

Ultra pisos®

Ultra soluciones para cualquier tipo de piso.

Doméstico

Casa habitación
Garages
Pasillos
Terrazas

Comercial

Agencias automotrices
Oficinas
Bodegas de tráfico ligero
Tiendas detallistas

Industrial

Alimentos y bebidas
Laboratorios
Hospitales
Industria Metal-Mecánica
Maquiladoras
Talleres



- Sellos
- Membranas
- Acabados
- Juntas de expansión
- Carpetas y morteros poliméricos

Atención Consumidor Final: 01-800-71 26639.
En el D.F. 5864 0790 y 5864 0791.
www.comex.com.mx

Comex[®]
Industrial

Modelo Predictivo de la Descomposición por los hongos *Aspergillus niger* y *Penicillium spinulosum* de Bebidas Envasadas en Frío Listas para Beber

Alyce Stiles Battey, Siobain Duffy y Donald W. Schaffner

Las bebidas listas para beber son susceptibles al desarrollo microbiano. Quienes formulan bebidas listas para beber pueden utilizar modelos para predecir el desarrollo de hongos en ellas y acelerar el desarrollo de nuevos productos.



Introducción

Las bebidas listas para beber tienen una actividad acuosa elevada (A_w) que permite el desarrollo microbiano. La combinación de barreras, como el pH, contenido de azúcar y conservadores químicos, previenen el desarrollo de la mayoría de los organismos en bebidas listas para beber (Leistner, 1995). *Aspergillus niger* y *Penicillium spinulosum* son altamente resistentes a conservadores químicos como los ácidos ascórbico o benzoico, y pueden tolerar ambientes tanto de acidez alta como de baja actividad acuosa (A_w) (Banwart 1979, De Boer y Nielsen 1995).

Los modelos predictivos validados pueden proporcionar información rápida sobre la estabilidad microbiana del producto, que pueden reducir en tiempo y esfuerzo necesarios para estudios de este tipo.

El campo de la microbiología predictiva se ha enfocado en crear ecuaciones de regresión polinomial para modelar el crecimiento de patógenos en alimentos.

Esta investigación desarrolló un modelo predictivo para un sistema de bebidas envasadas en frío y listas para beber con el fin de ayudar al desarrollo de productos. El modelo obtenido

determinará qué factores tienen mayor influencia en el crecimiento de hongos descomponedores. El modelo se puede usar para comparar formulaciones (Whiting y Buchanan 1997) e identificar alternativas con estabilidad similar o mejorada (Cole *et al.* 1987, Whiting 1995).

Materiales y Métodos

Preparación de Mezclas y Microorganismos

Se obtuvieron esporas aisladas de *A. niger* y *P. spinulosum* del Departamento de Microbiología de Kraft Foods, Inc., Tarrytown, Nueva York, EUA. Los microorganismos se contaron en placa por 1.0 ml de una dilución decimal en agar extracto de malta (AEM) (Oxoid Ltd., Basingstoke, Hampshire, UK) y se incubaron a 25°C por 5 días.

Diseño Experimental

Se creó un diseño Box-Behnken con cinco variables a tres niveles utilizando un software JMP® (SAS Institute, Cary, NC). Se usaron dos puntos al centro del diseño, para un total de 42 experimentos. Las variables y niveles fueron pH (2.8, 3.3 y 3.8), acidez titulable (0.20%, 0.40%, y 0.60%), contenido de azúcar (8.0, 12.0, y 16.0 grados

Brix), benzoato de sodio [100, 225, Y 350 ppm (w/v)], y sorbato de potasio [100, 225, y 350 ppm (w/v)].

Preparación de Bebidas

Las bebidas se prepararon con botellas de agua (Poland Springs®, Poland, Maine, EUA), jarabe de maíz alto en fructosa (HFCS 42) (Cargill, Edyville, Indiana, EUA), ácido cítrico granular (Cargill), sorbato de potasio (pKa = 4.76) (Sorbistat®-K, Cultor Food Science Inc., Ardsley, Nueva York, EUA) y benzoato de sodio (pKa=4.18) (Cultor). Se obtuvieron los niveles de pH deseados amortiguando las bebidas con citrato de potasio (Cultor). Los tubos simulaban las condiciones de bebidas envasadas y selladas.

