorio, y si el escape es importante, pueden exigir la evacuación de los habitantes de la zona. Es necesario disponer de un plan de control de fugas y de procedimientos de urgencia.

Los procesos alimentarios en los que se utilizan disolventes (p. ej., tratamiento del aceite para consumo humano) pueden emitir vapores de estas sustancias a la atmósfera. Los sistemas cerrados y el reciclado de los disolventes constituyen el método de control más eficaz. Industrias como las del refinado de la caña de azúcar, en las que se emplean el ácido sulfúrico y otros ácidos, pueden emitir a la atmósfera óxidos de azufre y otros contaminantes. Deben aplicarse dispositivos de control, como los depuradores.

Gestión de residuos sólidos

Los residuos sólidos pueden ser bastante importantes. Por ejemplo, los del tomate para enlatado constituyen de un 15 a un 30 % de la cantidad total del producto elaborado; en el caso de los guisantes y el maíz, esta proporción supera el 75 %. Mediante el aislamiento de los residuos sólidos, la concentración de sustancias orgánicas solubles en las aguas residuales se reduce y aquéllos pueden emplearse con mayor facilidad como subproductos, alimentos o combustible.

La utilización de los subproductos de los procesos de un modo rentable reduce el coste global del tratamiento de residuos y, en última instancia, el coste del producto final. Los residuos sólidos deben evaluarse como fuentes de alimentación de plantas y animales. Cada vez se atiende más al desarrollo de mercados de subproductos y del abono producido mediante la transformación de los materiales orgánicos residuales en humus inocuo. En la Tabla 67.4 se ofrecen ejemplos de los usos de los subproductos generados por la industria alimentaria.

Reutilización del agua y reducción de los efluentes

La gran dependencia respecto al agua de las industrias alimentarias ha fomentado el desarrollo de programas de conservación y reutilización, sobre todo en lugares donde este recurso escasea. La reutilización del agua empleada en los distintos procesos puede facilitar una reducción sustancial de su consumo y de la carga de residuos, y la adopción de esta medida en numerosas aplicaciones de calidad inferior no exige un tratamiento biológico. Con todo, la posibilidad de fermentación anaeróbica de los sólidos orgánicos debe evitarse, de forma que los productos de descomposición, olorosos y corrosivos, no afecten a los equipos, el medio ambiente de trabajo y la calidad de los productos. El crecimiento bacteriano puede controlarse mediante la desinfección y

Tabla 67.4 • Ejemplos de utilización de subproductos de las industrias alimentarias.

Método	Ejemplos
Digestión anaeróbica	<i>Digestión mediante una población de bacterias combinada para producir metano y CO₂</i> <ul style="list-style-type: none"> Tartas de prensa de manzana, fibra de albaricoque, residuos de melocotones y peras, piel de naranja
Alimentación animal	<i>Directamente, después del prensado o el secado, como ensilado de pienso o como complemento</i> <ul style="list-style-type: none"> Amplia gama de residuos de elaboración de frutas y verduras Paja de cereales con álcalis para mejorar la digestibilidad
Compostación	<i>Proceso microbiológico natural en el que los componentes orgánicos se descomponen en condiciones aeróbicas controladas</i> <ul style="list-style-type: none"> Cieno deshidratado procedente de los residuos de braceaje Amplia gama de residuos de frutas y verduras Residuos gelatinosos
Fibra comestible	<i>Método para utilizar sólidos orgánicos mediante el filtrado y la hidratación</i> <ul style="list-style-type: none"> Fibras de pulpa de manzana y pera utilizadas para productos horneados, productos farmacéuticos Cáscaras de avena u otras semillas
Fermentación	<i>Combinación de almidón, azúcar, y sustancias con contenido alcohólico</i> <ul style="list-style-type: none"> Biomasa (residuos agrarios, madera, basuras) para producir etanol Residuos de patata para producir metano Azúcar derivado del almidón de maíz para producir plásticos biodegradables
Incineración	<i>Quemado de biomasa como combustible</i> <ul style="list-style-type: none"> Huesos de frutas, hojas
Pirólisis	<i>Transformación de cáscaras de frutos secos y huesos de frutas en briquetas de carbón vegetal</i> <ul style="list-style-type: none"> Huesos de melocotón, albaricoque y aceituna; cáscaras de almendra y nuez
Enmienda del suelo	<i>Fertilización de los suelos con escaso contenido de materia orgánica y nutrientes</i> <ul style="list-style-type: none"> Melocotones, peras, tomates

Fuente: Adaptado de Merlo y Rose 1992.

Tratamiento de las aguas residuales en la industria láctea

La industria láctea se caracteriza por la existencia de muchas fábricas relativamente pequeñas que ofrecen productos como leche, queso, requesón, nata, helados, suero y lactosa.

Desde hace tiempo, la industria láctea ha defendido el tratamiento aeróbico de las aguas residuales biológicas. Numerosos centros de producción han realizado grandes inversiones en sistemas de cienos activos, biorreactores, reactor químico secuencial por cargas y tratamiento en paquetes. El interés por el agua y la conservación de la energía ha llevado a muchas instalaciones de producción láctea a reducir el consumo de este elemento. Esta tendencia, con la presencia en los centros productivos de cursos de aguas residuales, normalmente de gran potencia, ha dado lugar al diseño y construcción de numerosos sistemas anaeróbicos de tratamiento de aguas residuales.

la modificación de factores ambientales como el pH y la temperatura.

En la Tabla 67.5 se presentan coeficientes de reutilización del agua característicos. Factores como la localización de nebulizadores, la temperatura del agua y la presión son factores fundamentales que influyen en el volumen de este elemento requerido en las operaciones de elaboración. Por ejemplo, el agua utilizada como medio de refrigeración para enfriar latas o en el acondicionamiento del aire, puede emplearse con posterioridad en el lavado inicial de verduras y otros productos. Después, esa misma agua puede utilizarse para el material residual canalizado y, por último, una parte de ella puede servir para enfriar cenizas en las instalaciones suministradoras de energía.

Las técnicas de conservación del agua y de prevención de la acumulación de residuos comprenden la utilización de nebulizadores de alta presión en las tareas de limpieza, la eliminación del exceso de líquido de los tanques de lavado y remojo, la sustitución de transportadores mecánicos por cursos de agua, la aplicación de válvulas de cierre automático en mangueras, la separación del agua de refrigeración de envases del curso de agua residual mixta y la recirculación de aquella.

Las cargas de contaminación en los centros de producción pueden reducirse mediante la modificación de los métodos de elaboración. Por ejemplo, la mayor parte de la contaminación generada en la elaboración de frutas y verduras tiene su origen en las operaciones de pelado y escaldado. Pasando del agua o el vapor convencionales utilizados en estas tareas a un proceso basado en la aplicación de gas caliente, las cargas de contaminación disminuirán en un 99,9 %. Del mismo modo,

Tabla 67.5 • Coeficientes de reutilización del agua habituales en diferentes subsectores de la industria.

Subsectores	Coefficientes de reutilización
Azúcar de remolacha	1,48
Azúcar de caña	1,26
Elaboración de maíz y trigo	1,22
Destilación	1,51
Elaboración alimentaria	1,19
Carne	4,03
Industria avícola	7,56

el pelado cáustico en seco puede reducir la DBO en más de un 90 % en comparación con los procesos de pelado convencionales.

Conservación de la energía

Las necesidades energéticas han crecido a medida que la industria alimentaria ha ido ganando en complejidad. Son muchos los equipos a los que ha de suministrarse energía: hornos a gas; secadoras; calderas de vapor; motores eléctricos; unidades de refrigeración, y sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Con la elevación del coste de la energía se ha tendido a instalar equipos de recuperación del calor para conservarla y a investigar la viabilidad de fuentes energéticas alternativas en diversas áreas de la elaboración de alimentos, como la producción de queso, la deshidratación de alimentos y el calentamiento de agua. La conservación de la energía, la minimización de los residuos y la conservación del agua son estrategias que se apoyan entre sí.

Cuestiones relativas a la salud de los consumidores

La separación cada vez mayor entre el consumidor y el sector de la producción alimentaria, que ha acompañado a la urbanización en todo el mundo, ha dado lugar a una pérdida de los medios tradicionales utilizados por el consumidor para garantizar la calidad y la seguridad de los alimentos y a la dependencia de éste respecto a una industria alimentaria funcional y responsable. Tal aumento de la dependencia ha posibilitado la exposición a alimentos contaminados por patógenos procedentes de centros productivos. Para garantizar la protección frente a esta amenaza, se han establecido normativas exhaustivas, sobre todo en los países industrializados, con el fin de velar por la salud pública y regular la utilización de aditivos y otros productos químicos. La armonización de reglamentos y normas a escala internacional se considera cada vez más como una cuestión que debe abordarse para asegurar el libre flujo de alimentos entre todos los países del mundo.

SECTORES DE LA PRODUCCIÓN ALIMENTARIA

● INDUSTRIA CARNICA

Deborah E. Berkowitz y Michael J. Fagel

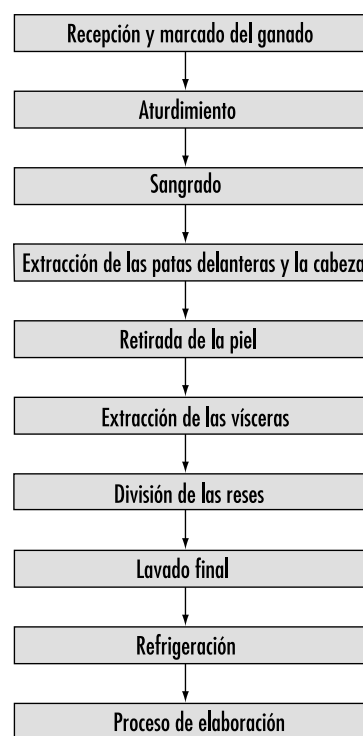
Entre las fuentes de carne sacrificadas para consumo humano figuran el ganado vacuno, el porcino y el ovino y, en algunos países, los caballos y los camellos. El tamaño y la producción de los mataderos varía de manera considerable. Excepto en el caso de empresas muy pequeñas situadas en áreas rurales, los animales se sacrifican y tratan en grandes instalaciones productivas. Estos lugares de trabajo suelen someterse a controles de seguridad alimentaria llevados a cabo por parte de la Administración local con el fin de prevenir la contaminación bacteriana que puede provocar enfermedades en los consumidores. Son ejemplos de patógenos conocidos presentes en la carne la salmonella y el *Escherichia coli*. En estos centros de producción cárnica el trabajo está muy especializado y casi todas las tareas se realizan en cadenas de despiece en las que la carne se desplaza en cintas y transportadores y cada trabajador efectúa una sola operación. Casi todas las labores de corte y elaboración siguen siendo desempeñadas por trabajadores. Las tareas productivas pueden exigir entre 10.000 y 20.000 cortes diarios. Por ejemplo, en algunos grandes centros de Estados Unidos, algunas actividades, como la división de la res en canal y el corte del tocino en lonjas, se han automatizado.

Proceso de sacrificio

Los animales son conducidos en un redil al matadero (véase la Figura 67.2). Deben ser aturdidos antes de su sangrado, salvo que sean sacrificados de acuerdo con los ritos judío o musulmán. Normalmente, se les golpea para dejarles inconscientes con una pistola con pernos o con una de aire comprimido que introduce una punta en la cabeza (la médula oblongata). Tras el proceso de aturdimiento o "golpeo", una de las patas traseras del animal es bloqueada por una cadena enganchada a una cinta de transporte elevada que lo traslada a la siguiente sala, donde se le sangra mediante el corte de las arterias yugulares en el cuello con un cuchillo afilado. A continuación se procede al sangrado, cuyo producto resultante se filtra a través de tuberías para su tratamiento en salas inferiores.

La piel se retira mediante una serie de cortes a cuchillo (en las grandes instalaciones se utilizan al efecto nuevos cuchillos de aire comprimido) y el animal queda suspendido de las dos patas traseras en el sistema elevado de transporte. En algunas operaciones con ganado porcino, la piel no se elimina en esta fase. Por el contrario, se suprime el pelo pasando la res a través de depósitos de agua a 58 °C y, con posterioridad, por una máquina que lo elimina de la piel. El pelo restante se retira mediante chamuscado y, finalmente, rasurado.

Figura 67.2 • Esquema de las fases del sacrificio de ganado bovino.



Después se cortan las patas delanteras y se extraen las vísceras (intestinos). Se corta la cabeza y se separa del cuerpo, que se divide por la mitad verticalmente a lo largo de la columna vertebral. Para este trabajo suelen emplearse sierras de banda hidráulicas. Una vez dividida la res, se enjuaga en agua caliente y puede someterse a vacuovaporización o tratarse con un nuevo proceso de pasteurización de reciente introducción en algunos países.

Los inspectores de sanidad de la Administración suelen supervisar la decapitación, la extracción de las vísceras, la división de la res en canal y el lavado final.

Después de estas operaciones, el canal, aún colgada del sistema elevado de transporte, se traslada a una cámara frigorífica para su refrigeración en el plazo de las 24 a 36 horas siguientes. La temperatura suele mantenerse en torno a los 2 °C, con el fin de ralentizar el crecimiento bacteriano y evitar el deterioro de la carne.

Elaboración

Una vez refrigeradas, las mitades de la canal se dividen en los cuartos delanteros y traseros. Después, estas piezas vuelven a subdividirse en piezas principales, de acuerdo con las especificaciones del cliente. Algunos cuartos se elaboran para su entrega como delanteros o traseros sin otras modificaciones significativas; pueden pesar de 75 a 125 kg. Muchos centros de producción (en Estados Unidos, la mayoría) realizan más fases en la elaboración de la carne (otras sólo realizan esta parte del proceso y reciben la carne de los mataderos). Los productos de estos centros se transportan en cajas de unos 30 kg de peso.

Los cortes se realizan a mano o con sierras eléctricas en función de las necesidades, normalmente después de efectuar las operaciones oportunas para retirar la piel. Asimismo, muchos centros utilizan grandes trituradoras con el fin de obtener carne picada para hamburguesas, etcétera. La realización de otras tareas de elaboración pueden exigir el empleo de equipos como prensas para tocino, tambores giratorios para jamón cocido y extrusores, máquinas para rebanar tocino, dispositivos eléctricos para ablandar la carne y cámaras de ahumado. Las cintas transportadoras y las barrenas helicoidales suelen utilizarse para trasladar los productos. Las áreas de elaboración se mantienen a temperaturas que se sitúan en torno a los 4 °C. Los despojos como el hígado, el corazón, las mollejas, la lengua y las glándulas se tratan en una zona independiente.

Muchos centros de producción llevan a cabo un tratamiento inicial de las pieles antes de enviarlas para su curtido.

Riesgos y su prevención

La elaboración de la carne registra una de las mayores tasas de accidentes de la industria en conjunto. Un trabajador puede lesionarse por el contacto con los animales en movimiento que son trasladados en el redil al centro de producción. Debe impartirse al personal una formación adecuada sobre la manipulación de animales vivos y se recomienda una exposición mínima del trabajador en esta parte del proceso. Las pistolas utilizadas para aturdir a los animales pueden dispararse de modo prematuro o involuntario mientras los trabajadores tratan de calmarlos. La caída y las reacciones debidas al sistema nervioso en los animales aturridos que provocan sacudidas suponen un riesgo para los trabajadores próximos. Además, en numerosas operaciones se utilizan ganchos, cadenas y raíles de vagonetas de transporte para trasladar los productos de una fase a otra del proceso, lo que constituye un riesgo de caída de éstos y de las canales.

Es necesario un mantenimiento adecuado de todos los equipos (en especial de los utilizados para transportar la carne), que han de comprobarse con frecuencia y repararse cuando sea oportuno. Deben adoptarse dispositivos de protección en la

armas de golpeo, como interruptores de seguridad y medidas que garanticen la imposibilidad de un retroceso. Los trabajadores que llevan a cabo las tareas de golpeo y degüello deben ser instruidos acerca de los peligros de su puesto y equipados con cuchillos protegidos y dispositivos de protección para evitar las lesiones. En las operaciones de degüello deben emplearse defensas de brazos, guantes de malla y cuchillos protegidos especiales.

