

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Dra. M^a Belén López Morales
Tecnología de los Alimentos
Facultad de Veterinaria



CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

- Control de diversas reacciones que, por efectos físicos, químicos o biológicos tienen lugar en los alimentos
- Las condiciones de conservación condicionan su **competitividad** y el desarrollo/aplicación de nuevas tecnologías decide la **permanencia** en un determinado nicho de mercado



TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

(Fundación OPTI,2004)



- Alimentos que cubran las **necesidades** nutricionales y dietéticas del consumidor, adaptados al consumo **fuera del hogar**, presentados en porciones fáciles y **rápidos** de preparar
- **Sensores**: contaminantes, composición y elementos alterantes
- **Biosensores** para la detección de los constituyentes de los alimentos.
- Diseño de **nuevos envases**. Sensores tiempo-temperatura. Sistemas de apertura fácil
- Mejora en los procesos de envasado de **IV y V gama**

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

(Fundación OPTI,2004)

- Tratamientos **menos agresivos**, de menor consumo energético y más eficaces
- Sistemas de higienización a nivel industrial por aplicación de **campos eléctricos de elevado voltaje**
- Uso de **altas presiones**
- Utilización **microondas** para alimentos deshidratados
- Extensión de la tecnología cocción al vacío (**suos vide**)



NUEVOS PROCESOS

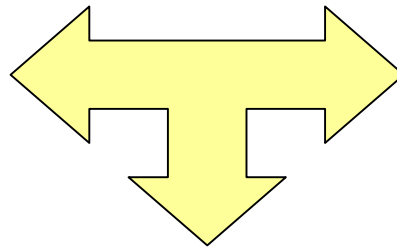
- Liofilización
- Ionización
- Calentamiento óhmico
- Intercambiadores de calor de superficie rascada
- Extracción con gases supercríticos
- Procesos de membrana (MF, UF, RO,...)
- Envasado aséptico



- Tratamiento de alimentos particulados
- Ultrasonidos
- Alimentos de pH elevado
- Alta presión hidrostática
- Campos eléctricos pulsados
- Métodos combinados o barreras
- Conservación química
Compuestos volátiles naturales

Cambios en la
legislación con
regulaciones más
exigentes entre el
2004 y 2008)

Consumidores
modificarán
sus hábitos en
los próximos 5
años



Las empresas adopten nuevas tecnologías de conservación menos agresivas con los alimentos que los métodos térmicos utilizados habitualmente



OBJETIVOS

- Alimentos de excelente **calidad**
- **Seguros**
- **Precio** razonable
- **Menos agresivos**
- Menor **consumo** energético
- **Mayor control** sobre el desarrollo de enzimas y microorganismos



INGREDIENTES

Conservantes Naturales

TECNOLOGIAS

PROCESOS DE ELABORACIÓN

INNOVACIONES

Alternativas

Avances

PROCESOS DE CONSERVACION

Emergentes

NUEVOS ENVASES Y PROCESOS DE ENVASADO

NUEVOS PRODUCTOS

EL SECTOR INDUSTRIAL DEMANDA TRATAMIENTOS MODERADOS

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

Los procesos no térmicos de conservación de alimentos son:

- **Altas presiones hidrostáticas**
- **Campos de alta intensidad de pulsos eléctricos**
- **Campos magnéticos oscilatorios**
- **Pulsos lumínicos intensos**
- **Ionización**
- **Tecnología de barreras. Métodos combinados**

