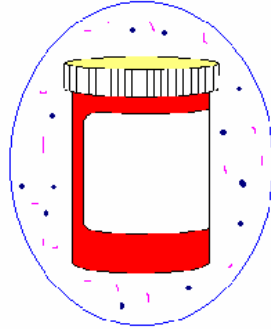


DETERIORO MICROBIANO



TEMA 13

DETERIORO MICROBIANO. Efectos de los microorganismos sobre los diferentes productos. Fuentes de contaminación. Factores que influyen en el crecimiento microbiano. Preservación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el tema el estudiante podrá:

1. Explicar los efectos producidos por la acción microbiana sobre alimentos, medicamentos y cosméticos.
2. Explicar cuáles son las fuentes de contaminación que afectan la calidad microbiológica de alimentos, medicamentos y cosméticos (aire, superficies, equipos, personal, materias primas, envase y empaque).
3. Enumerar los factores que influyen en el desarrollo microbiano en alimentos, medicamentos y cosméticos. (A_w , temperatura, oxígeno, nutrientes).
4. Definir preservativos.
5. Señalar la finalidad de preservar los alimentos, medicamentos y cosméticos y citar los métodos más empleados de preservación.
6. Dar ejemplos de sustancias utilizadas como preservativos en alimentos, medicamentos y cosméticos.

Los alimentos, medicamentos y cosméticos pueden permitir la multiplicación de los microorganismos y este crecimiento puede causar el deterioro del producto. Normalmente los signos visibles de deterioro microbiológico requieren altos niveles de contaminación o una

intensa multiplicación de los microorganismos, sin embargo, se pueden encontrar productos contaminados que no muestran ninguna evidencia de deterioro.

Entre los principales cambios que puede presentar un producto como consecuencia del crecimiento microbiano se encuentran:

- Evidencia directa del crecimiento microbiano.
- Cambio de color.
- Deformación del envase.
- Producción de malos olores.
- Separación de fases en las emulsiones.
- Sedimentación de los materiales suspendidos.
- Alteración de las propiedades reológicas de la preparación.
- Pérdida de la textura en preparaciones tópicas.
- Disminución de la viscosidad.

FUENTES DE CONTAMINACION

Los microorganismos que contaminan a los alimentos, medicamentos y cosméticos pueden llegar al producto durante el proceso de producción a través de la materia prima, el ambiente de producción, el equipo, el material de empaque y envase y el personal que trabaja directamente en el proceso; una vez que estos productos salen a la calle, el consumidor y el ambiente en el que son utilizados, son otras fuentes de contaminación que deben ser tomadas en cuenta en el momento en que se formulan estos productos.

FUENTES DE CONTAMINACIÓN DURANTE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Materia prima

La materia prima constituye una de las principales fuentes de contaminación, ya que si ésta contiene microorganismos viables es prácticamente inevitable que éstos pasen a formar parte del producto.

Los contaminantes que aporta la materia prima van a depender principalmente de su origen, su susceptibilidad al crecimiento microbiano y de su almacenamiento.

Origen

- La materia prima que proviene de fuentes naturales y que no ha sido sometida a ningún tratamiento antimicrobiano, generalmente presenta un alto grado de contaminación.

La proveniente de fuentes animales puede estar contaminada con microorganismos patógenos presentes en los animales de los cuales ha sido extraída.

La de origen vegetal puede contener una gran cantidad de bacterias y mohos provenientes del ambiente donde se producen. Además puede contener microorganismos patógenos provenientes de los fertilizantes de origen animal.

- La materia prima en forma de polvo, puede contener microorganismos anaerobios como *Clostridium spp* y principalmente contiene grandes cantidades de bacterias formadoras de esporas.
- La materia prima de origen sintético generalmente no aporta una gran cantidad de microorganismos, ya que éstos son eliminados durante el proceso de obtención.
- Las grasas, ceras y aceites refinados generalmente contienen pocos microorganismos.
- El agua puede contener una gran cantidad de bacterias, mohos y levaduras especialmente si no ha sido sometida a un adecuado tratamiento.

Susceptibilidad al crecimiento microbiano

Existen diferentes categorías de materias primas tomando en consideración la susceptibilidad al crecimiento microbiano. Entre éstas tenemos:

- Susceptibilidad alta: permiten que los microorganismos no sólo puedan sobrevivir, sino que puedan crecer vigorosamente.
- Susceptibilidad media: pueden permitir que los microorganismos sobrevivan por largos períodos, pero éstos no pueden crecer ni multiplicarse.
- Susceptibilidad baja: son hostiles para el crecimiento de los microorganismos.
- No susceptibles: no permiten la sobrevivencia de los microorganismos.