Tanto en el sacrificio como en diversas fases de la elaboración, se utilizan cuchillos de mano y otros dispositivos cortantes. Entre los de carácter mecánico figuran las cuchillas para cabezas y huesos, los tiradores de hocicos, las sierras eléctricas de banda o circulares, los cuchillos de hoja circular eléctricos o de aire comprimido, las trituradoras y las máquinas elaboradoras de tocino. Son tareas que registran una tasa de lesiones elevada, desde los cortes con cuchillos hasta las amputaciones, debido a la velocidad a la que operan los trabajadores, el peligro inherente a las herramientas empleadas y la naturaleza con frecuencia resbaladiza del producto derivado de los procesos en que intervienen grasas o líquidos. Los trabajadores pueden cortarse con sus propios cuchillos o con los de sus compañeros durante el proceso de preparación de la carne (véase la Figura 67.3).

Las operaciones mencionadas exigen la utilización de equipos de protección que incluyan casco, calzado, guantes y delantales de malla, defensas de la muñeca y el antebrazo y delantales impermeables. Puede ser necesario el empleo de gafas protectoras en las actividades de deshuesado, preparación y corte, con el fin de evitar la entrada de cuerpos extraños en los ojos de los trabajadores. No deben utilizarse guantes de malla metálica al usar sierras motorizadas o eléctricas de cualquier tipo. Tanto éstas como otras herramientas motorizadas deben disponer de las salvaguardas pertinentes, como protectores de la hoja e interruptores de apagado. Las ruedas dentadas, cadenas, cintas transportadoras y otros dispositivos sin protección pueden constituir un riesgo. Todos ellos deben dotarse de los mecanismos de defensa oportunos. Asimismo, los cuchillos de mano también deben contar con protectores para evitar que la mano se deslice de la empuñadura a la hoja. La formación y la disposición del espacio suficiente entre trabajadores son necesarios para desempeñar las distintas tareas con seguridad.

Figura 67.3 • Trinchado y clasificación de carne sin equipo protector en un centro de producción cárnica tailandés.



Figura 67.4 • Con cintas transportadoras situadas al lado de las mesas de trabajo, los trabajadores pueden arrojar los productos terminados a través de una abertura practicada en la mesa, en lugar de tener que lanzar la carne sobre su cabeza.



United Food & Commercial Workers, AFL-CIO

Los trabajadores que mantienen, limpian o desatascan equipos como cintas transportadoras, máquinas elaboradoras de tocino, picadoras y otros dispositivos, se exponen al riesgo de un arranque inadvertido de los equipos. Es un tipo de accidente que ha causado muertes y amputaciones. Algunas máquinas se limpian en funcionamiento, lo que expone a los trabajadores al peligro de quedar atrapados por las mismas.

Los trabajadores deben recibir formación sobre procedimientos de bloqueo y carteles de advertencia. La aplicación de procedimientos que impiden que el personal arregle, limpie o desatascue equipos hasta que éstos estén apagados y bloqueados evitará lesiones. Los trabajadores encargados del bloqueo de los distintos dispositivos deben ser instruidos acerca de los procedimientos de neutralización de todas las fuentes de energía.

Los suelos y escaleras mojados y resbaladizos en los centros de producción representan un grave riesgo para el personal. Las plataformas de trabajo elevadas también plantean riesgos de caídas. Los trabajadores deben utilizar calzado de seguridad con suelas antideslizantes. Las superficies antideslizantes y rugosas, aprobadas por los organismos sanitarios locales, pueden y deben emplearse en suelos y escaleras. Ha de garantizarse un drenaje adecuado en las áreas húmedas y la conservación eficaz y oportuna de los suelos durante las horas de producción, con el fin de reducir al mínimo la existencia de superficies mojadas y resbaladizas. Asimismo, todas las superficies elevadas deben equiparse con barandillas de seguridad para evitar que entren en contacto con los trabajadores, que éstos sufran caídas accidentales y que caigan materiales de los transportadores. Además, se utilizarán tablas de pie sobre estos andamios en caso necesario. Las barandillas deben instalarse asimismo en las escaleras de las instalaciones productivas para prevenir los resbalones.

La combinación en el lugar de trabajo de la humedad y de un cableado eléctrico complejo supone un riesgo de electrocución para los trabajadores. Todos los equipos deben dotarse de tomas de tierra adecuadas. Debe disponerse de cajas de toma de corriente eléctrica con tapas que protejan con eficacia contra los contactos accidentales. El cableado eléctrico ha de someterse a revisiones periódicas para examinar la existencia de grietas, signos de desgaste u otros defectos y todos los equipos deben ponerse a tierra. Se utilizarán siempre que sea posible interruptores de circuito de avería por puesta a tierra.

La carga de canales (que pueden llegar a pesar 140 kg) y el levantamiento reiterado de cajas de carne de 30 kg preparadas para su transporte puede producir lesiones en la espalda. Los trastornos por traumatismos acumulados como el síndrome del túnel del carpo bilateral, la tendinitis y la tenosinovitis son comunes en este sector. En Estados Unidos, por ejemplo, las operaciones de elaboración de la carne registran tasas de estas dolencias superiores a las del resto de los sectores. Muñecas, codos y hombros resultan afectados. La causa puede residir en la naturaleza forzada y altamente repetitiva del trabajo en las cadenas de montaje de los centros productivos, en la utilización de equipos vibratorios en algunas actividades, en el empleo de cuchillos romos, en el corte de carne congelada y en la aplicación de mangueras de aire comprimido en las tareas de limpieza. La prevención de estos trastornos se basa en el diseño ergonómico de los equipos, la utilización de ayudas mecánicas, el mantenimiento exhaustivo de los equipos que generan vibración para reducir ésta al mínimo y la mejora de la formación de los trabajadores y de los programas médicos. Entre las medidas de diseño ergonómico se cuentan:

- el descenso de los transportadores elevados para reducir los lanzamientos repetitivos por encima de la cabeza en las líneas de producción (véase la Figura 67.4);
- el desplazamiento de las plataformas horizontales para permitir a los trabajadores trocear los animales con un número mínimo de movimientos;
- la disponibilidad de cuchillos afilados con mangos de diseño renovado;
- la incorporación de ayudas mecánicas que reduzcan la fuerza aplicada en cada tarea (véase la Figura 67.5);
- el aumento del personal asignado a las actividades que requieren una gran fuerza, asegurando la disponibilidad de herramientas de mano del tamaño adecuado y de guantes y un diseño apropiado de las áreas de elaboración, con el fin de

Figura 67.5 • Extraer los huesos de las aletas mediante la fuerza de una cadena anexa, evitando la extracción manual, reduce los riesgos musculoesqueléticos.



United Food & Commercial Workers, AFL-CIO

Figura 67.6 • La utilización de elevadores por vacío para levantar cajas permite a los trabajadores moverlas sin tener que cargarlas a mano.



United Food & Commercial Workers, AFL-CIO

reducir al mínimo los giros al izar pesos y los levantamientos realizados desde debajo de las rodillas y por encima de los hombros,

- la dotación de elevadores por vacío y otros dispositivos de elevación mecánica para reducir el levantamiento de cajas (véase la Figura 67.6).

Los pasillos y pasarelas deben mantenerse secos y libres de obstáculos para garantizar la seguridad en el transporte de cargas pesadas.

Los trabajadores han de recibir formación sobre la utilización correcta de los cuchillos. El corte de carne congelada debe evitarse rigurosamente.

Asimismo, es aconsejable una intervención y un tratamiento médicos precoces de los trabajadores sintomáticos. Debido al carácter similar de los factores de estrés en los trabajos de esta industria, la rotación de puestos debe emplearse con precaución. Deben efectuarse y revisarse análisis de los puestos de trabajo para conseguir que no se utilicen los mismos grupos de tendones en tareas diferentes. Además, los trabajadores deben ser instruidos pertinentemente en todos los puestos que formen parte de una rotación planificada.

La maquinaria y los equipos utilizados en los centros de producción cárnica genera un nivel de ruido elevado. Han de suministrarse a los trabajadores tapones para los oídos, y debe someterse a las plantillas a exploraciones médicas para determinar la posibilidad de pérdidas auditivas. Asimismo, siempre que sea posible, se aplicarán dispositivos de atenuación del ruido en la maquinaria. Un mantenimiento adecuado de los sistemas de transporte puede evitar la emisión de ruido innecesario.

Los trabajadores pueden verse expuestos al contacto con productos químicos tóxicos durante las operaciones de limpieza y higienización de los equipos. Entre los compuestos utilizados al efecto figuran los limpiadores alcalinos (cáusticos) y ácidos. Se trata de productos que pueden provocar sequedad, erupciones alérgicas y otros problemas dérmicos. Los líquidos pueden salpicar y producir quemaduras en los ojos. Dependiendo del tipo de compuesto limpiador aplicado, debe emplearse el EPP pertinente (incluidos los protectores de ojos, cara y brazos, delantales y calzado protector). Además, debe disponerse de

instalaciones para el lavado de manos y ojos. Las mangas de aire comprimido utilizadas en el transporte de agua caliente para desinfectar los equipos también pueden causar quemaduras. Es importante impartir una formación adecuada al personal acerca de la utilización de estos instrumentos. Asimismo, el cloro presente en el agua empleada para lavar las canales puede irritar los ojos, la garganta y la piel. Han comenzado a aplicarse nuevos enjuagues antibacterianos en los mataderos para reducir las bacterias que pueden provocar enfermedades originadas en los alimentos. Es necesario garantizar una ventilación apropiada. Deben tomarse todas las precauciones necesarias para asegurar que la concentración de los productos químicos no exceda lo estipulado por los fabricantes en las instrucciones.

El amoníaco se utiliza como refrigerante en la industria, y las fugas de esta sustancia de los conductos que lo transportan son habituales. El gas amoníaco irrita los ojos y la piel. Una exposición de leve a moderada a este gas puede provocar migrañas, escozor en la garganta, transpiración, náuseas y vómitos. Si no es posible evitar su contacto, puede producirse una irritación grave del tracto respiratorio que genera tos, edema pulmonar o paro respiratorio. Un mantenimiento adecuado de los conductos de la refrigeración es esencial para prevenir estas fugas. Además, una vez detectado el escape de amoníaco, deben observarse los procedimientos de vigilancia y evacuación para evitar exposiciones peligrosas.

El dióxido de carbono (CO_2) en forma de hielo seco se utiliza en el área de envasado. En este proceso, el gas CO_2 puede salir de su depósito y expandirse por toda la sala. La exposición al mismo puede producir migrañas, mareos, náuseas, vómitos y, en casos extremos, la muerte. Debe garantizarse una ventilación adecuada.

Los depósitos de sangre plantean riesgos asociados a los espacios restringidos si en el centro de producción en cuestión no se utiliza un sistema cerrado de tratamiento y conducción por tuberías de la misma. Las sustancias tóxicas emitidas por la sangre en descomposición y la falta de oxígeno constituyen un grave peligro para las personas que deben acceder y/o limpiar los depósitos o trabajar en el área circundante. Antes de entrar, debe comprobarse la presencia en la atmósfera de productos químicos tóxicos y asegurarse la existencia de la cantidad de oxígeno apropiada.

Los trabajadores están expuestos a enfermedades infecciosas como la brucelosis, la erisipela, la leptospirosis, la dermatofitosis y la aparición de verrugas.

La brucelosis está causada por una bacteria y se transmite por la manipulación de ganado vacuno o porcino infectado. Las personas infectadas por esta bacteria experimentan una fiebre constante o recurrente, migrañas, debilidad, dolor articular, sudores nocturnos y pérdida de apetito. La limitación del número de reses infectadas que son sacrificadas es una vía fundamental para la prevención de esta enfermedad.

La erisipela y la leptospirosis también tienen su causa en las bacterias. La primera se transmite mediante la infección de heridas, arañazos y abrasiones; produce enrojecimiento e irritación alrededor del lugar de la infección y puede extenderse a la corriente sanguínea y a los ganglios linfáticos.

La leptospirosis se transmite por contacto directo con animales infectados o con agua, tierra mojada o vegetales contaminados por la orina de los mismos. Pueden producirse dolores musculares, infecciones oculares, fiebre, vómitos, escalofríos y migrañas, y deteriorarse los riñones y el hígado.

La dermatofitosis, por su parte, es una enfermedad micótica y se transmite por el contacto con el pelo y la piel de personas o animales infectados. Conocida también como tiña, provoca la caída del pelo y el desarrollo de pequeñas costras amarillentas en forma de copa sobre el cuero cabelludo.

La *verruca vulgaris*, verruga causada por un virus, puede ser propagada por los trabajadores infectados que hayan contaminado toallas, carne, cuchillos de pescado, mesas de trabajo u otros objetos.

Otras enfermedades observadas en los centros de producción cárnica en algunos países son la fiebre Q y la tuberculosis. Los principales portadores de la primera son el ganado bovino, ovino y caprino y las garrapatas. Los seres humanos suelen infectarse mediante la inhalación de partículas en suspensión en el aire procedentes de entornos contaminados. Los síntomas habituales son: fiebre, malestar, migrañas graves y dolores musculares y abdominales. La incidencia de anticuerpos de la toxoplasmosis entre los trabajadores de los mataderos es elevada en ciertos países.

La dermatitis también es común en los centros de producción de carne. La exposición a la sangre y a otros fluidos animales, a la humedad y a compuestos utilizados en la limpieza y la higienización de las instalaciones puede provocar la irritación de la piel.

Las enfermedades infecciosas y la dermatitis pueden prevenirse mediante la higiene personal, que comprende un acceso inmediato y sencillo a servicios de higiene y lavado de manos en los que se disponga de jabón y de toallas de mano desechables, el suministro del EPP adecuado (que puede incluir guantes de protección, así como protectores oculares y respiratorios cuando la exposición a fluidos corporales animales en suspensión en el aire es posible), la utilización de algunas cremas de barrera que proporcionen una protección limitada frente a elementos irritantes, la formación de los trabajadores y la asistencia médica precoz.

La humedad y el calor en la sala donde se realizan el sacrificio, el sangrado y la división de las reses pueden resultar especialmente elevados. Debe utilizarse un sistema de ventilación en buenas condiciones de funcionamiento, que elimine el calor y el aire húmedo y prevenga el estrés por calor. Los ventiladores, preferiblemente elevados o colgados del techo, aumentan el movimiento del aire. Deben suministrarse bebidas para sustituir los fluidos y las sales perdidos al transpirar y han de establecerse periodos de descanso en áreas acondicionadas.

En los mataderos existe asimismo un olor característico, debido a la combinación de los generados por el cuero húmedo, la sangre, el vómito, la orina y las heces de los animales. Es un olor que se extiende a toda la sala de sacrificio y a las áreas de elaboración de despojos, clasificación y tratamiento de las pieles. La extracción es necesaria para eliminar estos olores.

Los entornos de trabajo refrigerados son esenciales en la industria cárnica. La elaboración y el transporte de los productos de la carne suelen exigir el mantenimiento de temperaturas iguales o inferiores a 9 °C. Las áreas como las cámaras de refrigeración pueden requerir temperaturas en torno a los -40 °C. Las lesiones más habituales relacionadas con el frío son las quemaduras por hielo, la congelación, el pie de inmersión y el pie de trinchera, que se producen en ciertas áreas localizadas del cuerpo. Una consecuencia grave del estrés por frío es la hipotermia. Asimismo, los sistemas respiratorio, circulatorio y osteoarticular pueden verse afectados por una exposición excesiva al frío.

Para evitar las consecuencias del estrés por frío y reducir los riesgos del trabajo en condiciones de baja temperatura, los trabajadores deben utilizar ropas apropiadas y el lugar de trabajo debe dotarse de los equipos y los controles técnicos y administrativos pertinentes. El empleo de varias capas de ropa ofrece una mejor protección que la proporcionada por prendas únicas gruesas. Los equipos de refrigeración y los sistemas de distribución del aire deben minimizar la velocidad de éste. Los

refrigeradores de las distintas unidades deben situarse tan alejados del personal como sea posible, y deben aplicarse pantallas y barreras deflectoras para proteger a los trabajadores del efecto enfriador del viento.