Métodos Experimentales

Se inocularon muestras duplicadas con la mezcla de hongos (100µl 50ml⁻¹) e inmediatamente se sembraron en medio AEM (agar extracto de malta). Las muestras inoculadas se almacenaron a 25°C y se analizaron después de 1, 2, 4, 6 y 8 semanas, utilizando el mismo tubo cada vez.

Desarrollo del Modelo

Las cuentas en placa se transformaron en respuestas de crecimiento de moho positivas o negativas durante 1, 2, 4, 6 y 8 semanas; en donde una respuesta de '1' significaba que se detectó el crecimiento de hongos y '0' significaba que no se observaron colonias. Se realizó un análisis de regresión logística de los datos utilizando el software JMP®.

La ecuación completa para el modelo de logística en segundo grado en donde se incluyen términos lineales y cuadráticos del tiempo es:

$$\begin{aligned} \text{Logit}(P) &= \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) \\ &= \sum_{i=1}^5 \beta_i X_i + \sum_{i,j=1}^5 \beta_{ij} X_i X_j \\ &+ \sum_{i=1}^5 \beta_{ii} X_i^2 + \text{time} + \text{time}^2 \quad (1) \end{aligned}$$

en donde P es la probabilidad de no crecimiento, β son los parámetros estimados para cada término, y X_s representa las cinco variables individuales en el modelo.

Se utilizó regresión por pasos hacia atrás para desarrollar un modelo simplificado y predecir el crecimiento detectable de hongos.

Resultados

Los hongos crecieron en trece condiciones de las bebidas. Las muestras duplicadas mostraron la misma respuesta de crecimiento en cada caso.

A. niger ni *P. spinulosum* no crecieron en las muestras a un pH de 2.8. A un pH de 3.3, los hongos crecieron cuando el total de la concentración del conservador fue de 325 ppm o menos (un conservador a 100 ppm, y otro a 100 o 225 ppm), a pesar de la acidez titulable o de los grados Brix.

Esto también ocurrió a un pH de 3.8, en donde los hongos crecieron en muestras con 325 ppm o menos de los conservadores combinados. No se observó crecimiento de hongos en ninguna otra combinación de conservadores a pH 3.3 o 3.8.

Modelo Logístico Simplificado

Se generó un modelo completo de regresión logística del segundo orden utilizando términos lineales, cuadráticos y de interacción con el tiempo y tiempo². La predicción del modelo fue de 99.2% de concordancia con los datos.

Se encontró que las 5 variables fueron significativas para predecir el crecimiento de *A. niger* y *P. spinulosum*. Este modelo simplificado tuvo el 99% de concordancia con los datos experimentales, y tuvo un coeficiente de determinación (R²) de 0.814:

$$\begin{aligned} \text{logit}(P) &= 130.367597 + 6.34482382(\text{Tiempo}) \\ &- 0.5499497(\text{Tiempo}^2) - 50.809871(\text{pH}) \\ &- 100.73612(\text{AT}) - 3.9819013(\text{grados Brix}) \\ &- 0.1155358(\text{PS}) + 0.03875187(\text{SB}) \\ &+ 31.6499345(\text{pH} * \text{AT}) + 1.3004905 \\ &(\text{pH} * \text{grados Brix}) + 0.04898558(\text{pH} * \text{PS}) \quad (2) \end{aligned}$$

donde P es la probabilidad de crecimiento, PS es la concentración de sorbato de potasio, AT es la acidez titulable y SB es la concentración de benzoato de sodio.

Varios términos de interacción fueron estadísticamente significativos. Conforme el pH aumenta, la AT se vuelve más importante para controlar el desarrollo de hongos descomponedores, tal como se observa en la Fig.1. Existe una relación sinérgica similar entre el pH y el sorbato de potasio que se muestra en la Fig. 2. La misma concentración de sorbato de potasio (225ppm) que mantiene la probabilidad de crecimiento de hongos abajo del 5% a pH 3.2; no es efectivo a pH 3.8, donde la probabilidad de crecimiento es cercana al 90%. La acidez titulable, concentración de azúcar y de sorbato de potasio fueron mucho más efectivos para inhibir el crecimiento de hongos a valores bajos de pH, en donde elevar las concentraciones de éstos no disminuyó significativamente la probabilidad de crecimiento de *Aspergillus* y *Penicillium* en bebidas listas para beber. La eficacia de ambos conservadores a pH 3.3 se muestran en la Fig. 3. Se requieren bajas concentraciones de sorbato de potasio para alcanzar la misma probabilidad de crecimiento de hongos que el benzoato de sodio,

Le Ayudamos a Convencer Expertos

Usted siempre pasará la prueba más exigente cuando inicie con **Mane**, un recurso poderoso en el diseño de un sabor ganador.