Almacenamiento

Todas las materias primas deben ser almacenadas adecuadamente para evitar su contaminación o que sufran modificaciones que posteriormente puedan favorecer el crecimiento de los microorganismos.

Para el correcto almacenamiento de la materia prima debe tenerse en cuenta el diseño y mantenimiento de los almacenes, así como las condiciones de almacenamiento y las características del recipiente que la contiene.

Ambiente

El aire sin tratamiento contiene una gran cantidad de bacterias formadoras de esporas como los *Bacillus spp*, *Clostridium spp*, bacterias no esporuladas como *Staphylococcus*, *Streptococcus* y mohos como el *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, etc.

Estos microorganismos generalmente se encuentran suspendidos en las partículas de polvo, en las gotas de humedad o en las gotas de saliva expelidas por el personal al hablar, toser o estornudar, por lo que el número de microorganismos en el ambiente depende de la limpieza del área, de la actividad que se lleva a cabo en ella y del contenido de humedad presente.

Es importante tener en cuenta que los microorganismos presentes en el aire pueden sedimentar y contaminar diferentes superficies y al producto que se elabora.

Equipos

Cada uno de los equipos empleados en la elaboración y empaque de un producto tiene áreas particulares donde se pueden acumular los microorganismos los cuales, si encuentran las condiciones apropiadas, se pueden multiplicar y contaminar al producto.

El tipo de microorganismo que se desarrolla en tales áreas, depende de los nutrientes disponibles y de las condiciones ambientales, especialmente del pH y de la temperatura.

Envase y empaque

El contenido microbiano del material de empaque depende de su composición y de las condiciones de almacenamiento. Los envases de vidrio o de plástico usualmente poseen un bajo número de microorganismos, pero como resultado de un mal almacenamiento pueden contener bacterias esporuladas como *Bacillus spp* o esporas de hongos como *Penicillium spp*, *Aspergillus spp*. Por otra parte, el almacenamiento y transporte de los envases en cajas de cartón, en condiciones poco higiénicas, puede ser un factor que incrementa el número de contaminantes.

Personal

Los microorganismos pueden ser transferidos a los productos desde el personal que trabaja en su fabricación. Esto constituye un grave peligro ya que de esta manera un producto puede contaminarse con microorganismos patógenos.

Entre los microorganismos patógenos que se pueden encontrar como parte de la flora normal de la piel, se encuentra el *Staphylococcus aureus*. Este microorganismo es quizás el que genera mayores problemas, ya que comúnmente puede encontrarse en las manos, en la cara, y en las capas profundas de la piel.

También existe otro grupo de microorganismos que pueden ser transferidos desde el personal al producto, tal es el caso de la transferencia de microorganismos presentes en las heridas, o en las heces como consecuencia de una inadecuada higiene personal.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO MICROBIANO EN ALIMENTOS, MEDICAMENTOS Y COSMÉTICOS

Son muchos los factores que influyen en el establecimiento de una contaminación en un producto. Entre estos factores podemos citar:

Las características del producto

La cantidad de microorganismos que contamina al producto

El diseño del empaque

La temperatura de almacenamiento

La presencia de otros microorganismos en el producto

El proceso de fabricación

Entre estos factores las características del producto juegan un papel de gran importancia ya que, después que un microorganismo ha alcanzado el producto, es evidente que la capacidad del contaminante para sobrevivir o multiplicarse está determinado por el medio ambiente que éste presenta.

Entre las características del producto que se deben tomar en cuenta para determinar si un microorganismo crecerá o no dentro de una formulación están:

- La disponibilidad de agua (A_w)
- El contenido de nutrientes
- El potencial de óxido reducción
- El pH
- La presión osmótica

Disponibilidad de agua

Como los microorganismos dependen del agua para la síntesis de sus componentes celulares, las características físicas y químicas de la fase acuosa de un producto es uno de los factores dominantes que determinan qué tipo y cantidad de crecimiento puede producirse dentro de una formulación.

En todos los productos el contenido de humedad está representado por el valor de A_w . Este valor, definido como la centésima parte de la humedad relativa del aire que está en equilibrio con el sustrato, indica la cantidad de agua disponible para ser utilizada por los microorganismos.

La presencia de elevadas concentraciones de sales, azúcares u otros sustratos, al igual que la desecación, pueden producir una disminución de la cantidad de agua disponible dentro de un producto en particular y esto influye directamente en el tipo de microorganismo que podrá desarrollarse en el producto.

Contenido de nutrientes

Los productos pueden contener una gran cantidad de ingredientes que pueden servir como nutrientes para los microorganismos o por el contrario, pueden interferir con su crecimiento.