INDUSTRIA AVÍCOLA

Tony Ashdown

Importancia económica

La producción de pollos y pavos ha aumentado enormemente en Estados Unidos desde el decenio de 1980. De acuerdo con un informe del Departamento de Trabajo de este país, la evolución se debe a un cambio en las pautas de alimentación de los consumidores (Hetrick 1994). El paso de la carne roja y de cerdo a la de ave obedece en parte a la publicación de estudios médicos recientes.

La expansión del consumo, a su vez, ha fomentado un crecimiento del número de centros productivos y criaderos y un gran aumento de los niveles de empleo. Por ejemplo, la industria avícola de Estados Unidos registró un incremento del empleo del 64 % de 1980 a 1992.

La productividad, medida en función de los kilos producidos por cada trabajador, aumentó en un 3,1 % debido a la mecanización y la automatización, así como a la aceleración de la velocidad en la cadena productiva, estimada en número de aves por hora de trabajo. Con todo, en comparación con la producción de carne roja, en la avícola sigue utilizándose intensivamente la mano de obra.

Se asiste asimismo a un proceso de mundialización. Hay centros de producción y elaboración de propiedad conjunta de China y de inversores de Estados Unidos, y los centros de cría, crecimiento y elaboración situados en China exportan su producción a Japón.

El trabajador medio de la industria avícola está relativamente poco cualificado, su formación es escasa, suele formar parte de grupos minoritarios y su remuneración es muy inferior a la del personal de los sectores de producción de carne roja y manufactureros. La rotación de plantilla es extraordinariamente elevada en ciertos aspectos del proceso. Las tareas de colgado de los animales vivos, de deshuesado y de higienización resultan muy estresantes y registran tasas de rotación altas. Debido a su naturaleza, la elaboración de las aves es una industria basada en gran medida en el medio rural y habitual en áreas de economía deprimida, en las que existen excedentes de mano de obra. En Estados Unidos, muchos de los centros productivos cuentan con un número cada vez mayor de trabajadores de habla hispana. Se trata de personal temporal hasta cierto punto, ya que desarrolla su actividad en dichos centros parte del año. Cuando se acerca el momento de cosechar los cultivos de la región, una gran proporción de los trabajadores pasa a dedicarse a esta labor.

Elaboración

A lo largo del proceso de elaboración de los pollos deben cumplirse estrictos requisitos sanitarios. En concreto, lavar los suelos periódicamente y con frecuencia y eliminar los desechos, las partes sobrantes y la grasa. Asimismo, los equipos de transporte y elaboración han de ser accesibles, lavados e higienizados. No debe permitirse la acumulación de vaho en los techos y los equipos situados sobre las aves; debe ser suprimido con mopas de esponja de mango largo. Se utilizarán ventiladores de techo, sin protectores y de palas radiales en las áreas de elaboración.

Debido a estos requisitos sanitarios, es frecuente que los equipos rotatorios protegidos no puedan silenciarse para atenuar los ruidos. En consecuencia, la exposición a la contaminación acústica es elevada en la mayoría de las áreas productivas de los centros de elaboración. Es necesario formular programas de conservación de la audición adecuados y bien gestionados. Las medidas adoptadas para documentar la exposición no se limitarán a la realización de audiometrías iniciales y anuales, sino que incluirán asimismo dosimetrías periódicas. Los equipos de elaboración adquiridos emitirán durante su funcionamiento el menor nivel de ruido posible. Debe prestarse especial atención a la educación y la formación del personal.

Recepción y colgado en vivo

El primer paso del proceso de elaboración consiste en la descarga de los módulos y colocación de las bandejas en un sistema de transporte que conduce al área de colgado en vivo. El trabajo en esta fase se lleva a cabo casi en completa oscuridad, puesto que esta medida tiene un efecto tranquilizador para las aves. La altura de la cinta transportadora con una bandeja encima es, aproximadamente, la de la cintura. Un colgador, enguantado, debe agarrar el ave por ambos muslos y colgarlo de las patas en las argollas de una cinta transportadora elevada que se desplaza en la dirección opuesta.

Los riesgos de esta operación son variables. Aparte del nivel elevado de ruido habitual, la oscuridad y el efecto desorientador de las cintas de transporte que se mueven en direcciones opuestas, las aves, al aletear, generan polvo, pueden expulsar orina y heces hacia la cara del trabajador y existe la posibilidad de pillarse un dedo con una argolla. Las cintas transportadoras deben equiparse con interruptores de emergencia. Los colgadores se golpean constantemente la parte anterior de las manos con las argollas cercanas que pasan sobre su cabeza.

Lo habitual es que se exija a estos trabajadores colgar una media de 23 (o más) aves por minuto. (Algunos puestos en las líneas de producción de los colgadores requieren un mayor número de movimientos, quizá 26 aves por minuto). En general, siete colgadores en una cinta pueden colgar 38.640 aves en 4 horas antes de llegar a un período de descanso. Si cada ave pesa unos 1,9 kg, un colgador levanta un total de 1.057 kg en las 4 primeras horas de su turno. Es una labor extremadamente estresante desde un punto de vista fisiológico y psicológico. La reducción de la carga de trabajo podría atenuar este estrés. Las tareas de agarrar con ambas manos, sujetar y, de forma simultánea, levantar un ave que aletea y araña a la altura del hombro o de la cabeza pone en tensión la parte superior de los hombros y el cuello.

Las plumas y las patas de estos animales pueden arañar con facilidad los brazos de un colgador si no están protegidos. Estos trabajadores se ven obligados a permanecer de pie durante períodos prolongados sobre superficies duras, lo que puede dar lugar a molestias y dolores en la parte inferior de la espalda. Para proteger a los colgadores, debe disponerse de un calzado apropiado, posiblemente un lugar donde sentarse, gafas protectoras, protección respiratoria desechable de un solo uso, instalaciones para el lavado de ojos y protectores de brazos.

Un elemento muy importante para garantizar la salud del trabajador es la formulación de un programa de adaptación al puesto adecuado. Durante un período máximo de dos semanas, el nuevo colgador se acostumbrará a las condiciones de su actividad y comenzará a desarrollar su trabajo gradualmente hasta que realice un turno completo. Otro elemento fundamental es la rotación de puestos; después de dos horas colgando aves, este trabajador puede ser asignado a una tarea menos extenuante. La división del trabajo entre colgadores puede ser tal que la institución de descansos breves y frecuentes en áreas de aire

acondicionado resulta esencial. En algunas fábricas se ha intentado duplicar las plantillas para que los trabajadores puedan desempeñar su labor durante 20 minutos y descansar otros 20, reduciendo así los factores de estrés ergonómico.

Las condiciones de salud y comodidad de los colgadores dependen en cierta medida de las condiciones meteorológicas externas y de la situación de las aves. Si el tiempo es cálido y seco, las aves portan polvo y ácaros, que quedan en suspensión en el aire con facilidad. Si es húmedo, las aves resultan más difíciles de manipular, los guantes se humedecen de inmediato y los colgadores deben aumentar su esfuerzo para agarrarlas. Recientemente se ha avanzado en el desarrollo de guantes reutilizables con almohadillas.

El efecto de las partículas, las plumas, los ácaros y otros elementos en suspensión en el aire puede moderarse con un sistema eficaz de extracción localizada (VAL). Un sistema equilibrado en el que se aplique el principio de contrafase y se utilice la refrigeración o la calefacción de corriente descendente, resultará beneficioso para los trabajadores. Otros ventiladores distribuidos en el área en cuestión reducirían la eficacia de dicho sistema.

Una vez colgadas de las argollas, las aves son transportadas para su aturdimiento inicial con electricidad. El alto voltaje no las mata, pero las obliga a colgar flácidamente mientras una rueda rotante (neumático de bicicleta) dirige su cuello hacia una hoja cortante circular que gira en dirección contraria. El cuello se secciona parcialmente con el corazón del animal aún latiendo para que bombee al exterior el resto de la sangre, que ha de eliminarse totalmente del cuerpo. Un trabajador cualificado debe situarse para sacrificar las aves que la máquina no ha alcanzado. Debido al exceso de sangre, el trabajador ha de protegerse utilizando ropa impermeable y protectores oculares. Asimismo, debe disponerse de instalaciones para el lavado de ojos.

Preparación

A continuación, la cinta transportadora de aves pasa a través de una serie de cubas o depósitos de agua caliente circulante. Se denominan escaldaderas. El agua suele calentarse mediante serpentines de vapor y tratarse o clorarse para destruir las bacterias. Con ello se consigue una rápida eliminación de las plumas. Deben tomarse precauciones al trabajar alrededor de escaldaderas. Con frecuencia, los conductos y las válvulas no están protegidas, su aislamiento es deficiente y el contacto con los mismos provoca quemaduras.

Cuando las aves salen de estos depósitos, el cuerpo se pasa a través de un dispositivo en forma de U que lo decapita. Estas piezas suelen transportarse en cubas de agua a un área de clasificación (o de tratamiento de subproductos).

La línea con el cuerpo de las aves pasa a través de máquinas dotadas de varios tambores rotatorios con una especie de dedos de caucho que retiran las plumas. Estas caen en un canal inferior con agua en circulación que se dirige al área de clasificación.

La homogeneidad en el peso de las aves es fundamental en todos los aspectos del proceso de elaboración. Si los pesos varían de una carga a otra, los departamentos productivos deben ajustar sus equipos convenientemente. Por ejemplo, si a aves de poco peso les siguen otras de peso superior en las desplumadoras, es posible que los tambores rotativos no consigan eliminar la totalidad de las plumas, lo cual provoca rechazos y repetición del trabajo. No sólo aumenta los costes de elaboración, sino que también provoca estrés ergonómico adicional de las manos, ya que alguien debe extraer las plumas utilizando unas tenazas.

Una vez superadas las desplumadoras, la línea de aves pasa a través de una chamuscadora. Se trata de un dispositivo a gas con

tres quemadores a cada lado, utilizado para quemar los pelos y las plumas más pequeñas de las aves. Debe tomarse precauciones para asegurar el mantenimiento de la integridad de los conductos de gas, debido a las condiciones corrosivas de las áreas de desplumado y preparación.

Posteriormente, las aves se someten a la acción de una máquina que les corta las patas. Estas pueden transportarse por separado a un área de elaboración independiente para su limpieza, clasificación por tamaño, selección, refrigeración y envasado para el mercado asiático.

Las aves deben volverse a colgar de otras argollas antes de entrar en la sección de extracción de vísceras de la fábrica. La forma de las argollas en esta fase es ligeramente diferente y suelen ser más largas. La automatización en esta parte del proceso puede aplicarse de inmediato (véase la Figura 67.7). No obstante, los trabajadores deben estar pendientes de los bloqueos de las máquinas, de volver a colgar las aves que se caen y de cortar manualmente las patas a tijera si la desjarretadora no corta adecuadamente. Desde el punto de vista de la elaboración y de los costes, es esencial que se utilicen todas las argollas. Volver a colgar las aves exige de los trabajadores la realización de movimientos muy repetitivos y la adopción de posturas incómodas (elevación de los codos y de los hombros), por lo que corren un mayor riesgo de sufrir trastornos por traumatismos acumulados (TTA).

En caso de avería o desajuste de la maquinaria, debe dedicarse un gran esfuerzo a la restitución de las líneas, en ocasiones a costa de la seguridad de los trabajadores. Al tratar de acceder a los puntos pertinentes de los equipos, puede que los trabajadores de mantenimiento no se entretengan en conseguir una escalera y se suban a la parte superior de las máquinas húmedas y resbaladizas. Las caídas constituyen un riesgo. Cuando se adquieren e instalan estos equipos, debe preverse la disposición de un acceso y un mantenimiento sencillos. Es necesario instalar en cada máquina puntos de bloqueo e interruptores. El fabricante debe considerar el medio ambiente y las condiciones peligrosas en las que ha de llevarse a cabo el mantenimiento.

Figura 67.7 • Las máquinas de corte múltiple reducen el trabajo manual repetitivo; los trabajadores deben acabar el tratamiento de las aves que las máquinas dejan pasar.



United Food & Commercial Workers, AFL-CIO

Extracción de vísceras

Cuando el transportador de aves sale del área de elaboración y accede a otra parte del proceso físicamente separada, éstas suelen pasar por otra chamuscadora y a través de un cuchilla circular rotativa que extrae la bolsa o glándula de aceite que presenta cada ave en su parte posterior en la base de la cola. A menudo, estas cuchillas giran libremente y deben ser equipadas con las defensas oportunas. De nuevo en este caso, si la máquina no se ajusta de acuerdo con el peso, deben asignarse trabajadores para la retirada de dicha glándula mediante su extracción con un cuchillo.

A continuación, la cinta transportadora de la aves pasa a través de un dispositivo automático que oprime ligeramente el abdomen hacia arriba mientras que una cuchilla abre el cuerpo del animal sin alterar las vísceras. En la siguiente máquina o fase del proceso se penetra en la cavidad y se extraen las vísceras inalteradas para su inspección. En Estados Unidos, las siguientes etapas de la elaboración pueden contar con la intervención de inspectores de la Administración que comprueban los engordes, las enfermedades de la bolsa de aire, la contaminación fecal y otras anomalías. Normalmente, cada inspector se ocupa de supervisar sólo dos o tres elementos. Si la tasa de anomalías es elevada, los inspectores ralentizan la cadena productiva. A menudo, estas deficiencias no provocan un rechazo completo del producto, y partes específicas de las aves pueden lavarse y separarse del resto del cuerpo para aumentar el rendimiento.

Cuanto más rechazos, más tareas manuales deben volver a efectuar los trabajadores, lo que exige la realización de movimientos repetitivos de corte, partición, etc. Los inspectores de la Administración suelen sentarse en puestos elevados ajustables previstos en la reglamentación, mientras que los trabajadores denominados ayudantes, situados a ambos lados, permanecen de pie sobre enrejados o utilizan un asiento ajustable si éste se encuentra disponible. Los dispositivos de apoyo para los pies, las plataformas de altura ajustable, los asientos y la rotación de puestos de trabajo contribuirá a aliviar el estrés físico y psicológico asociado a esta fase del proceso.

Después de las inspecciones, las vísceras se clasifican según pasan a través de un recogedor de hígados, corazones y demás despojos. Los intestinos, estómagos, bazo, riñones y vesículas biliares se descartan y se arrojan a un canal de salida inferior. Los corazones y los hígados se separan y se colocan en otras cintas transportadoras de clasificación o se llevan a un área de elaboración independiente para ser envasadas a granel manualmente o recombinadas con posterioridad en un paquete de menudillos para su introducción a mano en la cavidad del cuerpo completo del ave puesta a la venta.

Una vez que el cuerpo pasa el recogedor, la cavidad del buche se comprueba a mano para extraer las mollejas y las vísceras restantes si es necesario. Los trabajadores aplican cada mano a un ave cuando pasa la cinta transportadora. Suele emplearse un dispositivo succionador para extraer los pulmones y riñones que permanezcan en el cuerpo del animal. Con frecuencia, debido a la costumbre de las aves de ingerir pequeñas piedras o elementos de la basura durante su crecimiento, los trabajadores sufren heridas punzantes dolorosas en la punta de los dedos o bajo las uñas al explorar las cavidades de los animales.

Estas pequeñas heridas, si no se tratan convenientemente, suponen un riesgo de infección grave, ya que la cavidad de las aves aún no se ha limpiado de bacterias. Puesto que la sensibilidad táctil es necesaria para el trabajo, en esta fase aún no se pueden utilizar guantes que prevengan estos incidentes habituales. Se ha probado con cierto éxito el empleo de guantes de cirujano. El ritmo de la cinta es tan rápido que no permite una inserción cuidadosa de las manos por parte del trabajador.

Por último, el cuello es eliminado por un dispositivo al efecto y recogido. La aves pasan por un dispositivo específico de lavado que utiliza agua pulverizada y clorada para lavar las vísceras restantes dentro y fuera del cuerpo del animal.

