

materia

Tecnoloxía do Procesado de Alimentos

unidade didáctica 2

Conservación por calor

Ángel Cobos García e Olga Díaz Rubio

Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatoloxía

Área de Tecnoloxía de Alimentos

Facultade de Ciencias



VICERREITORÍA DE ESTUDANTES,
CULTURA E FORMACIÓN CONTINUA

titulación

Grao en Nutrición Humana e Dietética



unidade didáctica 2

Conservación por calor

Ángel Cobos García e Olga Díaz Rubio
Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatoloxía
Área de Tecnoloxía de Alimentos
Facultade de Ciencias



© Universidade de Santiago de Compostela, 2011

Deseño

Unidixital

Edita

Vicerreitoría de Estudantes, Cultura
e Formación Continua da
Universidade de Santiago de Compostela
Servizo de Publicacións
da Universidade de Santiago de Compostela

Imprime

Unidixital

Servizo de Edición Dixital da
Universidade de Santiago de Compostela

Dep. Legal: C 2089-2011

ISBN 978-84-9887-741-0

ADVERTENCIA LEGAL: reservados todos os dereitos.
Queda prohibida a duplicación, total ou parcial desta
obra, en calquera forma ou por calquera medio (elec-
trónico, mecánico, gravación, fotocopia ou outros) sen
consentimento expreso por escrito dos editores.

MATERIA: Tecnoloxía do Procesado de Alimentos
TITULACIÓN: Grao en Nutrición Humana e Dietética
PROGRAMA XERAL DO CURSO
Localización da presente unidade didáctica

Unidade I. Introducción e conceptos xerais. Alteración dos alimentos frescos.

Principais causas de alteración: axentes biolóxicos, físicos e químicos

Unidade II. Conservación por calor

Acción letal da calor nos microorganismos: termobacterioloxía.
Destrucción térmica de enzimas e nutrientes.
Tratamentos térmicos aplicados na industria alimentaria.
Termización. Pasterización. Esterilización. Métodos

Unidade III. Conservación polo frío. Procedementos de aplicación de frío. Desconxelación

Efecto do descenso de temperatura nos parámetros que definen a calidade dos alimentos. Refrixeración. Conxelación.
Almacenamento. Desconxelación. Métodos. Valor nutritivo e calidade dos alimentos conxelados

Unidade IV. Radiacións electromagnéticas utilizadas na industria alimentaria

Conceptos xerais. Radiacións electromagnéticas ionizantes: irradiación. Plantas de irradiación.
Efectos nos parámetros que definen a calidade dos alimentos.
Aplicacións. Radiacións electromagnéticas non ionizantes.
Quentamento por microondas e por infravermellos. Equipos, efectos na calidade dos alimentos e aplicacións

Unidade V. Conservación por modificación da atmosfera. Conservación por descenso da actividade de auga

Conservación por modificación da atmosfera: envasado a baleiro, envasado en atmosferas modificadas e almacenamento en atmosfera controlada
Conservación por descenso da actividade de auga: evaporación, deshidratación. Calidade e conservación dos alimentos deshidratados

Unidade VI. Conservación química dos alimentos. Outros métodos de conservación. Métodos combinados

Conservantes químicos. Salgadura. Conservación por adición de azucre. Afumado. Tecnoloxía e efectos na calidade dos alimentos.
Métodos combinados

Unidade VII. Transformación dos alimentos. Métodos

Tecnoloxías de conversión de alimentos. Efectos sobre a calidade dos alimentos. Aplicacións

Unidade VIII. Procesos biolóxicos de transformación dos alimentos. Fermentacións. Cultivos iniciadores. Uso de enzimas.

Tipos de fermentacións. Alimentos elaborados por fermentación. Cultivos iniciadores: definición e aplicacións. Uso de enzimas na industria alimentaria: tipos, orixe e produtos en que se empregan.

Unidade IX. Novas tecnoloxías. Envasado, almacenamento, transporte e distribución de alimentos.

Novas tecnoloxías de conservación e transformación de alimentos. Envasado dos alimentos: funcións, materiais e tipos de envases. Almacenamento, transporte e distribución de alimentos

ÍNDICE

Presentación	7
Os obxectivos	8
A metodoloxía	8
Os contidos básicos	9
1. Acción letal da calor nos microorganismos: termobacterioloxía. Destrucción térmica de enzimas e nutrientes	9
1.1. Ecuación do tempo de morte térmica	9
1.2. Factores que inflúen no tempo de redución decimal.....	10
1.3. Cálculo do tratamento térmico aplicable	13
2. Tratamentos térmicos aplicados na industria alimentaria. Termización. Pasterización. Esterilización. Métodos	14
2.1. Introducción	14
2.2. Termización	14
2.3. Pasterización	14
2.4. Esterilización.....	15
Actividades propostas	16
Avaliación	17
Anexos	18
Bibliografía	20