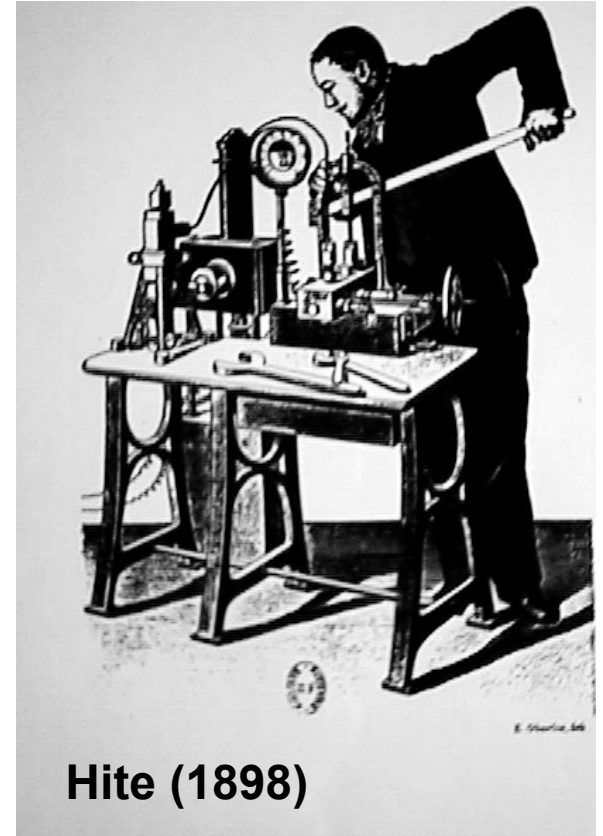


Otras tecnologías: suos vide, calentamiento ohmnico, ...



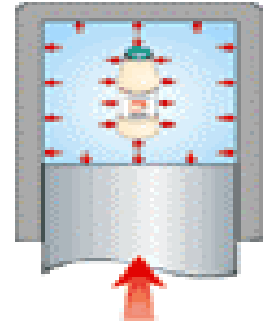
ALTAS PRESIONES

- Basado en la compresión del agua que rodea al alimento
- Presión uniforme dentro del intervalo 4.000-9.000 atm.
- Inactivación de enzimas y microorganismos
- No depende de la relación tiempo/masa
- Disminuye el tiempo de procesado
- No modifica el gusto y el aroma



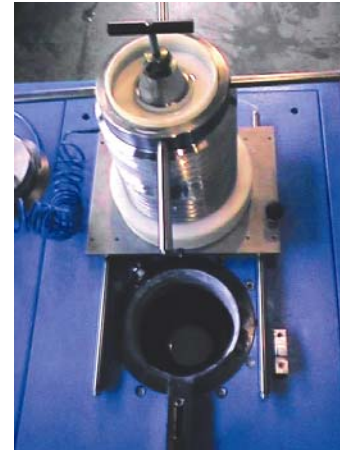
ALTAS PRESIONES

- Incremento de la temperatura adiabática (2-3°C 100 MPa)
- Desnaturalización de proteínas. Alteración de propiedades funcionales. **Ingredientes funcionales**
- Retardo en las reacciones fermentativas
- Geles obtenidos son más brillantes y transparentes que los geles obtenidos por acción del calor (ópacos)



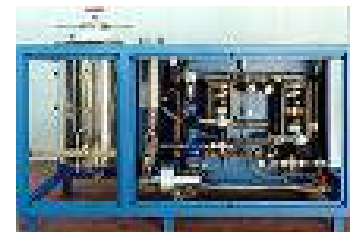
ALTAS PRESIONES. Microorganismos

- **Cambios morfológicos. Toleran hasta 200-300 Mpa. Filamentos**
- **Inactivación microbiana**
- **Efecto sinérgico con la temperatura**
- **Inactivación de esporas (1000 Mpa)**



ALTAS PRESIONES. Enzimas

- **Inactivación alteración de las estructuras intramoleculares o a cambios de conformacionales en los centros activos**
- **Cambio en la velocidad de reacción o en la especificidad de una enzima**
- **Se ha observado un aumento de 5 veces de la actividad polifenoloxidasasa en frutas y verduras**



ALTAS PRESIONES. Características organolépticas

- **Ablandamiento más rápido de la carne**
- **Reducción del tiempo de cocinado del arroz**
- **Mejora del gusto en zumos de cítricos (ausencia de limoneno)**
- **Sabores y colores característicos de la fruta fresca en confituras y mermeladas**
- **Mejora de la calidad aromática de las frutas por un aumento del benzaldehido**