Con los centros de investigación y desarrollo más avanzados de hoy alrededor del mundo, **Mane** es un socio global dedicado a ofrecer un gusto superior. Nuestros laboratorios de aplicaciones y los de Food Service están comprometidos en realizar perfiles de sabor adecuados a las necesidades de los consumidores en las industrias de *Panificación, Bebidas, Confitería, Lácteos, Culinarios, Snacks y Nutracéuticos.*

La satisfacción del consumidor y nuestro éxito van de la mano...



MANE

LA CREATIVIDAD ES LA CLAVE DE NUESTRO EXITO



VENTAS: Emilio Carranza N° 440 Col. El Retoño 09440 México, D.F. Tel: (55) 5532 7531 Fax: (55) 5674 0558
SOPORTE TECNICO: Parque Industrial Cernillo II Manzana 2 Lotes 7 y 8 Tel: (728) 2822 760 Fax: (728) 2851 959
SUCURSALES: Guadalajara: (33) 3134 0216 Mérida: (999) 930 9215 Veracruz: (22) 9935 7558
DISTRIBUIDOR: Monterrey (81) 83 765 121 Fax: (81) 83 766 101

ARGENTINA - Tel/Fax: 0054 - 11 - 4553 - 5060 / 0054 - 11 - 4554 - 715 / E-mail: manearbe@ciudad.com.ar
BRASIL - Tel: (55) 11 - 542 - 733 Fax: (55) 11 - 543 - 2283 7 E-mail: manebrsp@sti.com.br
CHILE - Tel: (56) 2209 - 5244 / Fax: (56) 2231 - 7091 / E-mail: manechi@rdc.cl
COLOMBIA - Tel: (574) 361 - 3366 / Fax: (574) 361 - 1473
MEXICO - Tel: (52) 5532 - 7531 / Fax: (52) 5674 - 0558 / 01800 - 5904 - 900 E-mail: mx-lerma.ism@mane.com



indicando que en este estudio el ácido sórbico inhibe más que el ácido benzoico.

Discusión

Explicación de los parámetros e interacciones en el modelo simplificado

Se encontró que el pH de las bebidas tiene un efecto importante en el crecimiento de hongos. A valores bajos de pH, se piensa que el ácido cítrico sin disociar permea la pared celular alterando el pH interno de los microorganismos, causando la desnaturalización e inactivación de las enzimas (Brown y Booth 1991).

La acidez titulable de los modelos para bebidas tienen un efecto significativo ($P = 0.0004$) en el crecimiento de hongos descomponedores; conforme la acidez titulable en la bebida aumentaba, la probabilidad de crecimiento disminuía un poco. Esto se puede deber a las propiedades quelantes del ácido cítrico y citrato de potasio (Davidson 1997, Young y Foegeding 1993).

Las propiedades quelantes del ácido cítrico son más efectivas cuando el pH (y niveles correspondientes de citrato de potasio) de la bebida son más altos (Prapailong y Flete 1997), como se muestra en los resultados a un pH 3.8 (Fig 1). Estos resultados muestran que la acidez titulable es más importante para la formulación de bebidas listas para tomarse a niveles más altos de pH (3.8), y menos importante a niveles bajos de pH (2.8).

Los grados Brix de las bebidas también tienen un efecto en el crecimiento de hongos. Conforme el contenido de azúcar aumenta, es menos probable el crecimiento de éstos. Esto es consistente con Gibson *et al.* (1994) quien observó la dependencia del crecimiento de hongos con la actividad del agua (A_w).

El sorbato de potasio tuvo un impacto importante en el crecimiento de hongos ($P = 0.0173$). Niveles más altos de sorbato de potasio disminuye la probabilidad del crecimiento de hongos. El ácido sórbico inhibió ambos hongos *Aspergillus niger* y *Penicillium spinulosum* (Davidson 1997).

El benzoato de sodio también tiene un impacto inhibitorio importante en el crecimiento de hongos ($P < 0.0001$). Los resultados indican, sin embargo, que el sorbato de potasio es más efectivo para inhibir el crecimiento de hongos que el benzoato de sodio (Fig. 3).