PRESENTACIÓN

Esta unidade didáctica denominada *Conservación por calor* forma parte da materia «Tecnoloxía do procesado de alimentos» que se impartirá no primeiro semestre do 2º curso do Grao en Nutrición Humana e Dietética. A materia estrutúrase en diferentes unidades didácticas, tratando cada unha delas as diferentes tecnoloxías de procesado dos alimentos, tanto de conservación coma de transformación. A presente unidade didáctica aborda a conservación dos alimentos por calor. Este método permite destruír os microorganismos, pero se o tratamento térmico é excesivo, altéranse as características sensoriais e nutritivas dos alimentos. Nesta unidade didáctica estudarase o tratamento térmico que se debe aplicar a cada alimento e cales son os tipos e métodos aplicados na industria alimentaria.

Xustificación da unidade temática no contexto da materia e da titulación

A materia «Tecnoloxía do procesado de alimentos» conforma, xunto con outras troncais, o conxunto de estudos referidos ao módulo de Ciencia dos Alimentos dentro do Grao de Nutrición Humana e Dietética. Entre unha das competencias específicas que adquirirá o alumnado neste módulo está a de coñecer os sistemas de produción e os procesos básicos na elaboración, transformación e conservación dos principais alimentos. Esta competencia desenvolverase nesta materia. Como resultado da aprendizaxe, o alumnado coñecerá os principais procesos básicos, tanto de conservación coma de transformación dos alimentos e capacitaraos para comprender os principios básicos da tecnoloxía do procesado de alimentos para relacionar as modificacións que se producen nestes como consecuencia dos procesos tecnolóxicos que sufriron durante a súa elaboración. Esta Unidade Didáctica centrarase nun proceso de conservación moi importante, como é a calor. O alumnado coñecerá como afecta a calor aos microorganismos e compoñentes dos alimentos relacionados coa calidade (enzimas e nutrientes) e cales son os métodos para a súa aplicación.

Para unha boa comprensión da materia, é necesario que o alumnado teña coñecementos previos de materias como Química I e II, Bioquímica e Física para Ciencias da Vida, as cales cursaron no primeiro ano do Grao e que forman, parte do Módulo de Formación Básica. Así mesmo, as competencias que adquira o alumnado nesta materia serviralle de base para coñecementos que obterá no Grao noutras materias como Tecnoloxía Culinaria, Nutrición Humana, ou optativas como Ciencia e Tecnoloxía da Carne e Peixe, Ciencia e Tecnoloxía do Leite e Produtos Lácteos e Ciencia e Tecnoloxía de Produtos Vexetais.

Duración e destinatarios

Os contidos desta unidade didáctica están dirixidos aos estudantes do Grao en Nutrición Humana e Dietética e, en particular, preferiblemente para aqueles que superasen as materias de primeiro curso. Os devanditos contidos serán impartidos en oito horas presenciais: catro de docencia teórica, unha interactiva de seminario e tres de prácticas en laboratorio.

OS OBXECTIVOS

O obxectivos da unidade didáctica son os seguintes:

- entender a que ritmo se produce a destrución de microorganismos pola calor,
- coñecer que factores inflúen na destrución de microorganismos,
- comprender de que xeito se poden minimizar a perda de nutrientes e a deterioración das características sensoriais do alimento,
- calcular o tratamento térmico que se debe aplicar a cada alimento,
- coñecer cales son os tipos e métodos de tratamento térmico aplicados na industria alimentaria,
- manexar algunhas técnicas de laboratorio que determinan actividades enzimáticas de alimentos, útiles para coñecer os tratamentos térmicos aos que foron sometidos.

A METODOLOXÍA

A docencia teórica presencial a desenvolver na aula consistirá en catro clases expositivas (maxistrais) de cincuenta minutos cada unha. Empregaranse os medios audiovisuais dispoñibles na aula para proxectar unha presentación que sirva de guía á exposición. O encerado tamén se utilizará, fundamentalmente para a realización de problemas. Para o seguimento das clases, os estudantes dispoñerán de materiais didácticos (as presentacións e algún outro material adicional) que poderán obter a través da USC virtual. Tratarase de promover a participación dos alumnos na discusión daqueles aspectos da unidade didáctica de maior relevancia ou dificultade de comprensión.

O seminario desenvolverase nunha clase de cincuenta minutos onde se resolverán problemas previamente deixados na web virtual. Será preciso que o alumnado tratase de resolvelos previamente. Mentres que na clase expositiva se terá solucionado un problema (método demostrativo) o seminario será máis interactivo, os alumnos resolverán problemas, o profesorado corraxirá os fallos observados e resolverá as dúbidas que formule o alumnado.