El hecho de que los diferentes ingredientes puedan o no ser utilizados, depende del efecto que ejerza el ingrediente sobre los microorganismos y de la capacidad de producir enzimas que posea el contaminante.

pH

El pH del producto es un factor muy importante en el establecimiento de una determinada contaminación microbiana, ya que el grado de acidez o alcalinidad del medio afecta el grado de ionización de los materiales utilizados como nutrientes y por lo tanto regula la disponibilidad de estos compuestos y la facilidad con que son asimilados por el microorganismo; por otra parte, determina la producción de enzimas por parte del microorganismo y la actividad de algunos preservativos.

En general se puede decir que todos los microorganismos tienen un pH donde su creci

miento es óptimo, sin embargo, no se puede considerar que los productos con pH extremos están libres de contaminación, ya que existen microorganismos que pueden crecer en ambientes con otros valores de pH.

Potencial de óxido reducción

La mayoría de los medicamentos, alimentos o cosméticos ofrecen un ambiente aerobio para el crecimiento de los microorganismos, sin embargo, hay que tener en cuenta que el potencial de oxido reducción de un producto no sólo está determinado por el contenido de oxígeno que éste posea, sino que los ingredientes de la preparación también ejercen una importante influencia en este factor. De esta forma, cualquier formulación que contenga compuestos reductores como proteínas con grupos tioles, azúcares reductores, antioxidantes etc., puede ser favorable para el desarrollo de microorganismos anaerobios.

También es importante tener en cuenta que el crecimiento de microorganismos aerobios o facultativos, puede modificar el potencial de óxido reducción de la formulación y favorecer el crecimiento de microorganismos anaerobios estrictos, los cuales representan un peligro potencial en muchos productos.

Presión osmótica

La membrana plasmática, selectivamente permeable, separa a los microorganismos de su ambiente, por ello, éstos pueden verse afectados por cambios en la concentración osmótica del medio. Es decir, cualquier cambio drástico en la concentración de solutos presentes en la fase acuosa de una preparación, puede ocasionar la lisis o la deshidratación de los microorganismos.

PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS, MEDICAMENTOS Y COSMÉTICOS.

Cuando el consumidor adquiere un producto espera que éste se encuentre en perfectas condiciones y que así se mantenga durante su uso. Sin embargo, aun cuando un producto sale de la empresa con una calidad microbiológica adecuada, puede contaminarse en el momento que es utilizado.

MÉTODOS EMPLEADOS PARA LA PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS, MEDICAMENTOS Y COSMÉTICOS

Los alimentos, medicamentos y cosméticos pueden preservarse utilizando diversos métodos que tienen como objetivo, inhibir, eliminar o reducir las poblaciones de microorganismos causantes del deterioro del producto.

Entre los métodos más importantes empleados en la preservación de alimentos se encuentran:

- **Alta temperatura:** dentro de esta categoría se encuentran varios métodos. Entre ellos podemos citar:

La pasteurización: es un proceso de calentamiento, a temperatura controlada para eliminar los microorganismos causantes de enfermedades y reducir en forma importante los niveles de microorganismos causantes de la descomposición del producto.

Este proceso se utiliza en el procesamiento de la leche, la cerveza, jugos de fruta, entre otros.

Procesos térmicos aplicados en tiempos cortos. Entre estos métodos podemos citar:

LHT (low temperature holding): pasteurización convencional por tratamiento térmico reducido, en el cual el producto se mantiene a 63 °C durante 30 minutos.

HTST (high temperature, short time): Tratamiento del producto a 72 °C durante 15 segundos.

UHT (ultra high temperature): tratamiento del producto a 140 °C en menos de un segundo, éste se mantiene durante 3 segundos y luego se enfría a 74 °C en una cámara de vacío.

Estos procesos térmicos aplicados en tiempos cortos tienen como ventaja que dan lugar a un mejor sabor, ya que no modifican las características del producto, y permiten que éste se mantenga sin refrigeración hasta que es abierto por el consumidor.

- **Baja temperatura:** la congelación o la refrigeración a 5°C retardan el crecimiento de los microorganismos. Al aplicar estos procesos hay que tener en cuenta que durante un almacenamiento prolongado los psicrófilos y los psicotrofos se pueden multiplicar y producir la descomposición del alimento.
- **Deshidratación:** la combinación de la pérdida de agua libre con un aumento de la concentración de solutos, impide el crecimiento de la mayoría de los microorganismos. Se emplea para producir alimentos liofilizados.
- **Filtración:** se hace pasar al producto a través de membranas capaces de reducir o eliminar por completo la presencia de microorganismos. Este procedimiento se aplica en productos como vinos, cerveza, bebidas no alcohólicas, agua, entre otros. Este método tiene la ventaja que conserva el sabor y aroma del producto original.
- **Añadido de sustancias químicas.**