ALTAS PRESIONES. Aplicaciones

- **Mejora del rendimiento en la extracción de aromas y pigmentos a temperatura ambiente (pigmento púrpura)**
- **Mejora de la proteólisis selectiva (hidrólisis de la β -lactoglobulina en suero lácteo)**
- **Mejora del proceso de descongelación**
- **Inactivación de lipasas en pescado, mejora del aroma**
- **Evitar el pardeamiento de las gambas**



ALTAS PRESIONES. Aplicaciones

CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

- **Destruye microorganismos sin alterar flavor y valor nutricional**
- **Terneza de la carne fresca**
- **Carnes reestructuradas y gelificadas**
 - Aumento cohesión
 - Geles: mejor aspecto y textura



Equipo industrial de la empresa de embutidos España (Olot, Girona)

ALTAS PRESIONES. Aplicaciones

Productos derivados de la pesca

- **Pescado fresco**
 - Disminución de la carga microbiana
 - Aplicable a pescado de alto valor como la pescadilla, ostras
- **Semiconservas de pescado**
 - Alarga vida útil (salmón ahumado)
 - Posible decoloración
- **Obtención de surimi**
 - Geles con superficie más lisa y brillante y retienen el aroma del surimi crudo



ALTAS PRESIONES. Aplicaciones

- **Frutas y verduras frescas**
- **Zumos de frutas**
 - Conserva sabor, color y vitamina C
 - Limitación de inactivación enzimática (pectinmetilesterasa) con pérdida de turbidez deseable en este producto
- **Confituras, jaleas, mermeladas, purés de frutas, salsas**
 - Conservan el sabor, color y vitaminas
 - Permiten, la esterilización del producto y la penetración del azúcar en el interior de los trozos de fruta



ALTAS PRESIONES. Aplicaciones

Leche y productos lácteos

- **Madurado físico de natas para la fabricación de mantequilla**
- **Aceleración de la maduración del helado**
- **Texturas suaves en helados y sorbetes**
- **Mejora de la textura de yogures firmes y la viscosidad en yogures batidos**
- **Disminución del grado de sinéresis en yogur**
- **Previene acidez después del envasado (200-300 Mpa a 10-20°C durante 10 min)**
- **Aumento de la vida útil del producto por completa inactivación de las bacterias lácticas (400 Mpa, 15 min)**



ALTAS PRESIONES. Aplicaciones

Leche y productos lácteos

- Reducción en la variabilidad en el contenido de humedad del queso Cheddar (Torres-Mora et al., 1996)
- Salado de queso por alta presión (Messens et al., 1999; Pavia et al., 2000)
- Uso de leche tratada por altas presiones en la fabricación de quesos “crudos” y mejora de rendimientos queseros (Drake et al., 1997; Trujillo et al., 1999)
- Aceleración de la maduración del queso (Yokohama et al., 1993; Saldo et al., 2001, 2002)
- Inactivación de microorganismos (Capellas et al., 1996; Reps et al., 1997; O'reilly et al., 2000)
- Producción de quesos bajos en grasa con mejora de textura (Molina et al., 2000)
- Presurización de bacterias lácticas para crear un aporte extra de enzimas con propiedades desamargantes y proteolíticas (Casal and Gómez, 1999; Krasowska et al., 2003)



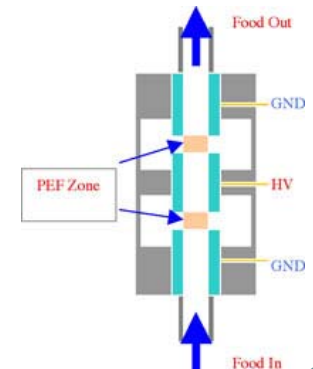
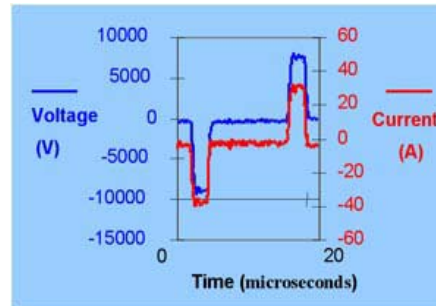
CAMPOS DE ALTA INTENSIDAD DE PULSOS ELÉCTRICOS