Os contidos prácticos desenvolveranse no laboratorio, nunha xornada de tres horas. Os grupos serán de vinte estudantes como máximo. Para o seguimento das actividades, o estudantado dispoñerá dun boletín de prácticas que poderán obter a través da USC virtual. As prácticas intentarán desenvolver as destrezas necesarias para o manexo do equipo e material de laboratorio. O alumnado deberá prestar interese na obtención de resultados pois estes plasmaranse no caderno de prácticas.

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. Acción letal da calor nos microorganismos: termobacterioloxía. Destrucción térmica de enzimas e nutrientes.

1.1. Ecuación do tempo de morte térmica

Un dos métodos máis utilizados na actualidade para a conservación de alimentos é a calor. Admítese que o inventou Nicolas Appert, a principios do século XIX, ao observar que alimentos contidos en envases de vidro pechados e quentados en auga fervendo conservábanse durante longo tempo. A conservación destes alimentos (conservas) débese a dous efectos da calor: destrución de microorganismos e inactivación de enzimas.

Non obstante, a aplicación de calor pode orixinar perdas nutritivas (destrución de vitaminas termolábiles como B₁, B₆, B₁₂, C e ácido fólico, aminoácidos como a lisina) e sensoriais ou organolépticas (cambios de cor, textura, olor). Por iso, para cada alimento, hai que buscar a combinación adecuada de tempo/temperatura a aplicar que destrúa os microorganismos coa menor alteración posible das características organolépticas e nutritivas. Isto desenvólveo a termobacterioloxía, que é a rama da Tecnoloxía dos Alimentos que se ocupa do estudo dos efectos da calor sobre os microorganismos e do cálculo dos tratamentos térmicos precisos para a conservación dos alimentos en cada caso particular.

A destrución dos microorganismos pola calor é logarítmica e pódese representar coa seguinte ecuación:

$$t = D \times \log (N_0 / N_t),$$

onde t = tempo, N_0 = número inicial de microorganismos, N_t = número final de microorganismos e D = tempo de redución decimal.

O tempo de redución decimal é o período de tempo de quecemento necesario para reducir á décima parte o número de microorganismos (depende da especie e cepa do microorganismo, a temperatura e o medio de cultivo).

Destá ecuación pódense tirar dúas consecuencias. A primeira é que a carga inicial inflúe no tempo de quecemento necesario para a destrución de microorganismos. A segunda é que, por moito que se prolongue o tempo de quecemento, nunca pode lograrse a esterilidade absoluta. A unha temperatura suficientemente elevada para destruír os microorganismos, a aplicación de D (tempo de redución decimal) implica que se reduce a poboación de microorganismos un 90%. Outro tempo D levaría ao 99%, o seguinte tempo D ao 99,9% e así sucesivamente. Expresado como supervivencia do microorganismo, sobrevivirían 10%, 1%, 0,1%, etc. En termos de microorganismos por envase, sería 10 microorganismos por envase, 1 por envase, 1 por cada 10 envases, etc. Por iso, xorde o concepto de esterilidade comercial. Pódese definir como a probabilidade de atopar un envase que conteña aínda unha bacteria viva sexa o suficientemente remota para que o risco resulte practicamente desprezable. Neste caso, fálase de tempo de morte térmica (valor F). Defínese como o

tempo necesario para destruír, dentro dos límites técnicos, a unha poboación de microorganismos. O valor F recóllese na *ecuación do tempo de morte térmica*:

$$F_t = D_t \times \log (N_0 / N_1),$$

onde F_t = o tempo de morte térmica a unha temperatura t , D_t = o tempo de redución decimal a unha temperatura t , N_0 = número inicial de microorganismos e N_1 = número final de microorganismos,

$$\text{se } \log (N_0 / N_1) = n, \quad F_t = n \times D_t$$

sendo n = orde de proceso.

E, cal é o valor de n ? Neste aspecto, hai que diferenciar entre seguridade e calidade. No primeiro caso, fálase da eliminación dos microorganismos patóxenos presentes nun alimento ata reducir a probabilidade da súa presenza nun envase a valores estatisticamente desprezables. En relación á calidade, búscase a destrución dos microorganismos capaces de alterar os alimentos ata tal punto que o risco de alteración de cada envase sexa comercialmente tolerable.

En relación á seguridade alimentaria, a experiencia da preparación industrial de conservas, así como os estudos de laboratorio demostraron que a marxe de seguridade é amplamente suficiente cando se aplica un tratamento térmico que reduza doce unidades logarítmicas ($n = 12$, concepto 12D) o número de esporas inicialmente presentes da cepa de *Clostridium botulinum* máis termorresistente que xamais se illou. A elección de *Clostridium botulinum* débese a que é o microorganismo que pode causar problemas para a saúde do consumidor, concretamente unha intoxicación alimentaria, máis termorresistente. Esta elección de $n = 12$ é independente de que se illou ou non esta especie no alimento.