PRESERVACIÓN DE PRODUCTOS UTILIZANDO SUSTANCIAS QUÍMICAS

Para controlar la contaminación de los alimentos, así como de medicamentos y cosméticos, se puede incorporar a los productos un agente antimicrobiano o **preservativo** adecuado, es decir, una sustancia de amplio espectro capaz de impedir que los microorganismos que pudieran llegar accidentalmente a las preparaciones durante el proceso de elaboración o durante su uso, se multipliquen hasta alcanzar valores que puedan representar problemas para el consumidor o para el producto. Estas sustancias pueden tener diversos efectos sobre los microorganismos como dañar la membrana plasmática, desnaturalizar proteínas celulares, interferir con el funcionamiento de los ácidos nucleicos, etc.

Es importante resaltar que el preservativo no se añade para corregir malas prácticas de fabricación, sino para prevenir el deterioro del producto en manos del consumidor.

CARACTERÍSTICAS DE UN PRESERVATIVO IDEAL

1. Debe ser efectivo contra un amplio espectro de microorganismos.

DETERIORO MICROBIANO

2. Debe ser estable física, química y microbiológicamente por el tiempo de vida del producto.
3. No debe ser tóxico, ni sensibilizante.
4. Debe ser adecuadamente soluble, compatible con los otros componentes de la formulación y aceptable con respecto a sabor y olor a las concentraciones usadas.

Para seleccionar el agente químico que se utilizará como agente de preservación, además de conocer las características de la sustancia y el espectro de acción que posea, es necesario conocer exactamente las características del producto ya que éstas influirán directamente en la eficacia del agente.

Existen diferentes métodos para evaluar la eficacia de un preservativo en un producto, sin embargo, el ensayo de efectividad descrito en la Farmacopea Americana (United States Pharmacopeia) USP, es uno de los más empleados para los medicamentos y cosméticos. Este método se basa en inocular el producto con un determinado número de microorganismos viables y examinar dicha preparación periódicamente para ver si es capaz de mantener el número de microorganismos inoculados dentro de ciertos límites.

En la preservación de medicamentos y cosméticos se utilizan los parabenos, el ácido sórbico, el ácido benzoico, el formaldehído, entre otros.

En la conservación de alimentos también se utiliza una gran variedad de sustancias químicas. En el siguiente cuadro se presentan algunas de ellas.

Sustancia química	Alimento
Propionato de sodio o de calcio	Pan
Benzoato de sodio	Bebidas carbonatadas, jugos de frutas, encurtidos, margarina.
Ácido sórbico	Productos cítricos, quesos, encurtidos, ensaladas.
Bióxido de azufre, sulfitos, bisulfitos	Frutas y legumbres secas, vino
Formaldehído (proceso de ahumado)	Carnes y pescados
Óxido de etileno y de propileno	Espicias, frutas secas, nueces
Nitrito de sodio	Jamón ahumado, tocino.

BIBLIOGRAFÍA

Bastado, Yajaira. 1993. Garantía de la Calidad Microbiológica de los Medicamentos. Tomo II. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Profesor Agregado. Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela.

CTFA. 1999. Microbiological Quality Assurance for the Cosmetic Industry. The Cosmetic, Toilet, and Fragrance Association, Washington, D.C.

De Castro Norma, De Curtis María Luisa. 1997. Preservación en Cosméticos Pieza Clave de la Calidad. Ediciones Vicerrectorado Académico. UCV.

Prescott, L.; Harley, J.; Klein, D. 1999. Microbiología. 4^{ta} edición. McGraw-Hill Interamericana.

The Pharmacopeia of the United States of America. Cap 51 Antimicrobial Effectiveness testing. 31 Edition. Rockville: USP; 2008.

Tortora G. J., B. R. Funke and Ch. L. Case 2007. Introducción a la Microbiología 9^{na} Edición. Editorial Médica Panamericana.

Sofía Gutiérrez de Gamboa
Magaly Pedrique de Aulacio
Enero 2002
Revisión 2008

ACTIVIDADES ADICIONALES

Investigue que son las CTFA Microbiology Guidelines.

Investigue qué sustancias químicas se utilizan como preservativos en los medicamentos y en los productos cosméticos.

Busque en un diccionario de inglés técnico la traducción al español de las palabras siguientes:

Batch	
Behaviour	
Corrective action	
Contact surface	
Desing	
Efficacy	
Environment	
Equipment	
Level	
Manufacturing area	
Measures	
Oil	
Raw material	
Risk	
Shedding	
Sources	
Spoiled	
Storage	
Susceptibility	
Training	