- Basada en la propiedad que tienen los alimentos fluidos de ser buenos conductores eléctricos
- Se inicia en **1924** con Beattie y Lewis al aplicar sobre el alimento un voltaje de 3.000-4.000 V
- Fetterman (**1928**) y Getchell (**1935**), combinaron la corriente eléctrica con la temperatura para pasteurizar leche e inactivar bacterias
- Entre 1928 y **1938** la corriente eléctrica se utilizó como medio de generar calor para la pasteurización de unos 200 millones de litros de leche para el consumo (Moses, 1938)
- A finales de **1967** Sale y Hamilton realizan los primeros estudios para la inactivación de microorganismos aplicando campos eléctricos homogéneos de alto voltaje



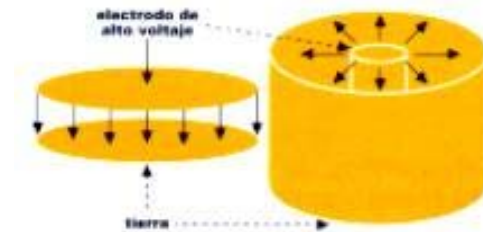
CAMPOS DE ALTA INTENSIDAD DE PULSOS ELÉCTRICOS

- Se realiza a **temperatura ambiente o de refrigeración** con la aplicación de una breve descarga de alto voltaje a alimentos colocados entre dos electrodos por tiempos en el orden de los microsegundos
- La fuerza de campo depende de la diferencia de potencial entre los electrodos, en alimentos se encuentran en el rango de **1-100 kV/cm**
- Se producen acumulando energía eléctrica en un banco de condensadores y descargándolos súbitamente, con frecuencias entre **1-100 Hz** en uno de los electrodos, el segundo electrodo está conectado a tierra lo que garantiza la diferencia de potencial adecuada



CAMPOS DE ALTA INTENSIDAD DE PULSOS ELÉCTRICOS

- Inactivación de microorganismos y enzimas (**potencial transmembrana**)
- El potencial transmembrana depende de cada microorganismo y enzima así como del medio en el que los microorganismos o enzimas están presentes
- Cuando el potencial transmembrana alcanza un valor crítico, tiene lugar la **eletroporación**



CAMPOS DE ALTA INTENSIDAD DE PULSOS ELÉCTRICOS

El sistema de procesamiento por campos eléctricos pulsados de alta intensidad es un sistema eléctrico simple consistente en una fuente de alto voltaje, un banco de condensadores, un interruptor y una cámara de tratamiento



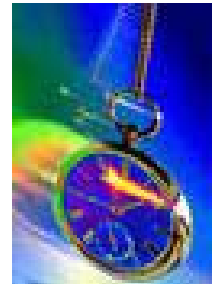
CAMPOS DE ALTA INTENSIDAD DE PULSOS ELÉCTRICOS. Aplicaciones

- Pasterización de zumos de frutas y huevo líquido
- Mejora de los procesos de marinado y salazonado
- Mejora del proceso de deshidratación
- Extracción de azúcar de remolacha y colorantes alimentarios
- Mejora de la calidad de los mostos, al reducir el tiempo de maceración e incrementar el color de los vinos
- No obstante, la aplicación de forma aislada de esta tecnología de conservación no sería recomendable aunque si su combinación con otros procesos de conservación