Hai outras especies (*Clostridium sporogenes*, *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Bacillus stearothermophilus*) que forman esporas cuxa resistencia á calor é superior ás das esporas de *Clostridium botulinum*, pero que non causan problemas para a saúde. A súa supervivencia pode causar alteracións no alimento se as condicións de temperatura e medio lles son favorables. Estas alteracións son visibles e o consumidor rexeitará o alimento o que afectará ao prestixio da industria conserveira. Neste caso, con n entre 5 e 8 é suficiente. Se se realizaron recontos do microorganismo no alimento, o valor de N_1 adoita ser 0,0001 ($1/10^4$).

1.2. Factores que inflúen no tempo de redución decimal

A continuación, descríbense os factores que inflúen no tempo de redución decimal (valor D) e, polo tanto, afectan ao tempo necesario para esterilizar unha conserva. Hai que aclarar que a concentración de microorganismos non inflúe no valor D, aínda que si no tempo de morte térmica (valor F).

1.2.1. Especie e cepa dos microorganismos

Dentro das mesmas condicións, a termorresistencia varía dunha especie a outra, ata dentro dunha mesma especie, pode variar dunha cepa a outra. As bacterias esporuladas son as que presentan maiores valores no tempo de redución decimal. Hai táboas publicadas co valor D de distintos microorganismos, sendo este calculado á temperatura de 121 °C. Emprégase esta temperatura porque é equivalente a 250 °F e os estudos sobre este aspecto empezáronse a realizar no Reino Unido onde se emprega o grao *Fahrenheit*.

Os valores de D a 121 °C (D_0) das esporas son moi variables, chegando no caso das esporas máis resistentes de *Bacillus stearothermophilus* ata 5 minutos. Desde o punto de vista de seguridade alimentaria, o dato de D_0 de *Clostridium botulinum* é o máis importante. Este microorganismo ten un valor de D_0 entre 0,1 e 0,2. Non obstante, utilízase un D_0 de 0,21 minutos para os cálculos de termobacterioloxía, xa que é o valor das cepas máis termorresistentes.

1.2.2. Composición do medio

A composición do medio de quecemento (contido de proteína, graxa, carbohidratos e sales minerais) inflúe no valor D. Observouse, por exemplo, como os ións de calcio e magnesio diminúen a resistencia, mentres que os lípidos, as proteínas e unha concentración elevada de sacarosa teñen o efecto contrario.

Un dos factores máis importantes é o pH do alimento. Isto débese a que as esporas de *Clostridium botulinum* non poden xerminar en alimentos que teñan un pH inferior a 4,5. En relación ás outras esporas bacterianas, ningunha pode xerminar a pH inferiores a 4,0. Por estes dous motivos clasificáronse os alimentos en tres bloques: alimentos pouco ácidos (de pH superior a 4,5), ácidos (pH entre 4,0 e 4,5) e moi ácidos (de pH inferior a 4,0). Nos alimentos pouco ácidos haberá que ter en conta sempre a posible xerminación de *Clostridium botulinum* e polo tanto, a formación de toxina botulínica. Ademais, poden xerminar outras esporas microbianas. Nos alimentos ácidos poden xerminar esporas dalgúns microorganismos como *Bacillus coagulans*, que poden causar alteracións da calidade do alimento. Finalmente, en alimentos moi ácidos, no tratamento térmico só se terá en conta microorganismos que crezan a eses pH, como algunhas bacterias lácticas, lévedos, mofos, etc.

1.2.3. Temperatura

O tempo de redución decimal de cada microorganismo depende da temperatura de tratamento. Como xa comentamos, o valor D das esporas adóitase calcular a 121 °C. Se aumentamos a temperatura, redúcese o tempo necesario para conseguir a redución decimal dos microorganismos.

Esta redución ocorre dunha forma logarítmica, de acordo coa seguinte ecuación:

$$\log (D_0 / D_1) = T_1 - T_0 / Z$$

sendo T_0 e T_1 dúas temperaturas diferentes e D_0 e D_1 os seus correspondentes tempos de redución decimal. De acordo coa ecuación, Z pódese definir como o aumento de temperatura necesario para que D diminúa á décima parte. Tendo en conta o valor F , xa que non se modifica nun tratamento térmico esterilizante, Z tamén se pode definir como o aumento de temperatura que permite reducir o 90% do tempo necesario para a esterilización.