Existe una pequeña, pero significativa interacción entre el pH y el sorbato de potasio ($P = 0.0014$), pero no existe tal interacción entre el pH y el benzoato de sodio. Esto

Figura 1. El efecto de la acidez titulable (TA) y pH sobre la probabilidad de crecimiento de *Aspergillus niger* y *Penicillium spinulosum* en un modelo para bebidas listas para tomarse con 12 grados Brix, 225 ppm de benzoato de sodio, y 225 ppm de sorbato de potasio.

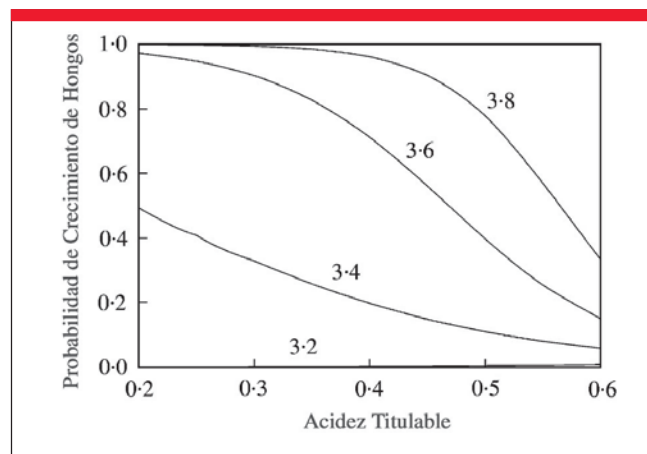
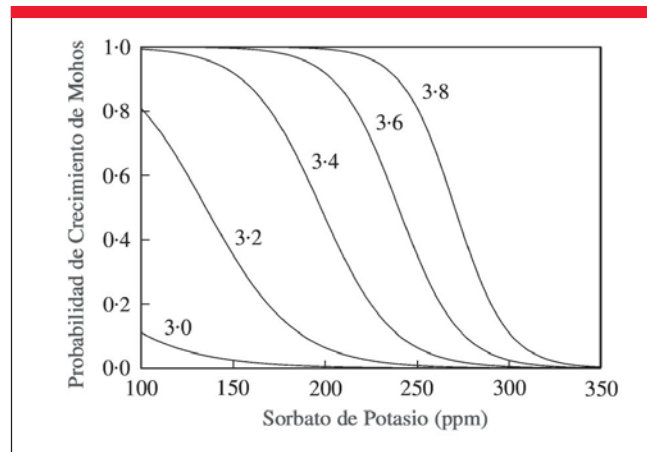


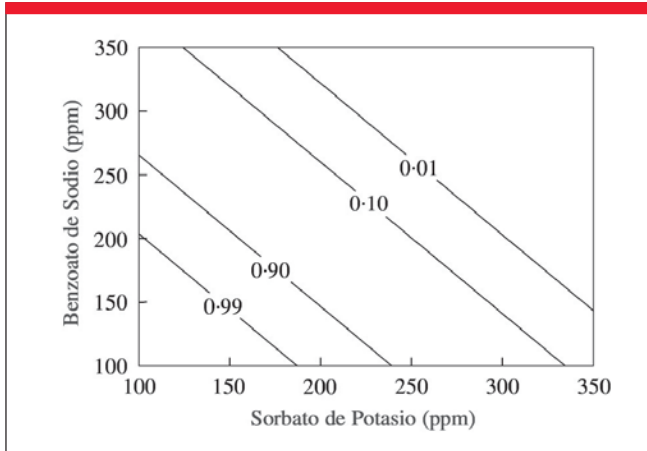
Figura 2. La influencia del pH y sorbato de potasio en la probabilidad de crecimiento de *Aspergillus niger* y *Penicillium spinulosum* en un modelo para bebidas listas para beber con una concentración de 225 ppm de benzoato de sodio, 0.4% de acidez titulable, y 12 grados Brix.



enfatisa la eficacia del sorbato de potasio en la inhibición de *Aspergillus* y *Penicillium* cuando se compara al benzoato de sodio, y también la importancia de la concentración del sorbato de potasio a valores altos de pH, cuando el pH por sí mismo no es capaz de controlar el crecimiento de hongos descomponedores.