CAMPOS MAGNÉTICOS OSCILATORIOS

- **La conservación de alimentos con campos magnéticos supone el envasado de un alimento en una bolsa de plástico y someterle a 1-100 pulsos en un campo magnético oscilatorio con una frecuencia entre 5 y 500 kHz a 0- 50 °C con un tiempo total de exposición en el rango entre 25 μ s a 10 ms.**
- **Frecuencias más altas que 500 kHz son menos efectivas y producen un calentamiento del alimento. Generalmente este tratamiento produce un aumento entre 2-5°C de la temperatura del alimento, modificando ligeramente las propiedades organolépticas**



CAMPOS MAGNÉTICOS OSCILATORIOS

Las ventajas tecnológicas de inactivación de microorganismos con campos magnéticos oscilatorios son:

- Mínima desnaturalización térmica de las proteínas
- Reducidas necesidades energéticas
- Tratamiento de alimentos en envases flexibles para evitar la contaminación post-proceso



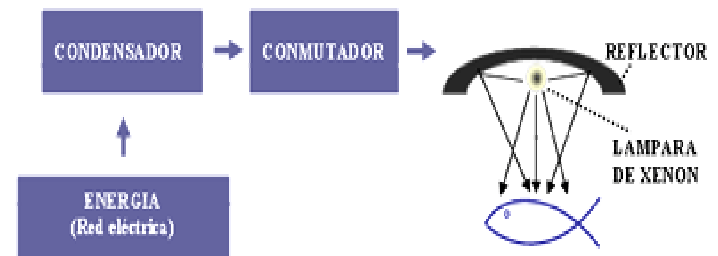
PULSOS LUMÍNICOS INTENSOS

- **Esta tecnología se aplica mayoritariamente en la esterilización o reducción de la población microbiana en las superficies de los materiales de envasado y procesado así como en alimentos**
- **Reducen o eliminan el empleo de desinfectantes y conservantes químicos**



PULSOS LUMÍNICOS INTENSOS

- Se trata de una técnica que aplica, de forma sucesiva, pulsos o destellos de luz con un espectro entre el ultravioleta y el infrarrojo próximo con una duración muy corta, lo que provoca que la energía transmitida sea muy intensa
- Consumo total del proceso sea moderado
- Se produce la inactivación de un amplio abanico de microorganismos, incluyendo esporas bacterianas y fúngicas
- **PulseBright** es una técnica que almacena la energía eléctrica en un condensador liberándola en pulsos cortos de alta intensidad, que crean pulsos intensos de luz
- Este sistema puede reducir la población de microorganismos vegetativos nueve ciclos logarítmicos y siete la población de esporas en una superficie lisa no porosa



PULSOS LUMÍNICOS INTENSOS

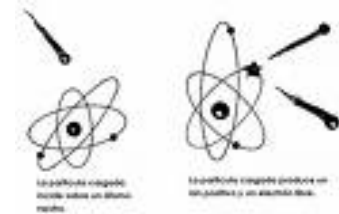
- Esta tecnología de conservación se puede aplicar en: mejorar la calidad y seguridad de los productos cárnicos, pesqueros así como hortalizas, frutas y platos preparados con un mínimo procesamiento



IONIZACION

•La energía ionizante se puede originar a partir de tres fuentes distintas: rayos Gamma, una máquina generadora de electrones y rayos X. La fuente más común de los rayos gamma es el cobalto 60

•Los rayos gamma se componen de ondas electromagnéticas de frecuencia corta que penetran en los envases y productos expuestos a dicha fuente, ocasionando pequeños cambios estructurales en la cadena de ADN de las bacterias o microorganismos, causándoles la muerte o dejándolas inviables o estériles, sin capacidad de replicarse. La tecnología permite el tratamiento de los productos en su envase final



IONIZACION

- Proceso mediante el cual se producen iones debido a una fuerte diferencia de electronegatividad
- Se produce por la exposición del alimento a dosis establecidas de energía en forma de rayos o partículas (normalmente gamma o electrones)
- Puede aplicarse en todo tipo de alimentos y resulta especialmente interesante en productos sólidos. No en alimentos grasos (enranciamiento)
- La alta penetrabilidad del tratamiento permite su empleo no sólo en alimentos ya envasados individualmente, sino en los ya listos para ser almacenados en grandes lotes
- Produce la destrucción microbiana y la inactivación enzimática sin pérdida de nutrientes



IONIZACION

- Se inicia en los años 50s. Aprobada por: la WHO, FAO, IAEA y FDA (código 21 CFR 179.26)

- Estas entidades establecen los parámetros adecuados y las dosis máximas aplicables a cada tipo de producto.