O valor Z das bacterias en forma vexetativa adoita ser de ao redor de 5 °C. As esporas bacterianas adoitan ter un valor ao redor de 10 °C. Non obstante, en relación á destrución de vitaminas termolábiles, reacción de Maillard, perdas de textura ou perdas de cor, os valores Z son moi superiores, estando comprendidos entre 20 °C e 50 °C. Así, por exemplo, a destrución das vitaminas B_1 e B_6 pola calor ten un valor de Z de 22 °C e 45 °C respectivamente.

Estes diferentes valores de Z van ser os que expliquen o motivo polo cal é mellor empregar tratamentos térmicos baseados en altas temperaturas curtos períodos de tempo (relación temperatura/tempo alta) que temperaturas máis baixas longos períodos de tempo (relación temperatura/tempo baixa). A explicación obsérvase nas chamadas gráficas tempo-temperatura, gráficas de destrución térmica ou gráficas de equivalencia letal (Figura 1).

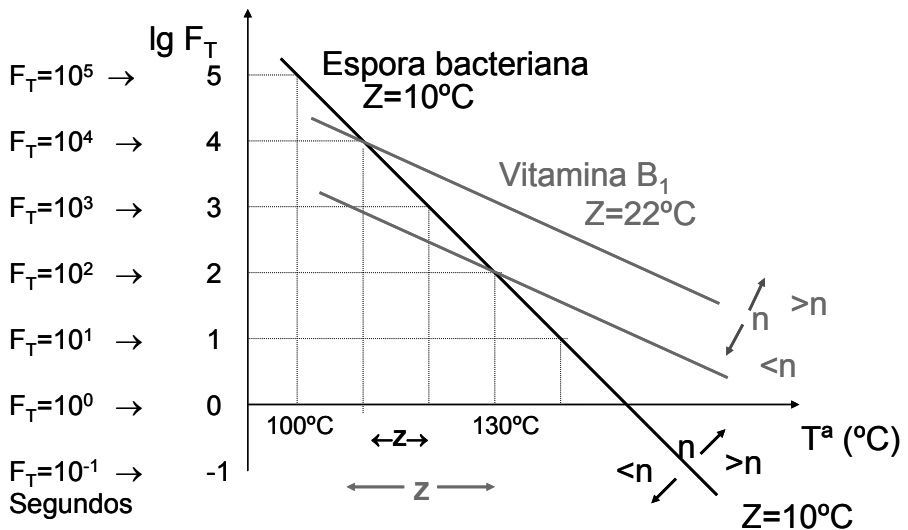


Figura 1. Gráfica de destrución térmica

Nas gráficas, unha recta une relacións temperatura/tempo que logran a mesma destrución dunha espóra bacteriana ou vitamina. No exemplo da figura, cunha Z de 10 °C, é equivalente 110 °C 10.000 segundos e 130 °C 100 segundos para a mesma destrución da espóra. Non obstante, na primeira relación temperatura/tempo a destrución da vitamina B₁ é superior á que acontece na segunda relación temperatura/tempo.

1.3 Cálculo do tratamento térmico aplicable

Para calcular o tratamento térmico esterilizante que se debe aplicar a un alimento haberá que ter en conta, en primeiro lugar, cales son os microorganismos que poden alterar a súa calidade ou causar problemas sanitarios. Neste aspecto é importante o pH do alimento, xa que os que teñan un pH igual ou superior a 4,5, sempre haberá que ter en conta a *Clostridium botulinum*. A continuación, mediante análise microbiolóxica haberá que determinar cal é, no seu conxunto, o contido de microorganismos da conserva e os seus valores D e Z. Tamén haberá que sinalar cal é a orde de proceso (n) que se quere obter.

Exemplo. Preténdese elaborar carne en conserva (pH=6) en envases de 500 g. As análises microbiolóxicas revelaron a presenza de 200 esporos /gramo de *Clostridium sporogenes*. Os cálculos dos parámetros termobacteriolóxicos determinados experimentalmente foron: *Clostridium sporogenes*, $D_{121^{\circ}\text{C}} = 0,5$ minutos, $Z = 10$ °C.

A esterilidade comercial estableceuse en $1/10^4$ (risco de alteración sexa de 1 envase por cada 10.000). A temperatura do autoclave será de 111 °C. Calcular os valores de F_0 e de $F_{111^{\circ}\text{C}}$ da conserva.

A solución é $F_0 = 4,5$ minutos e $F_{111^{\circ}\text{C}} = 45$ minutos.

Como o pH é de 6, haberá que ter en conta ao *Clostridium botulinum*. O valor F_0 deste microorganismo é de 2,52 minutos (resultado de multiplicar 12 e 0,21, orde de proceso e valor D a 121 °C, respectivamente). $F_{111^{\circ}\text{C}}$ de *Clostridium botulinum* é 25,2 minutos (con Z de *Clostridium botulinum* igual a 10 °C). Estes valores neste caso son inferiores ao resultado obtido con *Clostridium sporogenes* polo que non inflúen no resultado final.