A lo largo de las fases de preparación y extracción de vísceras, los trabajadores se ven expuestos a niveles de ruido elevados, suelos resbaladizos e importantes factores de estrés ergonómico en las operaciones de sacrificio, corte y envasado. De acuerdo con un estudio del NIOSH, las tasas de TTA documentados en los centros de producción avícola pueden oscilar entre el 20 y el 30 % de los trabajadores (NIOSH 1990).

Refrigeración

Dependiendo del proceso, los cuellos se envían a un depósito refrigerante de superficie abierta con aspas, paletas o hélices rotativas. Los depósitos de este tipo representan una grave amenaza para la seguridad de los trabajadores durante su funcionamiento y deben ser protegidos adecuadamente mediante cubiertas o enrejados desmontables. Las cubiertas deben permitir la inspección visual del depósito. Si una cubierta se retira o se levanta, debe disponerse de dispositivos de bloqueo para inmovilizar las aspas giratorias. Los cuellos refrigerados se envasan a granel para su elaboración posterior o se trasladan a un área de envasado de menudillos para su recombinación y empaquetado.

Tras superar la fase de extracción de vísceras, las cintas transportadoras acaban en grandes depósitos horizontales y abiertos de refrigeración o, en Europa, se someten a la acción de aire circulante refrigerado. Tales depósitos constan de paletas que giran lentamente, haciendo descender la temperatura corporal del ave. El agua refrigerada presenta una gran concentración de cloro (20 ppm o más) y se ventila por agitación. El tiempo de permanencia del ave en el depósito puede llegar a una hora.

Debido al elevado nivel de cloro libre vertido y puesto en circulación, los trabajadores están expuestos y pueden experimentar síntomas de irritación ocular y de garganta, toses y dificultad respiratoria. El NIOSH ha realizado varios estudios acerca de la irritación de los ojos y de las vías respiratorias superiores en los centros de producción avícola, en los que se recomienda un control y un seguimiento exhaustivos de los niveles de cloro, la utilización de pantallas para retener el cloro liberado (o de un cerramiento de algún tipo que rodee la superficie abierta del depósito) y la instalación de un sistema de ventilación aspirante (Sanderson, Weber y Echt 1995).

El tiempo de permanencia es esencial y objeto de cierta controversia. Al salir de la fase de extracción de vísceras, el cuerpo no está limpio por completo y los poros de la piel y los folículos de las plumas están abiertos y albergan bacterias causantes de enfermedades. El objetivo principal del paso por el depósito de refrigeración es enfriar el ave con rapidez para evitar su deterioro. No se eliminan bacterias, y el riesgo de contaminación cruzada es una cuestión de salud pública grave. Los críticos han denominado al método de refrigeración por inmersión "sopa fecal". Desde la perspectiva de la rentabilidad, una ventaja complementaria consiste en que la carne absorbe el agua del refrigerador como una esponja. Aumenta en casi un 8 % el peso de comercialización del producto (Linder 1996).

Al salir del depósito refrigerador, los cuerpos se depositan en una cinta transportadora o en una mesa vibratoria. Unos trabajadores especialmente capacitados, denominados clasificadores, inspeccionan las aves para detectar magulladuras, fracturas de la piel, etc. y vuelven a colgarlas en líneas de argollas separadas en movimiento delante de ellos. Las aves que no pasan la prueba se trasladan a otros procesos para la recuperación de ciertas piezas. Los clasificadores deben permanecer de pie durante períodos prolongados manipulando aves refrigeradas, lo que puede dar lugar a entumecimiento y dolor en las manos. Los guantes

forrados se utilizan para proteger las manos no sólo de los residuos de cloro, sino también del frío.

Trinchado

Del área de clasificación, las aves pasan colgadas a diversos procesos, máquinas y líneas de producción en una zona de la fábrica denominada de elaboración secundaria o posterior. Algunas máquinas son alimentadas manualmente con operaciones en las que se han de utilizar las dos manos. Otros equipos europeos más modernos, situados en ubicaciones independientes, pueden separar los muslos y las alas y dividir la pechuga sin la intervención del trabajador. De nuevo en este caso, la homogeneidad del tamaño y del peso de las aves es esencial para un funcionamiento eficaz de estos equipos automáticos. Las hojas circulares rotatorias deben cambiarse todos los días.

Los técnicos y los operarios de mantenimiento cualificados deben permanecer atentos al comportamiento de los equipos. El acceso a los mismos para su ajuste, mantenimiento e higiene debe ser frecuente, utilizando escaleras fijas, no de mano, y plataformas de trabajo considerables. Al cambiar las cuchillas, deben tomarse precauciones debido al carácter resbaladizo de las mismas por la presencia de grasa. Para proteger la mayor parte de la mano, deben utilizarse guantes especiales resistentes al corte y al deslizamiento, mientras que las puntas de los dedos pueden emplearse para manipular las herramientas, pernos y tuercas aplicados a la sustitución.

La evolución de los gustos de los consumidores han afectado al proceso productivo. En algunos casos, los productos (p. ej., muslos y pechuga) deben comercializarse sin piel. Se han desarrollado equipos para retirarla y evitar que los trabajadores deban realizar esta operación manualmente. No obstante, a medida que se incorporan equipos automatizados y se reestructuran las líneas de producción, empeoran las condiciones de espacio y comodidad a las que se enfrentan los trabajadores para maniobrar gatos, transportar cargas o contenedores de plástico de producto congelado con pesos superiores a 27 kg por suelos resbaladizos y húmedos.

En función de la demanda de los consumidores y de las ventas de combinaciones de productos, los trabajadores se sitúan de pie frente a transportadores de altura fija, seleccionando y disponiendo el producto en bandejas de plástico. El producto se desplaza en una dirección determinada o cae de una rampa. Las bandejas llegan sobre cintas transportadoras elevadas, que descienden para que los trabajadores puedan coger una pila de ellas y colocarlas en frente para facilitar su alcance. Los productos defectuosos pueden situarse en un transportador que se desplaza inferiormente en dirección contraria o colgarse de argollas que pasan en esta misma dirección por encima de la cabeza. Los trabajadores permanecen de pie durante períodos prolongados casi hombro con hombro, quizá separados únicamente por un contenedor en el que se acumulan los productos defectuosos y los residuos. El personal debe equiparse con guantes, delantales y botas.

Algunos productos pueden envasarse a granel en cajas de cartón cubiertas de hielo. A este envase se le denomina paquete refrigerado. Los trabajadores llenan las cajas a mano, colocadas sobre una báscula, y las transfieren, también manualmente, a cintas transportadoras en movimiento. Después, en la sala de envasado con hielo, se añade éste, se recuperan las cajas y se apilan a mano en paletas listas para su transporte.

Algunos trabajadores que intervienen en las tareas de trinchado también se ven expuestos a niveles de ruido elevados.

Deshuesado

Si el cuerpo se destina al deshuesado, se deposita en grandes cubas de aluminio o en cajas de cartón situadas en paletas. La

carne de pechuga debe conservarse durante un cierto número de horas antes de su elaboración mecánica o manual. El pollo fresco es difícil de cortar y preparar a mano. Desde un punto de vista ergonómico, el envejecimiento de la carne es un elemento esencial que contribuye a reducir las lesiones de la mano provocadas por la reiteración de movimientos.

Hay dos métodos utilizados en el deshuesado. En el manual, una vez preparados, los cuerpos de las aves en los que solo queda la carne de la pechuga se vierten en una tolva que va a parar a un transportador. Los trabajadores de esta sección de la cadena de producción deben manipular cada cuerpo de ave y sujetarlos contra dos rodillos desolladores horizontales texturados. El cuerpo pasa a través de los dos rodillos y la piel es retirada y arrojada a un transportador inferior. Existe el riesgo de que los trabajadores se descuiden o se distraigan y metan los dedos entre los rodillos. Es necesario disponer de interruptores de parada de emergencia al alcance de la mano libre o de la rodilla. No pueden utilizarse guantes ni ropas sueltas en la cercanía de estos equipos. Deben emplearse delantales (perfectamente ajustados) y protectores oculares debido a la posibilidad de contacto con fragmentos de los huesos.

La fase siguiente es llevada a cabo por trabajadores denominados marcadores. Sostienen el cuerpo del ave en una mano y realizan un corte a lo largo de la quilla (o esternón) con la otra. Suelen emplearse cuchillos afilados de hoja corta. Normalmente, se utilizan guantes de malla de acero inoxidable sobre otros guantes de látex o de nitrilo que recubren la mano que sujeta el cuerpo. Los cuchillos aplicados en esta operación no necesitan tener una punta afilada. Es conveniente utilizar protectores oculares.

La tercera fase corre a cargo de los extractores de quillas. Su tarea puede efectuarse a mano o con un dispositivo en forma de "Y" (realizado con una estructura de barras de acero inoxidable) en el que el trabajador sitúa el cuerpo del ave y tira de éste hacia sí. La altura de cada dispositivo debe ajustarse al trabajador. El método manual exige sencillamente al trabajador la utilización de unas tenazas con la mano enguantada para extraer la quilla. Como ya se ha descrito, deben emplearse protectores oculares.

La cuarta fase consiste en el cortado en filetes. Los trabajadores se sitúan de pie, hombro con hombro, y recogen la carne de pechuga transportada en bandejas de transmisión situadas en frente de ellos. Hay ciertas técnicas que deben aplicarse en esta parte del proceso. Es necesario impartir una instrucción adecuada al puesto y una corrección inmediata de los errores observados. Los trabajadores se protegen una mano con un guante de malla o con una cadena, mientras que con la otra sostienen un cuchillo muy afilado (con una punta que puede presentar esta misma condición).

El ritmo de la actividad es rápido, y los trabajadores que se retrasan se ven obligados a tomar atajos, como recoger la carne poniéndose delante de los compañeros cercanos o intentar llegar a una bandeja que se desplaza fuera de su alcance pinchando la carne con el cuchillo. El pinchazo no sólo reduce la calidad del producto, sino que también provoca graves lesiones a los trabajadores vecinos en forma de desgarrones, que se infectan a menudo. Pueden utilizarse protectores de plástico en los brazos para evitar este tipo de accidente frecuente.

La carne en filetes vuelve a colocarse en los recipientes de la cinta transportadora y, posteriormente, es recogida por el siguiente grupo de trabajadores, denominados recortadores. Son ellos los que eliminan de la carne la grasa, la piel y los huesos sobrantes utilizando unas tijeras afiladas y ajustadas. Una vez arreglado, el producto terminado se envasa en una bandeja a mano o se guarda en bolsas a granel y se coloca en cajas de cartón para su uso en restauración.

El segundo método de deshuesado requiere la intervención de un equipo de elaboración automático desarrollado en Europa. Como ocurre en el método manual, las cajas a granel o los depósitos con los cuerpos de las aves, en ocasiones aún con las alas, se cargan en una mesa vibratoria o en una rampa. A continuación, los cuerpos pueden recogerse manualmente y situarse en transportadores segmentados o colocarse individualmente, también a mano, en soportes de la máquina. Esta se mueve con rapidez, haciendo pasar el cuerpo a través de una especie de dedos (para eliminar la piel), hojas y cortadoras. El resultado es un esqueleto sin carne que se apila y se utiliza en otras áreas. La mayoría de los puestos de la cadena de producción manual se suprimen, excepto el que ocupan los recortadores con las tijeras.

Los trabajadores dedicados al deshuesado están expuestos a graves riesgos ergonómicos derivados de la naturaleza forzada y repetitiva de su actividad. En cada uno de los puestos de la fase de deshuesado, y en especial los ocupados por los fileteadores y los recortadores, la rotación de tareas puede ser un elemento esencial en la reducción de los factores de estrés ergonómico. Debe entenderse que, en el nuevo puesto al que se asigna un trabajador, no debe utilizarse el mismo grupo muscular. Se ha argumentado sin mucho fundamento que los fileteadores y los recortadores pueden intercambiar sus posiciones, pero no debe permitirse, ya que se emplean los mismos métodos de agarrado, giro y volteo en la mano que no sostiene la herramienta (cuchillo o tijeras). Puede argüirse que los músculos que sostienen un cuchillo sin apretar para girar y voltear al realizar cortes para obtener filetes se utilizan de manera diferente al abrir y cerrar unas tijeras. No obstante, los giros y volteos de la mano siguen siendo necesarios. Las velocidades de la cadena productiva desempeñan un papel primordial en el planteamiento de trastornos ergonómicos en estos puestos de trabajo.

Empaquetado y refrigeración

Una vez que el producto se ha situado en bandejas trinchado o deshuesado, éstas se trasladan a otra fase del proceso denominada empaquetado. Los trabajadores recogen los productos específicos en bandejas y las introducen en máquinas que aplican y extienden envueltas transparentes impresas alrededor de las mismas selladas en caliente. A continuación la bandeja pasa por un dispositivo de lavado, donde se recoge y se coloca en una cesta. La que contiene un determinado tipo de producto se sitúa en un transportador que la traslada al área de refrigeración. Allí las bandejas son clasificadas y apiladas de modo manual o automático.

Los trabajadores del área de empaquetado deben permanecer de pie durante períodos prolongados y sus puestos son objeto de rotación, con el fin de que las manos que utilizan para recoger el producto cambien de forma alternativa. Se trata de una zona que suele ser relativamente seca. Las esteras amortiguadoras pueden reducir la fatiga de piernas y espalda.

La demanda de los consumidores, las ventas y el marketing pueden crear riesgos ergonómicos especiales. En ciertas épocas del año, se empaquetan grandes bandejas con varios kilos de producto para "comodidad y ahorro de costes". Es un peso añadido que ha contribuido al aumento de las lesiones de la mano relacionadas con movimientos repetitivos debido, sencillamente, a que el proceso y el sistema de transporte están diseñados para la recogida con una sola mano. Un trabajador carece de la fuerza necesaria para realizar levantamientos de bandejas sobrecargadas con una sola mano.

El envoltorio de plástico transparente utilizado en el empaquetado puede liberar cantidades moderadas de monómeros y otros productos de descomposición al calentarse para su sellado. Si se plantean quejas respecto a los humos, el fabricante o el

proveedor de la película plástica debe ser convocado para ayudar a evaluar el problema. Puede ser necesario aplicar sistemas de extracción localizada. El equipo de sellado por calor debe mantenerse adecuadamente y los interruptores de emergencia deben comprobarse para controlar su correcto funcionamiento al comienzo de cada turno.

El área o las cámaras de refrigeración plantean otro tipo de riesgos de incendio, de salud y de seguridad. En cuanto a la prevención de incendios, el envoltorio del producto constituye un peligro, ya que suele fabricarse con poliestireno altamente combustible. El aislamiento de las paredes suele tener un núcleo de goma esponjosa de este material. Las cámaras frigoríficas deben protegerse adecuadamente con sistemas de pulverizadores en seco de acción preliminar diseñados para abordar riesgos extraordinarios. (En los sistemas de acción preliminar se emplean pulverizadores automáticos acoplados a los sistemas de conducción que contienen aire seco o nitrógeno, así como un sistema de detección complementario instalado en la misma área que los pulverizadores).

Una vez que las cestas de bandejas entran en la cámara frigorífica, los trabajadores deben recogerlas y levantarlas hasta la altura del hombro o superior para apilarlas en una plataforma móvil. Cuando las pilas de cestas ganan en altura, los trabajadores tienen que ayudarse entre sí para amontonarlas en niveles superiores.

Las temperaturas en estas cámaras pueden alcanzar los $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los trabajadores deben recibir ropas de múltiples capas o "trajes anticongelación", además de calzado aislante con dispositivos de seguridad, y formación para utilizar estos equipos. Las plataformas móviles y las pilas de cestas deben ubicarse en diversas áreas de las cámaras frigoríficas hasta que sean reclamadas. A menudo, los trabajadores intentan ahorrar tiempo empujando varias pilas de bandejas al mismo tiempo, lo que puede dar lugar a lesiones musculares y de la parte inferior de la espalda.

La integridad de las cestas es un aspecto importante, tanto del control de la calidad del producto, como de la seguridad de los trabajadores. Si se acumulan rotas con otras completas apiladas en la parte superior, el conjunto de la carga se vuelve inestable y puede volcarse con facilidad. Los paquetes de producto caen sobre el suelo y se ensucian o deterioran, lo que obliga a repetir tareas y a realizar una manipulación extraordinaria a los trabajadores. Asimismo, las pilas pueden caer sobre otros miembros del personal.