Los ácidos orgánicos, como el ácido sórbico y el ácido benzoico, son más efectivos para inhibir microorganismos en sus formas no disociadas, las cuales aumentan su concentración conforme el pH disminuye (Davidson 1997). Disminuir el pH de las bebidas, por tanto, permite a quienes las

Figura 3. El efecto del sorbato de potasio y benzoato de sodio en la probabilidad de crecimiento de *Aspergillus niger* y *Penicillium spinulosum* en un modelo para bebidas listas para beber a pH 3.3, 0.25% de acidez titulable, y 12 grados Brix.



desarrollan utilizar menos sorbato de potasio y/o benzoato de sodio para alcanzar la misma probabilidad de crecimiento de hongos en el producto terminado.

En cambio, aumentar los niveles de conservadores proporciona estabilidad microbiana a mayores niveles de pH

(Praphailong y Flete 1997). Esto concuerda con la bien documentada correlación del pH y los efectos antimicrobianos del ácido sórbico y ácido benzoico (Lueck 1980, Sofos y Busta 1993).

La interacción entre el pH y grados Brix fue también importante en el modelo ($P = 0.0020$). En varios estudios, el pH ha mostrado ser más efectivo para inhibir el crecimiento a concentraciones más altas de soluto (Baird-Parker y Kooiman 1980, Brown y Booth 1991).

Implicaciones

El crecimiento de hongos causa descomposición en las bebidas, lo cual puede ser detectado por el consumidor debido a la presencia de sabores no deseados o crecimiento visible.

Se encontró que el pH, la acidez titulable, el contenido de azúcar, niveles de sorbato de potasio y benzoato de sodio tienen un impacto en el crecimiento de hongos en bebidas listas para tomarse. Cada una de estas variables se pueden ajustar para equilibrar la estabilidad microbiana con otros atributos de calidad (Baird-Parker y Kooiman 1980); mientras que el pH tiene un impacto inhibitorio muy relevante en el crecimiento de hongos descomponedores, existen dificultades asociadas con la formulación aceptable de bebidas a niveles de pH muy



Soluciones a la Medida para el Proceso de Alimentos

En Maquinaria Jersa desarrollamos soluciones de maquinaria para la industria alimenticia, desde equipos hechos a la medida, hasta líneas completas de proceso para conservas, empaque fresco, congelado, hidrotatamiento y deshidratación. Contamos con la más alta tecnología para diseñar y fabricar maquinaria de acuerdo a sus necesidades de automatización, capacidad de producción, tipo de proceso, envase, espacio disponible y presupuesto, así como de sus requerimientos de higiene y seguridad.

Entre nuestros principales equipos se encuentran: **lavadoras, clasificadoras, marmitas, escaldadoras, mezcladoras, rajadoras, despulpadores, deshidratadores, orientadoras, agregadoras, llenadoras, autoclaves, cocedores, pasteurizadores, esterilizadores, transportadores, elevadores, etc.**

Ofrecemos servicios de instalación, capacitación y mantenimiento en sitio y en su propio idioma. Más de 30 años de experiencia y 15,000 equipos fabricados y entregados nos respaldan.









Emiliano Zapata 51, Col. San José Buenavista
Cuauhtlán Izcalli, Edo. de México, C.P. 54710
Tel.: (52) 55-5889-0006, Fax: (52) 55-5889-0234
ventas@jersa.com.mx, www.jersa.com.mx

bajos. El contenido de azúcar de las bebidas se puede equilibrar con la acidez titulable para alcanzar las relaciones Brix/acidez deseadas, pero el impacto microbiano de la acidez titulable y grados Brix de las bebidas se debe considerar cuando se formulan bebidas listas para beber.

En este estudio aparentemente el sorbato de potasio fue más efectivo que el benzoato de sodio para controlar *Aspergillus* y *Penicillium*. Esto puede ser una ventaja para quienes desarrollan productos y que aprovechan las diferencias entre los conservadores. El sorbato de potasio tiende a ser más costoso que el benzoato de sodio (De Boer y Nielsen 1995) y es más propenso a la oxidación y degradación (Sofos 1989), pero no deja el regusto a quemado asociado con el ácido benzoico (De Boer y Nielsen 1995).

Se han desarrollado otros modelos para predecir el crecimiento de bacterias descomponedoras (*Acinetobacter calcoaceticus* y *Gluconobacter oxidans*) (Battey y Schaffner 2001) y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida lipoytica*, y *Zygosaccharomyces bailii*) (Battey 1999, Battey et al. 2001) en bebidas envasadas en frío y listas para beber, y todos estos modelos se pueden tomar en consideración cuando se formulan bebidas microbiológicamente estables.