Na elaboración de conservas é importante sinalar que haberá que controlar a carga microbiana inicial. Se a materia prima coa que se quere fabricar unha conserva está cunha carga microbiana especialmente alta, elevaríase o valor de N_0 , co conseguinte incremento do valor de F.

Outro aspecto a considerar é que no tempo de esterilización haberá que ter en conta a velocidade de penetración da calor dentro da conserva. O resultado obtido (no exemplo 121 °C 4,5 minutos) empeza a contar cando dita temperatura se alcanza no denominado punto crítico da conserva. Este punto crítico (tamén denominado centro térmico ou punto frío) é o sitio da conserva que máis tarda en quentarse. A velocidade de penetración da calor pódese calcular mediante métodos matemáticos ou gráficos. Na velocidade de penetración de calor dentro dun envase inflúen moitos aspectos, relacionados co alimento (se é líquido é máis rápido que se é sólido), forma do envase (nos máis altos penetra mellor a calor), material

con que está elaborado o recipiente (a condutividade térmica dos de vidro é menor que a dos metálicos), tamaño do envase (nos máis grandes tarda máis en chegar a calor ao centro térmico), e o procesado (a axitación favorece a penetración de calor e unha maior temperatura do esterilizador acurta o tempo que tarda en quentarse).

2. Tratamentos térmicos aplicados na industria alimentaria. Termización. Pasterización. Esterilización. Métodos.

2.1. Introducción

O emprego de calor pode ter distintos obxectivos na industria alimentaria. Nalgúns casos, como se sinalou anteriormente, o obxectivo pode ser a esterilidade comercial. Non obstante, por distintos motivos, nalgúns casos o obxectivo é a destrución parcial ou selectiva de microorganismos. Neste contexto, xorden os conceptos de termización e pasterización.

2.2. Termización

A termización é un tratamento térmico de baixa intensidade (63 °C-65 °C durante 15 segundos) que se adoita aplicar ao leite cru para conseguir unha redución dos microorganismos psicrótrofos (microorganismos que se poden multiplicar en refrixeración). Adóitase realizar en leite que vai ser conservado durante máis de 48 horas en refrixeración antes da esterilización. As bacterias psicrótrofas (por exemplo, *Pseudomonas*) producen enzimas (proteases, lipases) termorresistentes e o tratamento de esterilización destrúe os microorganismos psicrótrofos pero non os enzimas producidos por eles podendo dar alteracións ao leite nos 5 meses de vida útil.

2.3. Pasterización

A pasterización é a elevación da temperatura dun alimento líquido a un nivel inferior ao do seu punto de ebulición (menos de 100 °C), durante un curto tempo, arrefriándoo despois rapidamente, co fin de destruír selectivamente os microorganismos sen alterar a composición e calidades do líquido. Polo tanto, os obxectivos fundamentais da pasterización son, por unha banda destruír microorganismos aínda que sen buscar a esterilidade do produto, e doutra banda, que os cambios no valor nutritivo e características sensoriais do alimento sexan mínimos.

O tipo de microorganismo que se quere eliminar varía segundo o produto ao que se aplique, nalgúns casos son os patóxenos e noutros casos son os microorganismos alterantes. Así, en certos produtos búscase a destrución dos microorganismos patóxenos máis termorresistentes, ante a posibilidade de que estean presentes, como en leite pasterizado, onde a

pasterización causa unha redución 12D de *Micobacterium tuberculosis*, *Listeria* e *Coxiella burnetti* ou en ovoprodutos líquidos pasterizados onde se destrúe *Salmonella*. Noutros alimentos (zume de froitas, cervexa), polas súas características físico-químicas, especialmente un pH acedo, preténdese eliminar unicamente microorganismos alterantes (bacterias non esporuladas, lévedos e mofos). En alimentos onde se van engadir cultivos iniciadores (iogur, queixo), unha pasterización previa serve para favorecer o desenvolvemento das fermentacións desexables, eliminando os microorganismos que compiten cos cultivos iniciadores.

Con todo, en certos alimentos, a pasterización pode ter outros obxectivos. Por exemplo, no mel realízase para que non haxa cristais de glicosa. A pasterización do leite para elaborar iogures consegue unha desnaturalización das proteínas do lactosoro o que leva consigo unha maior viscosidade dos iogures e mellor retención do soro lácteo. Pero, para iso, é necesario un aumento da relación temperatura/tempo aplicada, denominándose pasterización alta.

A medición da actividade de enzimas presentes no alimento é o xeito de controlar se a pasterización foi correcta. No leite utilízanse dous enzimas, a fosfatase alcalina e a peroxidase. A actividade destes enzimas mídese facilmente mediante unha reacción colorimétrica. No leite cru, ambos enzimas están activos; non obstante, no leite pasterizado a fosfatase é inactivada, permanecendo activa a peroxidase. Ambos enzimas están inactivos no leite de pasterización alta.