Cuando se solicita una combinación de producto específica, las cestas pueden retirarse de la pila a mano. Las bandejas se cargan en un transportador con una balanza que las pesa y las marca con etiquetas en las que figuran el peso y los códigos de seguimiento. Las bandejas se embalan manualmente en cajas de cartón o de otros materiales, en ocasiones forradas con cubiertas impermeables. A menudo, los trabajadores deben coger las bandejas. Como en el caso del proceso de empaquetado, los paquetes de producto más grandes y pesados pueden provocar estrés en las manos, los brazos y los hombros. Los trabajadores se mantienen de pie durante mucho tiempo en una única ubicación. Las esteras antifatiga pueden reducir la tensión en las piernas y la parte inferior de la espalda.

A medida que las cajas de cartón con los paquetes se depositan en las cintas transportadoras, los envoltorios pueden sellarse con calor mientras se inyecta CO_2 . Tales operaciones, unidas a una refrigeración continua, prolonga la vida útil de almacenamiento del producto. Asimismo, según avanzan las cajas, se añade una paleta de cápsulas de CO_2 (hielo seco) para prolongar la vida útil del producto en su camino hacia el consumidor en un camión refrigerado. No obstante, el CO_2 plantea riesgos inherentes en las áreas cerradas. Las cápsulas pueden dejarse caer desde una rampa o extraerse de un gran recipiente

parcialmente cubierto. Aunque el límite de exposición (TLV) correspondiente al CO_2 es relativamente alto y se dispone de controles continuos, los trabajadores también deben recibir formación sobre sus riesgos y síntomas y utilizar guantes y protectores oculares. Asimismo, deben colocarse en la zona signos de advertencia adecuados.

Las cajas con el producto dispuesto en bandejas suelen sellarse con material adhesivo termoimpregnado inyectado en el cartón. Pueden producirse quemaduras dolorosas por contacto si los ajustes, los sensores y las presiones no son adecuadas. Los trabajadores deben utilizar protectores oculares con dispositivos laterales de defensa. Antes de realizar ajustes o reparaciones, los equipos de aplicación y sellado deben estar completamente desactivados y carentes de presión.

Después del sellado de las cajas, éstas pueden ser levantadas manualmente del transportador o ser trasladadas por una embandejadora automática u otro equipo accionado por control remoto. Debido a la elevada tasa productiva, existe la posibilidad de que se produzcan lesiones de espalda. Es un trabajo que suele desempeñarse en un medio ambiente frío, que tiende a provocar lesiones por tensión.

Desde un punto de vista ergonómico, la recuperación de cajas de cartón y el apilado puede automatizarse con facilidad, pero los costes de inversión y de mantenimiento son elevados.

Deshuesado de muslos y pollo triturado

En la industria avícola moderna no se desperdicia ninguna parte del pollo. Sus muslos se empaquetan a granel, se almacenan congelados o cuasicongelados y se elaboran o deshuesan, con tijeras u otros instrumentos de mano accionados por aire comprimido. Al igual que en la operación de deshuesado de pechugas, los trabajadores dedicados a esta tarea deben eliminar el exceso de grasa y la piel con tijeras. Las temperaturas en el área de trabajo pueden oscilar entre los 4 y los $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. A pesar de que los recortadores pueden utilizar guantes forrados, el enfriamiento de las manos restringe la circulación sanguínea, aumentando así la acción de los agentes de estrés ergonómico.

Una vez refrigerada, la elaboración de la carne de los muslos puede continuar mediante el añadido de sazonadores y la trituration bajo una capa de CO_2 . Se comercializa como preparados de pollo o a granel.

Elaboración de platos preparados

Los cuellos, los cuartos traseros y el resto de los cuerpos resultantes del deshuesado de las pechugas no se desperdician y se depositan en grandes trituradores o mezcladores de paletas, transportados a través de mezcladores refrigerados y arrojados en recipientes de gran capacidad. El producto suele venderse o enviarse a otras fases de elaboración para obtener las denominadas "salchichas de pollo" o "salchichas de Francfort".

El desarrollo reciente de alimentos preparados, que requieren una escasa elaboración en el hogar, ha dado lugar a la generación de productos de gran valor añadido en la industria avícola. Ciertas piezas seleccionadas de carne procedentes del deshuesado de pechuga se sitúan en recipientes giratorios; a continuación, se mezclan combinaciones de sazonadores y especias al vacío durante un período de tiempo determinado. La carne gana no sólo en sabor, sino también en peso, lo que mejora el margen de beneficio. Después, las piezas se empaquetan en bandejas individuales, que se sellan al vacío y se embalan en pequeñas cajas para su transporte. El proceso no depende del tiempo, por lo que los trabajadores no están sometidos a las mismas velocidades de la cadena productiva como otros que intervienen en la fase de trinchado. El producto final debe ser manipulado, inspeccionado y empaquetado con cuidado para lograr una presentación adecuada en los establecimientos de venta.

Resumen

En todos los centros de producción avícola, la humedad de ciertos procesos y la grasa pueden dejar los suelos en condiciones muy peligrosas, con el consiguiente riesgo elevado de resbalones y caídas. Una limpieza adecuada de los pisos, un drenaje apropiado (situando barreras protectoras en todos los orificios del suelo), un calzado correcto (impermeable y antideslizante) suministrado a los trabajadores y unos suelos antideslizantes constituyen factores esenciales en la prevención de estos riesgos.

Además, los niveles de ruido elevados son habituales en los centros mencionados. Debe prestarse atención a las medidas técnicas adoptadas para reducirlos. Deben ofrecerse tapones para los oídos y repuestos y debe formularse un programa de conservación de la audición plena en el que se prevea la realización de exploraciones auditivas anuales.

La industria avícola constituye una combinación interesante de operaciones intensivas en la utilización de mano de obra y procesos de alta tecnología. El sudor y la angustia humanos aún caracterizan este sector. Las demandas de un aumento del rendimiento y de las velocidades de la cadena productiva eclipsan a menudo los esfuerzos dedicados a la formación y la protección adecuadas de los trabajadores. A medida que la tecnología mejora para contribuir a la eliminación de las lesiones o los trastornos debidos a la realización de movimientos repetitivos, es necesario que los equipos sean mantenidos y calibrados con cuidado por técnicos cualificados. En general, esta industria no atrae a técnicos altamente capacitados a causa de los mediocres niveles de remuneración, las condiciones de trabajo extremadamente estresantes y el carácter de la dirección, a menudo autoritaria, que suele resistirse a los cambios positivos que pueden realizarse con una programación proactiva de la salud y la seguridad.

● INDUSTRIA LÁCTEA

Marianne Smukowski y Norman Brusk

Los productos lácteos constituyen un elemento importante de la alimentación humana desde tiempos remotos, cuando los animales comenzaron a domesticarse. En un principio, el trabajo se realizaba en el hogar o en las explotaciones agrarias e, incluso en la actualidad, gran parte de la producción se genera en pequeñas empresas, aunque la existencia de grandes industrias es habitual en numerosos países. Las cooperativas han tenido una gran importancia en el desarrollo de esta industria y la mejora de sus productos.

En muchos países, se han adoptado normativas estrictas que regulan la elaboración de productos lácteos y en las que se establece, por ejemplo, la obligación de pasteurizar todos los líquidos. En la mayoría de las industrias lácteas, la leche se pasteuriza; en ocasiones, se esteriliza o se homogeneiza. La obtención de productos lácteos seguros y de alta calidad es el objetivo de los centros productivos actuales. Aunque los recientes avances tecnológicos permiten una mayor sofisticación y automatización, la seguridad sigue siendo motivo de preocupación.

La leche líquida o fluida es la materia prima básica de la industria láctea. Se recibe en camiones cisterna (o, en ocasiones, en bidones) y se descarga. Los depósitos son revisados para comprobar la existencia de residuos de fármacos y la temperatura. La leche se filtra y se almacena en depósitos o silos. Su temperatura debe ser inferior a 7 °C y no debe mantenerse durante plazos superiores a 72 horas. Tras su almacenamiento, la leche es desnatada, la nata sin tratar se almacena en el mismo centro de producción o en otra ubicación y la leche restante se

pasteuriza. La nata debe cumplir las mismas condiciones de temperatura y conservación referidas respecto a la leche. Antes o después de la pasteurización (calentamiento a 72 °C durante 15 segundos), pueden añadirse vitaminas. En el caso de que se agreguen, deben administrarse las concentraciones adecuadas. Tras la pasteurización, la leche se traslada a un depósito de almacenamiento. A continuación, se envasa, se refrigera y comienza su distribución.

En la producción de queso *cheddar*, la leche bruta recibida se filtra, se almacena y la nata se separa como se ha descrito. Antes de la pasteurización, los ingredientes secos y no lácteos se mezclan con la leche. El producto combinado se pasteuriza a una temperatura superior a 72 °C durante más de 15 segundos. Una vez superado este proceso, se añade el medio iniciador (previamente pasteurizado). La mezcla de queso y leche se introduce en una cuba preparada al efecto. En este momento, pueden agregarse los colorantes, la sal (ClNa), el cuajo y el cloruro cálcico (CaCl₂). Posteriormente, el queso pasa a la mesa de desecado. Puede volver a añadirse sal en esta fase. Se elimina el suero y se deposita en un recipiente de almacenamiento. Antes del llenado puede utilizarse un detector de metales para comprobar la presencia de fragmentos metálicos en el queso. Después del llenado, el queso se prensa, se empaqueta, se almacena y se introduce en la cadena de distribución.

En cuanto a la producción de mantequilla, la nata sin tratar obtenida al desnatar la leche se almacena en el propio centro de elaboración o es recibida en camiones o bidones. La nata se pasteuriza a temperaturas superiores a 85 °C durante más de 25 segundos y se mantiene en depósitos de almacenamiento. La nata es precalentada y bombeada a la mantequera. Durante el batido de la leche, puede añadirse agua, colorantes, sal y el destilado iniciador. Tras esta operación, el suero producido se acumula en depósitos. La mantequilla se bombea a un silo y se empaqueta posteriormente. Puede utilizarse un detector de metales antes o después del empaquetado para comprobar la presencia de fragmentos metálicos en el producto. Una vez empaquetada, la mantequilla se dispone en paletas, se almacena y se introduce en la cadena de distribución.

En la producción de leche en polvo, la leche sin tratar se recibe, filtra y almacena como ya se ha descrito. Tras su almacenamiento, se precalienta y desnata. La nata en bruto se conserva en el centro de producción o se envía a otro lugar. La leche restante se pasteuriza. La temperatura de la nata y la leche desnatada sin tratar debe ser inferior a 7 °C y mantenerse durante un periodo no superior a 72 horas. La leche desnatada en bruto se pasteuriza a una temperatura superior a 72 °C durante 15 segundos, se evapora mediante secado entre cilindros calentados o deshidratación por aspersión y se almacena en depósitos. Después de su almacenamiento, el producto se introduce en un sistema de secado. Una vez concluida esta operación, se procede a su refrigeración. El aire utilizado, tanto caliente como frío, debe filtrarse. Tras el enfriamiento, el producto se traslada a un depósito de almacenamiento a granel, se tamiza y se envasa. Puede utilizarse un imán antes del envasado para detectar la presencia de fragmentos de metales ferrosos mayores de 0,5 mm en la leche en polvo. Asimismo, puede aplicarse un detector de metales antes o después del envasado. Una vez concluida esta operación, la leche en polvo se almacena y se distribuye.

Buenas prácticas de fabricación

Las buenas prácticas de fabricación (BPF) son directrices concebidas para facilitar el funcionamiento ordinario de los centros de producción láctea y garantizar la fabricación en condiciones de seguridad. Entre las áreas abordadas figuran las instalaciones, la recepción y el almacenamiento, el rendimiento y el

mantenimiento de los equipos, los programas de formación del personal, la higiene y los programas de retirada de los productos.

La contaminación microbiológica, física y química de los productos lácteos constituye una gran preocupación en el sector. Son riesgos de carácter microbiológico los planteados por el *brucella*, el *clostridium botulinum*, el *listeria monocytogenes*, la hepatitis A y E, la salmonella, el *escherichia coli* 0157:H7, el *bacillus cereus*, el *staphylococcus aureus* y diversos parásitos. Entre los riesgos químicos se cuentan las toxinas naturales, los metales, los residuos de fármacos, los aditivos alimentarios y los productos químicos inadvertidos. Como consecuencia, las industrias lácteas llevan a cabo numerosas pruebas farmacológicas, microbiológicas y de otros tipos para garantizar la pureza de sus productos. La limpieza por vapor y química de los equipos es necesaria para mantener las condiciones de higiene.

Riesgos y su prevención

Los riesgos para la seguridad consisten en los resbalones y las caídas causados por las superficies húmedas o jabonosas de suelos y escaleras; las exposiciones a máquinas desprotegidas como las que tengan puntos de mordedura, los transportadores, los dispositivos de empaquetado, los mecanismos de relleno, los cortadores, etc.; y las exposiciones a descargas eléctricas, sobre todo en áreas húmedas.

Los pasillos deben mantenerse despejados. Los materiales derramados deben limpiarse de inmediato. Los suelos deben cubrirse de material antideslizante. La maquinaria debe protegerse de manera adecuada y ponerse a tierra, y deben instalarse interruptores de circuito de tierra accidental en las áreas húmedas. Es necesario establecer los procedimientos de bloqueo y advertencia pertinentes para garantizar que la posibilidad de un arranque imprevisto de las máquinas y los equipos no provoque lesiones al personal de las fábricas.

Las quemaduras térmicas pueden producirse por el contacto con conductos de vapor y la limpieza con este elemento, así como por fugas o roturas de los conductos de equipos hidráulicos de alta presión. Las "quemaduras" criogénicas pueden sufrirse por la exposición a un refrigerante compuesto por amoníaco líquido. Un mantenimiento correcto, la formulación de procedimientos de actuación en caso de vertidos y fugas y la formación pueden reducir al mínimo el riesgo de quemaduras.

Incendios y explosiones. Las fugas en los sistemas de conducción de amoníaco (el límite explosivo inferior del amoníaco es del 16 %, y el superior, del 25 %), la leche en polvo y otros materiales inflamables y combustibles, las operaciones de soldeo y los escapes de los equipos hidráulicos de alta presión pueden dar lugar a incendios y explosiones. Es necesario instalar un detector de fugas de amoníaco en las áreas en que existen sistemas de refrigeración basados en esta sustancia. Los materiales inflamables y combustibles deben almacenarse en recipientes de metal cerrados. La pulverización de leche en polvo debe satisfacer los requisitos pertinentes en materia de prevención de explosiones. Las operaciones de soldadura sólo serán llevadas a cabo por personal autorizado. Las botellas de gas comprimido deben examinarse regularmente. Deben tomarse precauciones para evitar la mezcla de oxígeno con gases inflamables. Las botellas se mantendrán alejadas de las fuentes de calor.

La congelación y el estrés por frío pueden deberse a la exposición acaecida en congeladores y cámaras frigoríficas. Las precauciones recomendadas en este caso consisten en la utilización de ropas protectoras adecuadas, la rotación de puestos con áreas de mayor temperatura, la instalación de comedores acondicionados y la disposición de bebidas calientes.

Las exposiciones a *niveles de ruido elevados* pueden producirse en las operaciones de elaboración, empaquetado, trituración y moldeo por soplado de moldes de plástico. Entre las

precauciones oportunas figuran el aislamiento de los equipos ruidosos, el mantenimiento apropiado, la utilización de protectores auditivos y la formulación de un programa de conservación de la audición.

Cuando se accede a *espacios restringidos*, como al entrar en pozos de desagüe o al limpiar depósitos, debe garantizarse la ventilación. El área debe quedar despejada de equipos, productos, gases y personal. Las ruedas de paletas, mezcladores y otros equipos deben bloquearse.

Levantar materias primas, arrastrar cajas de producto y empaquetar son actividades asociadas a problemas ergonómicos. Entre las soluciones figura la mecanización y la automatización de las operaciones manuales.