- Se aplica únicamente en instalaciones autorizadas y en cantidades controladas por lo que resulta seguro, inocuo y totalmente libre de residuos radiactivos



IONIZACION

•Aumenta la vida útil de los productos autóctonos así como para eliminar la mosca del Mediterráneo que afecta a los cítricos, los parásitos del arroz o las lentejas, y la carga microbiana del pimentón, entre otros



•Aplicaciones: esterilización de productos tan diversos como las ancas de rana, "foie", pollo, plantas medicinales, embutidos y fresas, entre otros; en Estados Unidos, donde se ioniza la carne para evitar problemas como el causado por *E.coli*, y en Holanda, que ioniza las patatas

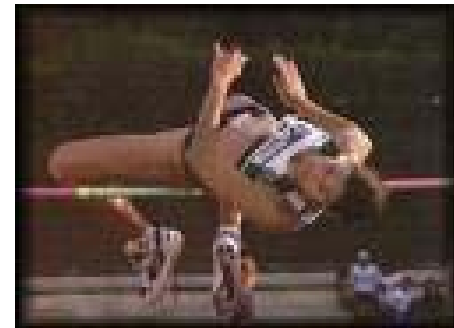


•En la Unión Europea es mínima y actualmente sólo está aprobada en hierbas aromáticas, especias y condimentos vegetales deshidratados



TECNOLOGÍA DE BARRERAS. MÉTODOS COMBINADOS

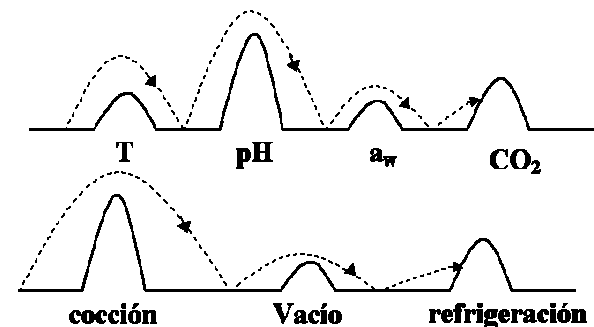
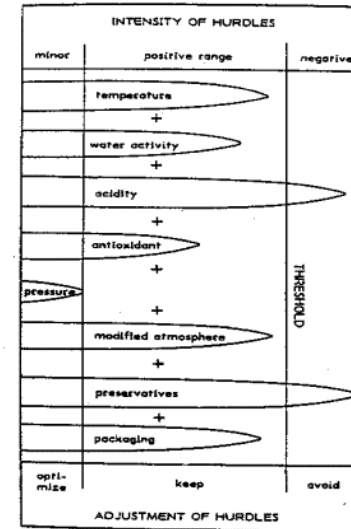
- Las tecnologías de «obstáculos» conservan los alimentos mediante la aplicación de factores de estrés en combinación
- La combinación asegura la estabilidad, inocuidad y calidad de los alimentos
- Es un método muy efectivo para vencer las respuestas homeostáticas microbianas y al mismo tiempo retener las características nutricionales y sensoriales deseadas (Gould, 1995 a, b; Leitsner, 2000; Leitsner y Gould, 2002)



TECNOLOGÍA DE BARRERAS. MÉTODOS COMBINADOS

Han sido identificadas más de 40 barreras incluyendo:

- Alta o baja tensión de oxígeno
- Atmósfera modificada (CO₂, N₂, O₂)
- Alta o baja presión
- radiación (UV, microondas, irradiación)
- Calentamiento Ohmico
- Pulsaciones de campos eléctricos
- Ultrasonido
- Nuevos envases
- Microestructura de los alimentos (fermentación en estado sólido, emulsiones)
- Conservantes



TECNOLOGÍA DE BARRERAS. MÉTODOS COMBINADOS

- El concepto de obstáculo se ha aplicado principalmente a desarrollar una gran variedad de alimentos con procesamiento térmico leve y distribuidos en forma refrigerada o congelada
- Las principales aplicaciones (Leitsner y Gould, 2002; Ahvenainen, 1996; Wiley, 1994):
 - descontaminación de materias primas (carnes, frutas, hortalizas);
 - carnes fermentadas (jamones crudos, embutidos crudos fermentados) y (carnes «listas para consumir»);
 - frutas y hortalizas frescos cortados; alimentos envasados al vacío y cocidos-refrigerados;
 - alimentos «saludables» (de bajo contenido de grasas y sales y alimentos funcionales);
 - alimentos procesados por técnicas emergentes



TECNOLOGÍA DE BARRERAS. MÉTODOS COMBINADOS. Ejemplos

- Los **campos eléctricos** pulsados pueden constituir una barrera que combinada con factores adicionales tales como; pH, fuerza iónica, temperatura y agentes antimicrobianos puede ser efectiva
- La aplicación de **altas presiones hidrostáticas** pueden constituir una alternativa a los tratamientos de pasterización/esterilización, aunque en los alimentos de baja acidez es difícil su empleo sino contamos con factores adicionales que incrementen su velocidad tales como calor, antimicrobianos, ultrasonidos e ionización



TECNOLOGÍA DE BARRERAS. MÉTODOS COMBINADOS

•La **osmodeshidrocongelación** es un proceso combinado en el que la deshidratación osmótica va seguida de un secado y posterior congelación propuesta para preparar ingredientes vegetales de humedad reducida libres de conservantes, y aroma, color y textura adecuada (Torregiani et al., 1995)

•La **manotermosonicación** es una combinación interesante de baja presión (0,3 Mpa), tratamiento con calor suave y tratamiento con ondas de ultrasonidos efectivo para la inactivación de microorganismos. Este tratamiento podría ser utilizado en leche, zumos y otras bebidas para disminuir los problemas causados por las enzimas termoestables



BIOCONSERVACIÓN

•Basado en el efecto de los llamados bioconservantes: microflora natural o controlada de los alimentos y/o sus productos antibacterianos, como ciertas sustancias bioquímicas, **bacteriocinas** o **antibióticos naturales**, inhibidores de microorganismos patógenos y alterantes que aumentan la vida útil e incrementan la seguridad de los alimentos

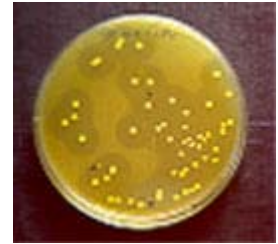


•Las bacterias del ácido láctico, conservantes naturales que, además de competir por los nutrientes y hábitats con otros microorganismos, tienen un potente efecto antagonista al generar sustancias antimicrobianas (**nisina**)



BIOCONSERVACIÓN

- El tratamiento, que en ocasiones puede afectar las características sensoriales del alimento, consiste en la adición de cultivos de este tipo de microorganismos o de sus sustancias bacteriocinas



- De reconocida aplicación en EEUU, donde cuenta con la aprobación de la FDA (Food and Drug Administration), no está regulada por la legislación europea