Na conservación dos produtos pasterizados normalmente hai que empregar outros métodos de conservación, xa sexa refrixeración (leite, zumes), adición de azucre e concentración (leite condensado), adición de sal e refrixeración (semiconservas de anchoas) ou adición de conservantes como nitritos en produtos cárnicos (salchichas).

Os métodos de aplicar a pasterización varían se se realizan de xeito descontinuo ou continuo. Os métodos descontinuos realízanse colocando o alimento en recipientes con camisas de calefacción ou quentando os alimentos envasados con auga quente. Os métodos continuos realízanse en intercambiadores de calor tubulares ou de placas. É mellor a pasterización en intercambiadores de calor xa que permite aplicar tratamento térmicos baseados en temperaturas altas, tempos curtos (HTST, *high temperature, short time*), o cal non é posible en procesos descontinuos. Como se sinalou anteriormente, así se consegue cambios mínimos en valor nutritivo e características sensoriais.

2.4. Esterilización

A esterilización comercial busca destruír os microorganismos dun alimento dentro dos límites técnicos. Con iso, o alimento pódese conservar a temperatura ambiente durante un longo período de tempo. Os métodos para conseguir a esterilización do alimento varían se se realizan en alimentos previamente envasados ou antes do seu envasado. Os primeiros pódense realizar de xeito descontinuo (autoclaves) ou continuo (esterilizadores hidrostáticos).

A esterilización dos alimentos previamente ao seu envasado permite a aplicación de temperaturas altas durante curtos períodos de tempo (esterilización UHT) con melloras na calidade nutritiva e sensorial. O método UHT (*Ultra High Temperature*) pódese realizar de xeito directo ou indirecto. Nos métodos indirectos empréganse intercambiadores de calor tubulares ou de placas. Denomínanse indirectos porque hai unha barreira (a placa ou o tubo) entre o alimento e o medio de quecemento (auga quente presurizada ou vapor). Polo contrario, nos métodos directos non existe esta barreira xa que se inxecta directamente o vapor de auga no líquido a esterilizar (método de inxección) ou se introduce o alimento nunha cámara con vapor de auga (método de infusión). Deste xeito conséguese elevar a temperatura do alimento dun xeito moito máis rápido. O arrefriamento tamén é case instantáneo e baséase na aplicación do baleiro necesario para que se evapore a auga de máis que se incorporou ao alimento.

ACTIVIDADES PROPOSTAS

- Desenvolverase a seguinte actividade interactiva no seminario.
Realización de problemas de termobacterioloxía. Tras a explicación en teoría, propoñeranse problemas (previamente deixados na web virtual; ver anexos) para solucionar en seminario. Estes problemas versarán sobre o tratamento térmico necesario para conservar un alimento. O alumnado tratará de solucionarlos antes do seminario. Na aula, traballarase conxuntamente coas dúbidas que xurdisen.
- Desenvolverase a seguinte actividade práctica no laboratorio.
Alimentos tratados pola calor. Control da eficacia do tratamento térmico mediante probas de actividade enzimática. Consistirá en nunha sesión no laboratorio de tres horas de duración en grupos de vinte persoas. Para o seguimento desta actividade dispoñerase de boletín de prácticas que se poderá obter a través da USC virtual. O boletín constará dunha breve introdución, a descrición dos materiais necesarios, os métodos a seguir, unha táboa ou espazo para anotar os resultados obtidos e unha serie de cuestións en relación a eles que deben responder de forma razoada. Finalmente achegarase unha breve bibliografía relacionada coa práctica. Cos resultados obtidos e as súas explicacións, o alumnado fará o caderno de prácticas.
Nesta práctica poñerase a disposición do alumnado mostras de leites sometidos a diferentes tratamentos térmicos. Mediante dúas probas de actividade enzimática (fosfatase alcalina e peroxidase), deberá determinar, traballando en parellas, a intensidade do quecemento recibido.

Tras a realización das probas, o alumnado comentará os seus resultados e tratará de explicar que tipo de tratamento térmico sufriu este leite.

AVALIACIÓN

Avaliación da unidade didáctica

Os contidos teóricos avaliaranse mediante un exame de preguntas curtas nas que se valorará a adquisición por parte dos/das estudantes dos coñecementos relacionados cos contidos teóricos explicados na unidade didáctica. O alumnado terá unha serie de preguntas de autoavaliación (ver anexos) que poderán utilizar para comprobar o grao de comprensión dos contidos tratados na unidade didáctica.

A avaliación do seminario farase mediante control da súa asistencia e participación así como a entrega de problemas resoltos. No exame tamén se avaliara un problema sobre termobacterioloxía.