En la industria láctea puede producirse una amplia gama de *exposiciones a sustancias químicas*, como el contacto con:

- vapores de amoníaco debidos a fugas en los sistemas de refrigeración;
- productos químicos corrosivos (p. ej., el ácido fosfórico, utilizado en la fabricación de requesón, los compuestos de limpieza, los ácidos de bacterias, etc.);
- el gas cloro generado por la combinación involuntaria de productos higiénicos clorados con ácidos;
- el peróxido de hidrógeno generado en las operaciones de empaquetado realizadas a temperaturas muy altas;
- el ozono (y la radiación ultravioleta) derivados de la luz ultravioleta utilizada en las actividades de higienización;
- el monóxido de carbono producido por la acción de sustancias cáusticas que reaccionan con el azúcar lácteo en las operaciones de limpieza in situ en los vaporizadores de leche;
- el monóxido de carbono generado por los carros elevadores que funcionan con propano o gasolina, los calentadores a gas y los dispositivos a gas de sellado por calor,
- el cromo, el níquel y otros humos y gases de soldeo.

Los trabajadores deben recibir formación y conocer las prácticas de manipulación de productos químicos peligrosos, que han de etiquetarse convenientemente. Deben establecerse procedimientos operativos normalizados, que serán observados en la limpieza de vertidos. En caso necesario, se dispondrá de sistemas de extracción localizada. Se suministrarán ropas protectoras, gafas de seguridad, máscaras faciales, guantes, etc. y se velará por su mantenimiento. Cuando se trabaje con materiales corrosivos, podrá accederse a instalaciones para el lavado de ojos y duchas rápidas.

Riesgos biológicos. Los trabajadores pueden estar en contacto con diversas bacterias y otros factores de riesgo microbiológico asociados a la leche fresca y los quesos no tratados. Entre las precauciones que deben adoptarse figuran la utilización de guantes adecuados, una buena higiene personal y la disposición de instalaciones sanitarias apropiadas.

PRODUCCION DE CACAO E INDUSTRIA DEL CHOCOLATE

Anaide Vilasboas de Andrade

El cacao es un producto originario de la región amazónica de América del Sur y, durante los primeros años del siglo XX, la parte meridional de Bahía ofrecía las condiciones perfectas para su crecimiento. Con Ilheus e Itabuna como núcleos principales, esta región, compuesta por 92 municipios, concentra el 87 % de la producción nacional de cacao en Brasil, en la actualidad, el segundo mayor productor mundial de semillas de cacao. Se

obtiene también en otros 50 países, de los que Nigeria y Ghana son los mayores productores.

La gran mayoría de esta producción se exporta a países como Japón, Federación Rusa, Suiza y Estados Unidos; la mitad se vende en forma de productos elaborados (chocolate, grasa vegetal, licor de chocolate, cacao en polvo y manteca) y el resto se exporta como semillas de cacao.

Visión general del proceso

El método industrial de elaboración del cacao comprende varias fases. Comienza con el almacenamiento de la materia prima en los locales adecuados, donde es fumigada para evitar la proliferación de roedores e insectos. A continuación, se inicia el proceso de limpieza de los granos, con el fin de eliminar los objetos extraños y los residuos. Después, las semillas se secan para extraer el exceso de humedad hasta que se alcanza un nivel ideal. La fase siguiente consiste en la trituration de los granos encaminada a separar la cáscara del núcleo y, posteriormente, se procede al tostado, que consiste en el calentamiento de la parte interior del grano.

El producto resultante, que adopta la forma de pequeñas partículas, se somete al proceso de molienda, para convertirse en una pasta líquida que, a su vez, filtrada y solidificada en cámaras de refrigeración y vendida como pasta.

La mayoría de las empresas que realizan la molienda suelen separar el licor a través de un proceso de prensado, hasta que extraen la grasa y la convierten en dos productos finales: manteca de cacao y torta de cacao. La torta se empaqueta en piezas sólidas, mientras que la manteca se filtra, desodoriza, se enfría en cámaras de refrigeración y, por último, se envasa.

Riesgos y su prevención

Aunque la elaboración del cacao suele automatizarse de modo que requiere un escaso contacto manual y se mantiene un nivel de higiene elevado, la gran mayoría de los trabajadores de esta industria están expuestos de todos modos a diversos riesgos profesionales.

El ruido y la vibración excesiva son problemas observados en toda la cadena de producción, puesto que, con el fin de evitar un acceso sencillo al producto de roedores e insectos, los almacenes cerrados se construyen con la maquinaria suspendida sobre plataformas metálicas. Tales equipos deben someterse a rutinas de mantenimiento y ajuste apropiadas. Deben instalarse dispositivos antivibratorios. Es necesario aislar la maquinaria ruidosa o utilizar barreras para la atenuación del sonido.

En el proceso de fumigación, se utilizan pastillas de fosfato de aluminio; si éstas entran en contacto con aire húmedo, se libera fosfamina. Se recomienda que los granos permanezcan cubiertos de 48 a 72 horas durante y después de las sesiones de fumigación. Deben tomarse muestras del aire antes de volver a acceder al lugar de depósito.

El funcionamiento de las trituradoras, las prensas hidráulicas y los equipos de secado genera un nivel elevado de calor y ruido, y la intensidad del primero aumenta en función del tipo de construcción de los edificios. No obstante, pueden adoptarse numerosas medidas de seguridad: utilización de barreras, aislamiento de las operaciones, aplicación de programas de horas de trabajo y descansos, disponibilidad de bebidas, utilización de ropas adecuadas y aclimatación apropiada de los trabajadores. En las áreas reservadas a los productos terminados, donde la temperatura media alcanza los 10 °C, los miembros del personal deben emplear una vestimenta adecuada y someterse a períodos de trabajo de 20 a 40 minutos. El proceso de aclimatación también es importante. Es necesario establecer períodos de descanso en áreas acondicionadas.

En las tareas de recepción del producto, en las que se almacena las materias primas y la totalidad de productos terminados son envasados, la maquinaria y los procedimientos inadecuados desde un punto de vista ergonómico son habituales. Los equipos mecanizados deben sustituir a la manipulación manual siempre que sea posible, ya que el movimiento y transporte de cargas puede causar lesiones, los artículos pesados pueden golpear a los trabajadores y pueden producirse accidentes debido a la utilización de maquinaria desprovista de los protectores pertinentes.

Los procedimientos y los equipos deben evaluarse desde una perspectiva ergonómica. Las caídas debidas al estado resbaladizo de los suelos también constituyen un motivo de preocupación. Además, hay otras actividades, como la trituration de los granos y la molienda y la producción de polvo de cacao, en las que se genera un nivel elevado de polvo orgánico. Deben instalarse sistemas adecuados de ventilación por dilución o de extracción localizada y los procesos y las operaciones deben aislarse según convenga.

Se recomienda encarecidamente la formulación de un programa riguroso de prevención de riesgos ambientales, combinada con la aplicación de un sistema regular de prevención de incendios y seguridad, una protección adecuada de la maquinaria y el establecimiento de las normas de higiene apropiadas. Las señales y los folletos informativos que se determinen deben colocarse en lugares bien visibles y deben distribuirse a cada trabajador los equipos y los dispositivos de protección personal pertinentes. En cuanto al mantenimiento de la maquinaria, debe establecerse un programa de procedimientos de bloqueo y carteles de advertencia para evitar lesiones.

CEREALES, ELABORACION DE CEREALES Y PRODUCTOS DE CONSUMO BASADOS EN CEREALES

*Tomas E. Hawkinson, James J. Collins
y Gary W. Olmstead*

Los cereales pasan por numerosas fases y procesos en su elaboración para el consumo humano. Las etapas principales son: la recogida, la consolidación y el almacenamiento en silos, la obtención de un producto intermedio como la fécula o la harina y la conversión en productos terminados como el pan, los copos o los aperitivos.

Recogida, consolidación y almacenamiento de cereales

Los cereales se cultivan en explotaciones agrarias y se trasladan a silos con elevador. Son transportados en camión, por ferrocarril, en barcasas o buques en función de la ubicación de la explotación y del tamaño y el tipo de almacén. Los silos con elevador se utilizan para recoger, clasificar y almacenar productos agrarios. Los cereales se separan de acuerdo con su calidad, su contenido en proteínas, su humedad y otros factores. Los silos con elevador contienen depósitos, tanques y otros receptáculos con cintas transportadoras continuas verticales y horizontales. Ambas constan de cubetas; las primeras, para transportar el cereal hasta las bandejas de pesado y, las segundas, para la distribución del cereal en los depósitos. Estos disponen de salidas de descarga en su parte inferior para depositar el cereal en la cinta horizontal que lo traslada a la cinta vertical para su pesado y su transporte o devolución al almacén. Los silos con elevador pueden tener una capacidad que oscila entre miles de fanegas en el caso de los almacenes locales y

millones de fanegas en el de los silos terminales. A medida que estos productos avanzan en su elaboración, pueden ser manipulados en numerosas ocasiones a través de silos con elevador de tamaño y capacidad cada vez mayor. Cuando están preparados para su transporte a otros silo o instalación productiva, se cargan en un camión, un vagón, una barcaza o un buque.

Molienda

La molienda consta de una serie de operaciones que consisten en la trituración de los cereales para obtener fécula o harina, normalmente del trigo, la avena, el maíz, el centeno, la cebada y el arroz. El producto en bruto se muele y se criba hasta que se alcanza el tamaño deseado. Habitualmente, la molienda comprende las fases siguientes: entrega del cereal en bruto en el silo de la fábrica, limpieza y preparación del cereal, molienda del cereal y clasificación por tamaño y parte, empaquetado de la harina, la fécula y los subproductos obtenidos para su distribución comercial o su transporte a granel destinado a la utilización en diversas aplicaciones industriales.

Fabricación de productos para el consumo basados en cereales

La producción de pan, copos de cereal y otros productos de panadería comprende las fases siguientes: combinación de los ingredientes primordiales, producción y tratamiento de la masa, formación del producto, horneado o tostado, refrigeración o congelación, empaquetado, introducción en cajas, paletización y transporte final.

Las materias primas suelen almacenarse en depósitos y tanques. Algunas se manejan en grandes sacos u otro tipo de contenedores. Los materiales se transportan a las áreas de elaboración utilizando transportadores mecánicos, bombas o métodos de manipulación manual.

La elaboración de la masa es la fase en la que los ingredientes en bruto, incluida la harina, el azúcar, las grasas y los aceites y otros elementos de menor importancia, como los sazoadores, las especias y las vitaminas, se combinan en un recipiente de cocción. A estos ingredientes pueden añadirse otros como puré o pulpa de frutas. Los frutos secos suelen pelarse y cortarse al tamaño apropiado. Se utilizan hornos de cocción (de proceso continuo o por lotes). La elaboración de la masa para avanzar a fases de producción intermedias puede exigir la utilización de extrusores, moldes, granuladoras y sistemas de conformación. Otras operaciones posteriores pueden requerir la aplicación de sistemas de laminación, moldes, calentadores, secadoras y sistemas de fermentación.

En los sistemas de empaquetado se coloca el producto terminado en envueltas individuales de papel o de plástico, se depositan los artículos individuales en cajas y se apilan éstas en paletas preparadas para su envío. El apilado manual de paletas o manipulación del producto se utiliza junto con carretillas de horquilla elevadora.

Cuestiones relativas a la seguridad mecánica

Los riesgos relacionados con los equipos incluyen los puntos de funcionamiento capaces de desgastar, cortar, magullar, aplastar, fracturar y amputar. Los trabajadores pueden protegerse mediante la instalación de dispositivos de defensa o el aislamiento de los riesgos, desactivando las fuentes de energía antes de realizar tareas de mantenimiento o ajuste en los equipos e impartiendo formación a los trabajadores acerca de los procedimientos correctos que deben seguirse al trabajar con la maquinaria.

Las máquinas utilizadas para elaborar y transportar los productos pueden resultar especialmente peligrosas. El sistema

neumático y sus válvulas rotatorias pueden provocar graves amputaciones de dedos y manos. Los equipos deben bloquearse durante las operaciones de mantenimiento y limpieza. Todas las máquinas deben dotarse de los dispositivos de protección adecuados y los trabajadores deben ser instruidos acerca de los procedimientos operativos pertinentes.

Los sistemas de elaboración constan de componentes mecánicos en movimiento bajo un control automático que pueden producir lesiones importantes, sobre todo en dedos y manos. Los hornos de cocción generan calor y ruido y suelen basarse en el calentamiento por vapor a presión. Los troqueles de extrusión pueden estar formados por componentes móviles peligrosos, incluidos cuchillos en movimiento a gran velocidad. Las máquinas mezcladoras pueden provocar lesiones graves y son especialmente peligrosas al efectuar la limpieza entre distintos lotes. Los procedimientos de bloqueo y carteles de advertencia reducen al mínimo el riesgo de los trabajadores. Las cuchillas rotatorias e hidráulicas pueden causar laceraciones importantes y son particularmente peligrosas en los procedimientos de modificación y ajuste. Otras actividades de elaboración pueden requerir la aplicación de sistemas de laminación, moldes, calentadores, secadoras y sistemas de fermentación, que plantean otros riesgos para las extremidades en forma de lesiones por aplastamiento y quemaduras. La manipulación y la apertura de sacos puede dar lugar a cortes y magulladuras.

Los sistemas de empaquetado constan de piezas móviles automatizadas capaces de provocar lesiones por aplastamiento y desgarramiento. Los procedimientos de mantenimiento y ajuste son extremadamente peligrosos. El apilado manual de las paletas o la manipulación de productos puede causar lesiones por esfuerzo repetitivo. Las carretillas de horquilla elevadora y los transportadores manuales de paletas también son peligrosos y las cargas apiladas o aseguradas deficientemente pueden caer sobre el personal circundante.

Incendio y explosión

Los incendios y las explosiones pueden destruir las instalaciones de manipulación de cereales y herir o acabar con la vida de trabajadores y de otras personas presentes en los centros productivos o en zonas cercanas en el momento de la explosión. Para que ésta se produzca, se requiere oxígeno (aire), combustible (polvo de cereales), una fuente de ignición de la energía y la duración suficiente (chispa, llama o superficie caliente) y un espacio limitado (para que aumente la presión). Habitualmente, cuando se produce una explosión en un centro de producción cerealista, ésta no es única, sino múltiple. La inicial, que puede ser pequeña y localizada, puede dejar polvo en suspensión en el aire en toda la instalación, en concentraciones suficientes para sostener explosiones secundarias de gran magnitud. El límite inferior de explosión en el caso del polvo de cereal es de unos 20.000 mg/m³.

La prevención de los riesgos de incendio y explosión puede asegurarse mediante el diseño de fábricas en las que se reduzcan al mínimo los espacios cerrados (salvo por lo que respecta a depósitos, tanques y silos), el control de las emisiones de polvo a la atmósfera y las acumulaciones sobre suelos y superficies de los equipos (aislamiento de corrientes de producto, extracción localizada, mantenimiento y utilización de aditivos como el agua o el aceite mineral para la alimentación), y el control de la explosión (sistemas de extinción de incendios y explosiones, ventilación de explosiones). Debe existir salidas de incendio u otros medios de huida adecuados. Los equipos de lucha contra incendios deben ubicarse de manera estratégica, y los trabajadores deben recibir formación sobre la actuación en caso de emergencia, aunque sólo debe intentarse la extinción de incendios muy limitados, debido a la posibilidad de explosión.

Riesgos para la salud

Puede generarse polvo cuando el cereal se traslada o se remueve. Aunque en la mayoría de los casos, este polvo es un mero factor de irritación del tracto respiratorio, los polvos derivados de cereales no elaborados pueden contener mohos y otros contaminantes capaces de provocar fiebre y reacciones asmáticas alérgicas en personas sensibles. Los trabajadores tienden a evitar el desarrollo de su trabajo en áreas de generación de polvo durante períodos prolongados. Habitualmente, se utiliza protección respiratoria en los casos necesarios. Las mayores exposiciones al polvo se producen en las operaciones de carga y descarga y en las de limpieza general. En algunos estudios se han indicado la existencia de cambios en la función respiratoria relacionados con este tipo de exposición. El TLV estipulado por la actual Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) respecto a la exposición en el trabajo al polvo de cereales es de 4 mg/m³ en el caso de la avena, el trigo y la cebada, y de 10 mg/m³ en otros casos (partículas, no clasificadas de otro modo).