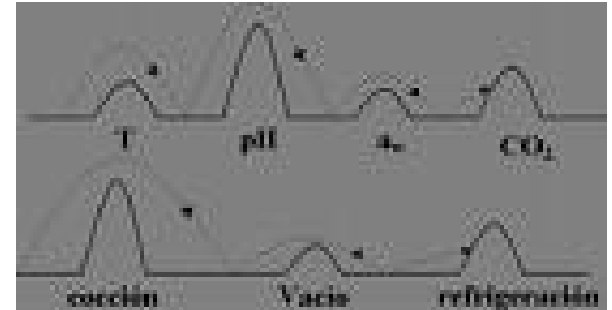


OTRAS TECNOLOGÍAS



TECNOLOGÍA SUOS VIDE

- La **cocción a vacío** se define como una cocción de las materias primas envasadas a vacío en el interior de envases termorresistentes y bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura
- El tratamiento térmico aplicado suele ser inferior a 100°C y almacenamiento en refrigeración
- Esta técnica presenta una clara ventaja desde el punto de vista organoléptico y nutricional frente a los tratamientos térmicos convencionales



TECNOLOGÍA SUOS VIDE

- Para obtener una reducción considerable de la presencia del patógeno ***Clostridium botulinum***, se recomiendan tratamientos térmicos equivalentes a 90°C durante 10 min en el centro de los productos (agresivos)
- Temperaturas de entre 65-75 °C, son suficientes para eliminar los patógenos psicrótrofos no esporulados, como ***Listeria monocytogenes***, pero no inactivan todas las bacterias patógenas y alterantes, con lo que se requiere un estricto control de las temperaturas de refrigeración posteriores al tratamiento
- Debido a la posible presencia de microorganismos patógenos **termorresistentes** (principalmente *C. botulinum*) y a las eventuales roturas de la cadena de frío en la distribución y venta, resulta crucial una higiene extrema en la producción, un estricto control de la cadena de frío, y la combinación de esta tecnología con otros métodos de conservación (bioconservación, adición de conservantes, etc)



TECNOLOGÍA SUOS VIDE

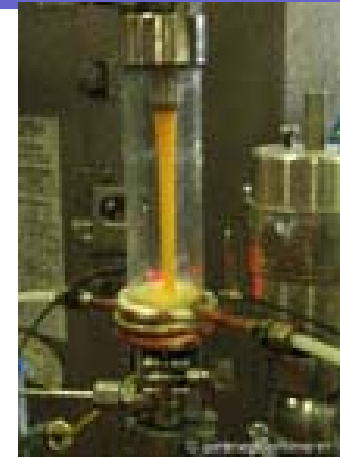
- **Ventajas:**

- Aumento de la **vida útil** (de días hasta meses)
- Se reducen las mermas por cocción (en productos pesqueros hasta un 10%)
- Permite la elaboración de una **mayor variedad** de menús simultáneamente (al estar envasados pueden calentarse en el mismo horno diferentes tipos de productos sin que se mezclen olores ni sabores)
- Reducción de los **costes energéticos**
- Dificulta la posible **recontaminación** microbiológica posterior



CALENTAMIENTO OMHNÍCO

- Se basa en utilizar una corriente eléctrica que pasa a través del alimento, provocando que se eleve la temperatura gracias a la resistencia que ofrece el producto frente al paso de la corriente
- Este calentamiento es mucho más efectivo, rápido y con mayor capacidad de penetración en el alimento a diferencia de las microondas



CALENTAMIENTO OMHNÍCO

•Otra ventaja sería que el **95%** de la energía empleada se transforma en calor, mientras que en un calentamiento con microondas no supera el **70%**

•Con el calentamiento óhmico se evitan los sobrecalentamientos y se consigue un menor deterioro de los alimentos

•Mayoritariamente este sistema es utilizado por la industria para esterilizar distintos alimentos como las sopas, salsas o frutas



CALENTAMIENTO OMHNÍCO

- Uno de los escollos para que se aplique esta nueva tecnología sería el alto coste que presenta, aunque a largo plazo se rentabilizaría
- Los alimentos tratados con este nuevo sistema presentarían mejores características microbiológicas, organolépticas y nutricionales, con un mínimo espacio y aplicables a un gran número de alimentos





MUCHAS GRACIAS

Preguntas?