As prácticas de laboratorio valoraranse mediante o caderno de prácticas que entregará o alumnado ao profesorado. Tamén se controlará a súa asistencia e valorarase a súa participación.

Avaliación da materia

Os diferentes aspectos que se avaliarán na materia, así como o seu valor na cualificación final do alumnado serán:

- A asistencia e participación nas clases teóricas, seminarios e prácticas e a valoración do caderno de prácticas (20% da nota final).
- A realización de traballos e problemas (20% da nota final).
- Exame escrito dos contidos (60% da nota final).

ANEXOS

Preguntas de autoavaliación

1. Unha empresa fabrica conservas dun alimento en envases metálicos de 1 kg. O pH do devandito alimento procesado é de 6,4. As análises microbiolóxicas deron o seguinte resultado:

Bacillus stearothermophilus: 1 esporo /gr.

Os cálculos dos parámetros termobacteriolóxicos determinados experimentalmente foron: *Bacillus stearothermophilus*, $D_{121^{\circ}\text{C}} = 0,10$ minutos, $Z = 10^{\circ}\text{C}$.

A esterilidade comercial estableceuse en $1/10^4$ (risco de alteración sexa de 1 envase por cada 10.000). A temperatura do autoclave será de 101°C . Calcular os valores de $F_{101^{\circ}\text{C}}$ da conserva.

2. Na conserva da pregunta anterior, sinala como afectarían ao tratamento térmico esterilizante as seguintes adicións ao alimento ou as seguintes modificacións antes da esterilización das latas:

- a) Adición de graxa.
- b) Adición de zume de limón ata baixar o pH a 3,9.
- c) Aumento do tamaño do envase.
- d) Cambio do envase de lata por un de plástico.
- e) Axitación do envase durante o quecemento.
- f) Cambio do envase metálico por un de vidro.

3. Unha empresa fabrica tomate triturado enlatado en envases de 500 gr. O pH do alimento procesado é de 4,2. As análises microbiolóxicas deron o seguinte resultado:

Bacillus coagulans: 2 esporo /gr.

Os cálculos dos parámetros termobacteriolóxicos determinados experimentalmente son: *Bacillus coagulans*: $D_{121^{\circ}\text{C}} = 0,015$ minutos $Z = 10^{\circ}\text{C}$. A esterilidade comercial estableceuse en $1/10^4$ (risco de alteración sexa de 1 envase por cada 10.000). A temperatura do autoclave será de 111°C . Calcular os valores de $F_{111^{\circ}\text{C}}$ da conserva.

4. Como afectaría ao valor de F calculado no problema anterior, os seguintes parámetros?

(Subliña a resposta correcta)

a) a adición de aceite vexetal ao produto antes do tratamento térmico
aumenta F diminúe F non afecta a F

b) a axitación do envase durante o tratamento térmico
aumenta F diminúe F non afecta a F

c) a adición dunha substancia alcalina ata levar ao produto a pH=5 antes do tratamento térmico
aumenta F diminúe F non afecta a F

- d) Traballar cunha materia prima de menor carga microbiolóxica
aumenta F diminúe F non afecta a F.
5. Se unha empresa alimentaria quere elaborar unha conserva dun determinado alimento, explica que pasos tería que dar para calcular o tratamento térmico esterilizante aplicable á devandita conserva.
6. Compara os seguintes tratamentos térmicos aplicados a un alimento sinalando cales destrúen máis os microorganismos e cales afectan menos aos nutrientes.
- a) 72 °C 15 segundos
 - b) 110 °C 20 minutos
 - c) 135 °C 2 segundos.
7. Obxectivos da pasterización.
8. Métodos de esterilización dos alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- BRENNAN, J.G., BITTER, J.R., COWELL, N.D., LILLY, A.E.V. (1998): *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*, 3ª ed., Zaragoza: Acribia.
- CASP, A., ABRIL, J. (1999): *Procesos de conservación de alimentos*, Madrid: AMV Ediciones-Mundi Prensa.
- FELLOWS, P. (2007): *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas*, Zaragoza: Acribia.
- ORDÓÑEZ, J.A., CAMBERO, M.I., FERNÁNDEZ, L., GARCÍA, M.L., GARCÍA DE FERNANDO, G., HOZ, L., SELGAS, M.D. (1998): *Tecnología de los Alimentos. Vol. I. Componentes de los alimentos y procesos*, Madrid: Síntesis.
- TSCHEUSCHNER, H.D. (2001): *Fundamentos de tecnología de los alimentos*, Zaragoza: Acribia.



Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade



Impreso en papel 100% reciclado e libre de cloro



SERVIZO DE NORMALIZACIÓN
LINGÜÍSTICA