Suelen utilizarse protectores respiratorios para reducir al mínimo la exposición. Los protectores de este tipo aprobados pueden ser muy eficaces si se emplean correctamente. Los trabajadores deben recibir formación sobre su uso correcto, su mantenimiento y sus limitaciones. La conservación de las instalaciones es esencial.

Los plaguicidas se utilizan en las industrias cerealistas para controlar la acción de insectos, roedores, pájaros, moho, etc. Algunos de los más comunes son la fosfamina, los organofosfatos, las piretrinas. Los efectos para la salud de estas sustancias pueden consistir en dermatitis, mareos, náuseas y problemas a largo plazo de hígado, riñón y de las funciones del sistema nervioso; sólo se producen si la exposición de los trabajadores es excesiva.

En la mayoría de los centros de producción cerealista se aplican plaguicidas en los períodos de inactividad, cuando la presencia de trabajadores en las instalaciones es mínima. El personal que lo lleve a cabo debe formar parte del equipo encargado de la aplicación de estas sustancias y recibir una formación especial. Deben observarse las normas de reentrada para prevenir la sobreexposición. En muchos lugares se calienta la estructura en su conjunto a temperaturas en torno a los 60 °C durante 24 a 48 horas, en lugar de utilizar plaguicidas químicos. Asimismo, los trabajadores pueden verse expuestos a los plaguicidas presentes en el cereal elaborado transportado a la terminal de carga y descarga en camiones o vagones.

El ruido es un problema común en la mayoría de estos centros de fabricación. Los niveles predominantes oscilan entre los 83 y los 95 dBA, pero pueden exceder los 100 dBA en ciertas áreas. La posibilidad de recurrir a la absorción acústica es limitada, debido a la necesidad de limpiar los equipos utilizados en estas instalaciones. La mayoría de los suelos están fabricados en cemento, loseta y acero inoxidable para facilitar las tareas de limpieza y evitar que el centro productivo se convierta en un refugio de insectos. Muchos trabajadores se desplazan de un área a otra y pasan poco tiempo desarrollando su actividad en las zonas más ruidosas. De este modo se reduce la exposición personal de manera considerable, si bien deben utilizarse protectores auditivos para lograr que el ruido percibido se sitúe en niveles aceptables.

El trabajo en un espacio cerrado como un depósito, un tanque o un silo puede plantear riesgos físicos y de salud a los trabajadores. La mayor preocupación se refiere a la deficiencia de oxígeno. Los recipientes de este tipo, cerrados herméticamente, pueden registrar carencias de oxígeno debido a la presencia de gases inertes (nitrógeno y dióxido de carbono para evitar la propagación de plagas) y a la acción biológica

(proliferación de insectos y de moho). Antes de acceder a un depósito de este tipo u otros espacios cerrados, deben comprobarse las condiciones atmosféricas en el interior para determinar la existencia de oxígeno en una cantidad suficiente. Si la proporción de éste es inferior a 19,5 %, debe procederse a la ventilación. Asimismo, debe examinarse la aplicación reciente de plaguicidas u otros materiales tóxicos que puedan estar presentes. Los riesgos físicos en este tipo de espacios consisten en el hundimiento en el cereal y en la posibilidad de quedar atrapado debido a la configuración del lugar (paredes inclinadas hacia dentro y equipos instalados en el interior). No debe permitirse la presencia de trabajadores en silos, depósitos o tanques de cereal durante las operaciones de extracción del mismo. Pueden evitarse lesiones y muertes mediante la desactivación y el bloqueo de todos los equipos asociados al espacio limitado, garantizando que los miembros del personal utilizan arneses con cuerda salvavidas mientras permanezcan en el interior de estos recintos y manteniendo el suministro de aire respirable. Antes de la entrada, debe comprobarse la atmósfera para determinar la presencia de gases combustibles, vapores y agentes tóxicos, así como la suficiencia del oxígeno existente. Los trabajadores no deben acceder a estos depósitos y situarse debajo de una acumulación de cereal en forma de puente o en lugares donde el cereal amontonado a ambos lados pueda caer y cubrirlos totalmente.

Exploración médica

Los aspirantes a trabajar en este sector deben someterse a una exploración médica centrada en la detección de alergias preexistentes y en la comprobación de las funciones del hígado, los riñones y los pulmones. Pueden exigirse exploraciones especiales a los encargados de la aplicación de plaguicidas y a los trabajadores que utilizan protectores respiratorios. Es necesario llevar a cabo evaluaciones de la capacidad auditiva para valorar posibles pérdidas de la misma. En los seguimientos periódicos se tratará de establecer las modificaciones producidas.

PANADERIAS

R.F. Villard*

La fabricación de alimentos a partir de féculas y azúcares se realiza en las panaderías y en los centros de producción de galletas, pasteles y tartas. Los riesgos para la salud y la seguridad que plantean las materias primas, las instalaciones, los equipos y los procesos de fabricación en estos centros son similares. El artículo se centra en las pequeñas panaderías y se abordan las cuestiones relacionadas con la elaboración de pan y otros productos afines.

Producción

La fabricación de pan consta de tres fases principales: mezcla y moldeo, fermentación y cocción. Tales procesos se llevan a cabo en áreas de trabajo diferentes, como son el almacén de materias primas, la sala de mezcla y moldeo, las cámaras refrigeradas y fermentación, el horno, la sala de refrigeración y la zona de envolver y empaquetado. Las instalaciones para la venta suelen encontrarse anexas a los lugares de fabricación.

Para elaborar la masa, se combinan harina, agua, sal y levadura. La mezcla a mano ha sido sustituida en buena medida por la utilización de mezcladoras mecánicas. Las batidoras se utilizan en la fabricación de otros productos. La masa se deja

* Adaptado de la 3ª edición de la *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*.

Figura 67.8 • Producción de pan para una cadena de supermercados en Suiza.



fermentar en una atmósfera cálida y húmeda y, posteriormente, se divide, pesa, moldea y cuece (véase la Figura 67.8).

Los hornos de producción a pequeña escala son del tipo de hogar fijo, con transferencia de calor directa o indirecta. En el primer caso, el revestimiento refractario se calienta de modo intermitente o continuo antes de cada carga. Los gases generados pasan a la chimenea a través de orificios ajustables situados en la parte posterior de la cámara. En el tipo indirecto, la cámara se calienta con el vapor que pasa por los conductos situados en la pared de la misma o mediante la circulación de aire caliente forzada. El horno puede ser alimentado con madera, carbón, petróleo, gas ciudad, gas de petróleo licuado o electricidad. En las áreas rurales, aún se encuentran hornos con hogares calentados directamente por hogueras de leña. El pan se introduce en el horno con la ayuda de palas o bandejas. El interior puede iluminarse de forma que pueda observarse el pan en plena cocción a través de las ventanas de la cámara. Durante la cocción, el aire de la cámara se carga con el vapor de agua generado por el producto y/o introducido en forma de vaho. El exceso de este vapor suele perderse por la chimenea, aunque también puede dejarse abierta la puerta del horno.

Riesgos y su prevención

Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo en las panaderías artesanales pueden presentar las características siguientes: trabajo nocturno que comienza a las 2 o las 3 de la madrugada, sobre todo en los países mediterráneos, donde la masa se prepara por la noche; instalaciones plagadas de parásitos como cucarachas, ratones y ratas, que pueden ser portadores de microorganismos patógenos (deben utilizarse materiales de construcción apropiados para garantizar que las instalaciones se mantienen en un estado de higiene adecuado); reparto del pan a domicilio, que no siempre se efectúa en las condiciones de higiene oportunas y que puede obligar a soportar un carga de trabajo excesiva; remuneración escasa complementada con la oferta de alojamiento y manutención.

Instalaciones

Las instalaciones suelen ser anticuadas, se encuentran en mal estado y plantean problemas de salud y seguridad considerables. La situación es especialmente grave en los locales alquilados, cuando ni el arrendatario ni el arrendador pueden permitirse el coste de la renovación. Las superficies del suelo pueden estar

resbaladizas cuando están húmedas, aunque son razonablemente seguras en estado seco. Deben emplearse superficies antideslizantes siempre que sea posible. La higiene general se resiente debido a las deficiencias de los servicios sanitarios, el aumento de los riesgos de intoxicación, explosión e incendio y la dificultad de modernizar los equipos pesados de las fábricas de pan debido a las condiciones de arrendamiento. Las instalaciones de tamaño reducido no pueden dividirse adecuadamente; en consecuencia, los pasillos y las vías de paso se bloquean o se cubren de desechos, la disposición espacial de los equipos es inadecuada, la manipulación resulta difícil y el peligro de resbalones y caídas, choques con la maquinaria, quemaduras y lesiones debidas al agotamiento aumenta. Cuando las instalaciones se sitúan en dos o más pisos, existe el peligro de caída desde altura. Las ubicadas en sótanos suelen carecer de salidas de emergencia, tienen escaleras de acceso estrechas, en espiral o demasiado empinadas y están equipadas con una iluminación artificial deficiente. Su ventilación suele ser inadecuada y, en consecuencia, los niveles de temperatura y humedad son excesivos; la utilización de simples ventiladores de techo a la altura de la calle contribuye a la contaminación de la atmósfera de la panadería por el polvo del exterior y los gases de escape de los vehículos.

Accidentes

La utilización generalizada de cuchillos y agujas en las panaderías artesanales conlleva un riesgo de cortes y heridas por punción y de posterior infección; los objetos pesados y romos como pesas y bandejas pueden causar lesiones por aplastamiento si caen sobre los pies de los trabajadores.

Los hornos generan varios riesgos. Dependiendo del combustible utilizado, se corre el peligro de incendio y explosión. El retorno de la llama, el vapor, las cenizas, los productos horneados o los equipos no aislados pueden provocar quemaduras y escaldaduras. Los equipos de lucha contra incendios mal ajustados o que carecen de la potencia suficiente, así como las chimeneas defectuosas, pueden dar lugar a la acumulación de vapores o gases de combustible no consumido, o de productos de la combustión, como el monóxido de carbono, que pueden causar intoxicación o asfixia. Los equipos y las instalaciones eléctricas deficientes, sobre todo portátiles, pueden generar descargas eléctricas. El serrado y el corte de madera para los hornos alimentados por leña puede provocar cortes y abrasiones.

La harina se entrega en sacos con un peso de hasta 100 kg y, con frecuencia, éstos deben ser izados y transportados por trabajadores a lo largo de pasillos tortuosos (escaleras y cuevas empinadas) a las salas de almacenamiento. Existe el peligro de caída durante el transporte de cargas pesadas y estas arduas operaciones de manipulación pueden provocar dolores de espalda y lesiones de los discos intervertebrales. Los riesgos pueden evitarse mediante: la disposición de vías de acceso a las instalaciones adecuadas; la estipulación de un peso máximo de los sacos de harina, la utilización de equipos de manipulación mecánica de un tipo apropiado para su empleo en pequeñas empresas y a un precio asequible para la mayoría de los trabajadores artesanos; y la generalización en el uso del transporte de harina a granel que, sin embargo, sólo es conveniente cuando la facturación del productor es de una magnitud suficiente.

El polvo de harina constituye otro factor de riesgo de incendio y explosión, y deben tomarse las precauciones pertinentes al respecto, incluida la dotación de sistemas supresores de explosiones e incendios.

En las panaderías mecanizadas, la masa en un estado activo de fermentación puede emitir cantidades peligrosas de dióxido de carbono; por tanto, debe garantizarse una ventilación exhaustiva en espacios restringidos siempre que exista la

probabilidad de acumulación de gas (canales de evacuación de la masa, etc.) Los trabajadores deben recibir formación sobre los procedimientos convenientes en espacios limitados.

En la fabricación de pan se utiliza una amplia gama de máquinas, sobre todo en las panaderías industriales. La mecanización puede tener como consecuencia el acaecimiento de accidentes graves. La moderna maquinaria de panadería suele venir equipada con dispositivos de protección incorporados cuya correcta operación depende a menudo del funcionamiento de interruptores eléctricos de seguridad y de bloqueos positivos. Los dispositivos y conductos de alimentación presentan riesgos especiales que pueden eliminarse mediante la ampliación de la longitud de las aperturas de alimentación por encima de la longitud del brazo, con el fin de evitar que el trabajador pueda alcanzar los componentes móviles; en ocasiones, se utilizan puertas dobles de bisagra o aletas giratorias como dispositivos de alimentación para el mismo fin. Los salientes de las amasadoras pueden protegerse mediante mecanismos de defensa fijos o automáticos. Pueden utilizarse diversos protectores (cubiertas, enrejados, etc.) en las mezcladoras de la masa para prevenir el acceso a la zona, permitiendo simultáneamente la introducción de material adicional y la limpieza de la cubeta. Cada vez se utilizan más máquinas diseñadas para cortar el pan en rebanadas y envolver los productos, que constan de hojas de sierra alternativa o cuchillas rotatorias. Todos los componentes móviles deben aislarse completamente y debe disponerse de cubiertas de bloqueo cuando sea necesario el acceso. Debe formularse un programa de procedimientos de bloqueo y de carteles de advertencia respecto al mantenimiento y la reparación de la maquinaria.

Riesgos para la salud

Los trabajadores de las panaderías suelen utilizar ropas ligeras y sudar con profusión; se ven expuestos a corriente y a variaciones acusadas de la temperatura ambiente al pasar, por ejemplo, de la tarea de carga del horno al trabajo de refrigeración. El polvo de harina en suspensión en el aire puede causar rinitis, dolencias de garganta, asma bronquial ("asma del panadero") y enfermedades oculares, mientras que el polvo de azúcar puede provocar caries dental. El polvo de vegetales en suspensión en el aire debe controlarse mediante una ventilación adecuada. La dermatitis alérgica puede darse en personas con una predisposición especial. Los riesgos para la salud mencionados y la elevada incidencia de tuberculosis pulmonar entre los trabajadores de panadería ponen de relieve la necesidad de una supervisión médica y de la realización de exploraciones periódicas y frecuentes; además, una higiene personal estricta es esencial en interés de los trabajadores y de la población en general.

● INDUSTRIA DE LA REMOLACHA AZUCARERA

*Carol J. Lehtola**

Elaboración

El proceso de fabricación del azúcar de remolacha comprende numerosos pasos, que se han perfeccionado de forma continua a lo largo de más de un siglo de historia de esta industria. Las instalaciones productivas se han modernizado y se ha adoptado la

* Actualización del artículo preparado por el Comité Europeo de Fabricantes de Azúcar (CEFS) para la 3ª edición de la *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*.

tecnología y las medidas de seguridad actuales. Los trabajadores están capacitados para utilizar equipos modernos y sofisticados.

El contenido de azúcar de las remolachas oscila entre un 15 y un 18 %. Inicialmente, se limpian en un lavadero. Después, se cortan en las rebanadoras y las piezas obtenidas se transportan, pasando por una cuba de escaldar, a un difusor, donde la mayor parte del azúcar contenido en las remolachas se extrae en agua caliente. Las rebanadas desazucaradas, denominadas "pulpas", se prensan de forma mecánica y se secan, principalmente mediante calor. Contienen numerosos nutrientes y se utilizan en la alimentación animal.

El jugo en bruto obtenido en el difusor, además de azúcar, contiene impurezas que se precipitan (mediante la adición de cal y dióxido de carbono) y se filtran. De este modo el jugo se diluye, y presenta un contenido de azúcar del 12 al 14 %. Este jugo claro se concentra en evaporadores hasta obtener de un 65 a un 70 % de sustancia seca. El jugo espeso resultante se calienta en un recipiente al vacío a una temperatura de unos 70 °C, hasta que se forman cristales. Esta masa cocida se descarga en los mezcladores y se separa el líquido que rodea a los cristales. El jarabe separado de este modo sigue conteniendo azúcar que puede cristalizar. El proceso de desazucarado continúa hasta que deja de resultar económico. El jarabe extraído tras la última cristalización se denomina melaza.

Después del secado y el enfriamiento, el azúcar se almacena en silos, donde puede conservarse indefinidamente si se acondiciona el aire de forma adecuada y se controla la humedad.

La melaza contiene en torno al 60 % de azúcar y, junto con las impurezas carentes de azúcar, constituye un alimento valioso para el ganado y un medio idóneo para el cultivo de numerosos microorganismos. Parte de la melaza se añade a las pulpas de las que se ha extraído el azúcar antes de que se sequen y se emplea como alimento animal. La melaza se utiliza asimismo en la producción de levadura y alcohol.

Con la ayuda de otros microorganismos, pueden fabricarse otros productos como el ácido láctico, una materia prima importante para las industrias alimentarias y farmacéutica, o el ácido cítrico, requerido en el sector alimentario en grandes cantidades. Además, la melaza se aplica en la producción de antibióticos como la penicilina y la estreptomina, así como del glutamato sódico.

Condiciones de trabajo

En la industria de la remolacha azucarera, altamente mecanizada, ésta se transforma en azúcar durante la denominada "temporada". En este periodo, que dura de tres a cuatro meses, las fábricas funcionan de manera continua. El personal trabaja en turnos rotatorios durante las 24 horas del día. Puede incorporarse trabajadores temporales en los periodos de mayor actividad. Al finalizar la elaboración de la remolacha, se llevan a cabo las tareas de reparación, mantenimiento y actualización en las instalaciones.

Riesgos y su prevención

En el proceso de elaboración de la remolacha azucarera no se producen gases tóxicos ni polvos en suspensión en el aire, ni debe trabajarse con ellos. Algunos componentes de las instalaciones productivas pueden ser extremadamente ruidosos. En las áreas en que no pueden reducirse los niveles de ruido hasta alcanzar los valores umbral, es necesario suministrar protectores auditivos y formular un programa de conservación de la audición. No obstante, en general, las enfermedades profesionales son poco frecuentes en los centros de elaboración de la remolacha azucarera. Se debe en parte a que la duración de la temporada se limita a unos 3 o 4 meses al año.

Como en la mayoría de las industrias alimentarias, las dermatitis de contacto y las alergias de la piel producidas por agentes empleados en la limpieza de cubas y otros equipos pueden constituir un problema que exige la utilización de guantes. Al acceder a las cubas para su limpieza o por otros motivos, deben observarse los procedimientos relativos a la actuación en espacios restringidos.

Deben tomarse precauciones al entrar en silos donde se almacena azúcar granulado, debido al riesgo de hundimiento, similar al planteado por los silos de cereales. (Para consultar recomendaciones más exhaustivas, véase el artículo "Cereales, elaboración de cereales y productos de consumo basados en cereales" en el presente capítulo.)

Las quemaduras producidas por los conductos de vapor y el agua caliente constituyen un motivo de preocupación. Un mantenimiento adecuado, la dotación de EPP y la formación de los trabajadores pueden ayudar a prevenir este tipo de lesión.

La mecanización y la automatización en la industria de la remolacha azucarera reduce al mínimo el riesgo de padecer trastornos ergonómicos.

La maquinaria debe someterse a controles regulares y a operaciones de mantenimiento rutinario y de reparación cuando sea necesaria. Deben instalarse protectores y mecanismos de seguridad. Los trabajadores deben disponer de acceso a equipos y dispositivos de protección. Asimismo, debe exigírseles la participación en la formación sobre seguridad.

● ACEITES Y GRASAS

*N.M. Pant**

El término "aceites y grasas" se aplica en general a los triglicéridos de los ácidos grasos presentes en las semillas vegetales y los tejidos animales. Los aceites y las grasas constituyen uno de los tres tipos fundamentales de materias orgánicas consideradas como los elementos que componen los organismos vivos; los otros dos son las proteínas y los hidratos de carbono.

Más de 100 variedades de plantas y animales productores de aceite se aprovechan como fuentes para su obtención. Las fuentes vegetales más importantes son la aceituna, el coco, el cacahuete, la semilla de algodón, la soja, la colza, la semilla de mostaza, la semilla de lino, la palma, el sésamo, el girasol, el ricino, la semilla de cáñamo, la aleurita, el cacao, el mowrah, el maíz y el babassu.

Las principales fuentes animales son el ganado vacuno, porcino y ovino, las ballenas, el bacalao y el halibut.

Los aceites y grasas comestibles ofrecen una fuente concentrada de energía alimentaria, transportan las vitaminas solubles en grasa y suministran los ácidos grasos esenciales, de vital importancia para el metabolismo. Constituyen la materia prima principal de jabones y detergentes, pinturas, lacas y barnices, lubricantes, y dispositivos de iluminación como velas. Asimismo, se utilizan en la fabricación de linóleo y tejidos aceitados, así como de fijadores y mordientes para el curtido de pieles, y se emplean como productos iniciales para síntesis químicas.

Elaboración

La elaboración inicial depende de la materia prima; por ejemplo, las grasas animales se funden en recipientes dotados de camisas a vapor, las semillas se limpian, se muelen y se separan, y las semillas con carne se pelan. Las grasas y aceites se extraen mediante presión o tratamiento con disolventes, y el posterior proceso de

fabricación depende del uso final que se asigne al producto. Las aceitunas pueden prensarse varias veces, pero no suele requerirse ningún otro tratamiento. En el caso de otros aceites y grasas comestibles, la elaboración puede comprender varias fases diferentes; a saber, refinado, desodorización, hidrogenación, solidificación o emulsionado.

Las grasas y aceites crudos contienen impurezas que, en algunos casos, conviene eliminar ya que oscurecen el aceite, provocan la formación de espuma y humo al calentarse, producen un sabor o un olor desagradables o afectan al proceso de elaboración. El refinado, que consiste en la neutralización y la lixiviación, elimina la mayoría de las impurezas. En la neutralización se suprimen los ácidos grasos y los fosfátidos resinosos mediante tratamiento con álcalis y de depuración. Las materias primas se someten a lixiviación mediante absorción en tierras de blanquear naturales o activadas; no obstante, puede emplearse también la lixiviación por calor. Durante el refinado, la temperatura del aceite no suele exceder de 100 °C.

La desodorización elimina los compuestos odoríferos mediante la destilación por vapor a temperatura elevada y baja presión absoluta.

Las grasas blandas y los aceites líquidos se transforman en grasas plásticas firmes mediante la hidrogenación, lo que contribuye asimismo a evitar la ranciedad debida a la oxidación. En este proceso, se hace reaccionar el aceite con hidrógeno a una temperatura de 180 °C o superior en presencia de un catalizador, que generalmente es níquel dividido en piezas finas. El hidrógeno se alimenta a una presión comprendida entre dos y treinta atmósferas, según el producto final que se desee.

Si el aceite o la grasa se pretende comercializar en forma plástica o en emulsión, se precisa un tratamiento adicional. Muchos aceites y grasas de marcas registradas se mezclan y la combinación obtenida se solidifica para obtener gránulos mediante enfriamiento gradual controlado (destilación fraccionada) y separación de las fracciones cristalizadas a diversas temperaturas en función de sus puntos de fusión. Un método alternativo consiste en la obtención de un producto texturizado mediante enfriado rápido en un equipo especial denominado votador.

Riesgos y su prevención

El hidrógeno plantea un elevado riesgo de explosión e incendio en el proceso de hidrogenación. Al arder, las grasas y los aceites pueden emitir humos altamente irritantes, como la acroleína. Los disolventes, como el hexano, utilizados para la extracción de aceites, son muy inflamables, aunque suelen utilizarse en sistemas cerrados. Las precauciones que deben adoptarse respecto a los incendios y las explosiones son:

- eliminación de todas las fuentes de ignición;
- utilización de equipos antideflagrantes y herramientas que no produzcan chispas;
- prohibición de fumar;
- garantía de que las salidas de incendios no están bloqueadas y de que su mantenimiento es correcto;
- disposición de extintores de incendios apropiados;
- desarrollo de procedimientos de actuación en caso de vertidos y fugas de hidrógeno y otros disolventes inflamables,
- formación del personal en los procedimientos de extinción de incendios.

Las instalaciones eléctricas presentan un cierto riesgo de descarga en condiciones de humedad y de vapor. Todos los equipos, conductos, etc. deberán protegerse adecuadamente, prestando especial atención a todo tipo de luz y dispositivo portátil. Deben instalarse interruptores de circuito de tierra

* Adaptado de la 3ª edición de la *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*.

accidental en el equipo eléctrico situado en áreas con presencia de humedad o de vapor.

Las lesiones producidas por componentes móviles de la maquinaria deben evitarse mediante la utilización de dispositivos de protección eficaces y adecuadamente mantenidos. Debe prestarse especial atención a la maquinaria de trituración, de llenado y cerrado de bidones, y a los puntos de contacto entre las correas, los tambores y las poleas de las cintas transportadoras. Deben utilizarse procedimientos de bloqueo y carteles de advertencia al mantener y reparar los equipos. Los riesgos de explosión y fugas en la planta de vapor deben prevenirse mediante la formulación de procedimientos periódicos de inspección y mantenimiento.

Siempre que sea posible, el ruido excesivo generado por los equipos debe reducirse al mínimo mediante la adopción de controles técnicos. Los trabajadores expuestos a este tipo de contaminación deben utilizar protectores auditivos adecuados y es necesario poner en práctica un programa de conservación de la audición.

La manipulación de los bidones puede causar tensiones y lesiones musculoesqueléticas en las manos y los dedos de los pies. Cuando sea posible, deben utilizarse equipos de manipulación mecánicos. Debe impartirse formación acerca de los métodos correctos de manipulación y levantamiento, la protección de pies y manos, y la comprobación de los contenedores para determinar la existencia de algún canto vivo. Los bidones mal apilados pueden caer y causar lesiones graves; la supervisión y la formación sobre las operaciones de apilado y desapilado reducirán este riesgo.

Pueden producirse caídas en escaleras y pisos resbaladizos y es posible evitarlas manteniendo los suelos debidamente protegidos con antideslizantes, realizando una limpieza periódica y una buena conservación de las instalaciones y utilizando calzado antideslizante.

Las quemaduras pueden ser causadas por el hidróxido de sodio durante la manipulación de los bidones para el refinado, así como por las salpicaduras de sosa cáustica líquida cuando se abren aquéllos, o bien por el contacto con aceite caliente o el catalizador empleado en la limpieza de las prensas de filtro, con ácidos y con conductos o fugas de vapor. La utilización de ropa, botas, delantales y guantes protectores evitará muchas lesiones. Las máscaras faciales son necesarias para proteger los ojos de las salpicaduras de materiales corrosivos o calientes.

Los aceites, elaborados a temperaturas elevadas, pueden provocar molestias físicas, sobre todo en las zonas tropicales, a menos que se adopten medidas eficaces al respecto. Pueden producirse calambres musculares, agotamiento y golpes de calor. El calor radiante debe reducirse mediante el revestimiento calorífugo y el aislamiento de los depósitos y los conductos de vapor. Una ventilación mecánica eficaz debe procurar una renovación frecuente del aire. Los trabajadores podrán acceder a menudo al consumo de bebidas y disfrutarán de descansos frecuentes en áreas acondicionadas.

El acceso a depósitos a granel para su reparación o limpieza puede constituir un riesgo relacionado con la presencia en espacios restringidos. Los trabajadores deben recibir formación sobre los procedimientos de actuación en estos casos, como la comprobación de la atmósfera de estos recintos y los métodos de rescate de emergencia. Deberá estar presente un mínimo de dos trabajadores.

Los disolventes empleados en la extracción de grasas y aceites pueden representar riesgos de carácter tóxico. No debe utilizarse el benceno y se aplicará el disolvente menos tóxico disponible (p. ej. se sustituirá el hexano por el heptano). La extracción localizada es necesaria para eliminar los vapores de disolvente en el lugar de origen, o se aplicarán sistemas cerrados.

La dermatitis puede deberse a la manipulación de aceites, grasas y disolventes. Es imprescindible disponer de instalaciones sanitarias y de lavado adecuadas y utilizarlas. Las cremas de barrera y las ropas protectoras contribuyen asimismo a la prevención.

En los centros de producción de aceite de cacahuete, en las condiciones adecuadas de humedad y temperatura, las tortas del filtro prensa pueden ser contaminadas por mohos de *Aspergillus flavus*, que contiene aflatoxinas. Se ha observado que los trabajadores expuestos a una considerable contaminación atmosférica de estas sustancias en su lugar de trabajo padecen afecciones hepáticas agudas o subagudas y registran una mayor prevalencia de tumores.

La utilización de animales para producir grasas y piensos para el ganado puede conllevar asimismo riesgos biológicos. Aunque la mayoría de animales y materias animales empleadas como fuente para la extracción de grasa son sanos o se han obtenido de animales sanos, un pequeño porcentaje procede de otros que han muerto en accidentes de tráfico o por otras causas desconocidas y, quizás, están enfermos. Algunas enfermedades animales, como el ántrax o la brucelosis, también pueden afectar a los seres humanos. Los trabajadores de mataderos y centros de clasificación pueden correr peligro. En el Reino Unido, personas denominadas "matarifes" se ganan la vida recogiendo en el campo animales muertos y extrayéndoles la grasa en el patio de su casa. Pueden correr un gran riesgo, debido a la mayor probabilidad de que entren en contacto con animales enfermos y a las condiciones adversas en las que trabajan.

La utilización en el pasado de órganos de ovejas, incluidos los sesos, como fuente de pienso para el ganado ha dado lugar a la encefalopatía espongiiforme bovina ("la enfermedad de las vacas locas") en algunas reses del Reino Unido cuando han consumido los sesos de ovejas con una enfermedad cerebral denominada "scrapie". Al parecer, algunas personas han contraído esta enfermedad al comer carne de vacas que padecían la encefalopatía espongiiforme.

La exploración médica periódica de trabajadores, la selección, la formación y la supervisión son factores que contribuyen a la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

Referencias

- Bureau of Labor Statistics (BLS). 1991. *Occupational Injuries and Illnesses in the United States by Industry, 1989*. Washington, DC: BLS.
- Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés. 1990. *Statistiques nationales d'accidents du travail*. París: Caisse Nationale d'assurance maladie des Travailleurs Salariés.
- Hetrick, RL. 1994. Why did employment expand in poultry processing plants? *Monthly Labor Review* 117(6):31.
- Linder, M. 1996. I gave my employer a chicken that had no bone: Joint firm-state responsibility for line-speed-related occupational injuries. *Case Western Reserve Law Review* 46:90.
- Merlo, CA y WW Rose. 1992. Alternative methods for disposal/utilization of organic by-products—From the literature". En *Proceedings of the 1992 Food Industry Environmental Conference*. Atlanta, Georgia: Georgia Tech Research Institute.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 1990. *Health Hazard Evaluation Report: Perdue Farms, Inc.* HETA 89-307-2009. Cincinnati, Ohio: NIOSH.
- Sanderson, WT, A Weber, A Echt. 1995. Case reports: Epidemic eye and upper respiratory irritation in poultry processing plants. *Appl Occup Environ Hyg* 10(1): 43-49.
- Tomoda, S. 1993. *Evolución reciente de las industrias de la alimentación y de la bebida*. Sectoral Activities Programme Working Paper. Ginebra: OIT.
- Chemists' Society; St. Louis, Misuri: United Soybean Board.
- Hui, YH (dir.). 1996. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 5ª edición. Vol. 4. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Institute of Shortening and Edible Oils. 1994. *Food Fats and Oils*, 7ª edición. Washington, DC: Institute of Shortening and Edible Oils.
- National Fire Protection Association (NFPA). 1993. *Solvent Extraction Plants*. NFPA 36. Quincy, Massachusetts: NFPA.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 1992. *OSHA Handbook for Small Businesses*. Washington, DC: OSHA.
- US Department of Agriculture (USDA). 1960. *Water Absorption by Eviscerated Broilers during Washing and Chilling*. Marketing Research Report No 438. Washington, DC: USDA.

Otras lecturas recomendadas

- Erickson, DE. 1990. *Proceedings of the World Conference on Edible Fats and Oils Processing. Basic Principles and Modern Practices*. Champaign, Illinois: American Oil Chemists' Society.
- . 1995. *Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization*. Champaign, Illinois: American Oil