Los formuladores de bebidas pueden evaluar qué organismo posee el mayor riesgo de descomposición en sus productos y seleccionar un modelo apropiado para guiar el desarrollo del producto o puede combinar uno o más de estos modelos para crear una bebida más estable.

Claramente un pH bajo y mayor concentración de conservadores produce la inhibición de toda la microflora descomponedora evaluada, y estos factores pueden servir de guía para futuras formulaciones de bebidas.

Este modelo debe aumentar la productividad reduciendo la necesidad de procedimientos de análisis microbiológicos, aunque un modelo predictivo nunca es un sustituto de los análisis y de la experiencia de un microbiólogo capacitado (Ross y McMeekin 1994).

Referencias

- Baird-Parker, A. C. and Kooiman, W. J. (1980) Soft drinks, fruit juices, concentrates, and fruit preserves. In *Microbial ecology of foods* Volume 2: Food commodities. J. H. Silliker et al. (Eds) pp. 643-668. New York, NY: Academic Press.
- Banwart, G. J. (1979) *Basic food microbiology*. West-port, CT: Avi Publishing Company, Inc.
- Battey, A. S. (1999) Modeling the growth of spoilage organisms in cold-fill ready to drink beverages. MS Thesis, Rutgers, The State University of New Jersey, New Brunswick, NJ.
- Battey, A. S., Duffy, S. and Schaffner, D. W. (2001) Modeling Yeast Spoilage in Cold-Filled Ready to Drink Beverages by *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii* and *Candida lipolytica*. *Appl. Environ. Microbiol.* (submitted).
- Battey, A. S. and Schaffner, D. W. (2001) Modeling bacterial spoilage in cold-filled ready to drink beverages by *Acinetobacter calcoaceticus* and *Gluconobacter oxydans*. *J. Appl. Microbiol.* 91, 237-247.
- Brown, M. H. and Booth, I. R. (1991) Acidulants and low pH. In *Food preservatives*. N. J. Russell and G.W. Gould (Eds) pp. 22-43. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- Buchanan, R. L., Golden, M. H., and Whiting, R. C. (1993) Differentiation of the effects of pH and lactic or acetic acid concentration on the kinetics of *Listeria monocytogenes* inactivation. *J. Food Protect.* 56, 474-478.
- Chichester, D. F. and Tanner, F.W. (1972) Antimicrobial food additives. In *CRC handbook of food additives: volume I*. T. E. Furia (Ed) pp. 115-184. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.
- Cole, M. B., Franklin, J. G., and Keenan, M. H. J. (1987) Probability of growth of the spoilage yeast *Zygosaccharomyces bailii* in a model fruit drink system. *Food Microbiol.* 4, 115-119.
- Cuppers, H. G. A. M. and Smelt, J. P. P. M. (1993) Time to turbidity measurement as a tool for modeling spoilage by *Lactobacillus*. *J. Indust. Microbiol.* 12, 168-171.
- Davidson, P. M. (1997) Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In *Food microbiology: fundamentals and frontiers*. M. P. Doyle, L. R. Beuchat, T. J. Montville (Eds) pp. 520-556. Washington DC: ASM Press.
- De Boer, E. and Nielsen, P.V. (1995) Food preservatives. In *Introduction of food-borne fungi*. R. A. Samson, E. S. Hoekstra, J. C. Frisvad, O. Filtenborg (Eds) pp. 289-293. Wageningen, The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Eklund, T. (1985) Inhibition of microbial growth at different pH levels by benzoic and propionic acids and esters of p-hydroxybenzoic acid. *Int. J. Food Micro.* 2, 159-167.
- Gibson, A.M., Baranyi, J., Pitt, J. I., Eyles, M. J. and Roberts, T. A. (1994) Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Aspergillus flavus* and related species. *Int. J. Food Micro.* 23, 419-431.
- Leistner, L. (1995) Principles and applications of hurdle technology. In *New methods of food preservation*. G.W. Gould (Ed) pp. 1-21. New York, NY: Blackie Academic & Professional.
- Leistner, L. and Russell, N. J. (1991) Solutes and low water activity. In *Food preservatives*. N. J. Russell and G.W. Gould (Eds) pp. 111-134. New York, NY: Avi Publishing Company, Inc.
- Llaudes, M., Zhao, L., Duffy, S. and Schaffner, D.W. (2001) Simulation and modeling of the effect of small inoculum size on the time to spoilage by *Bacillus stearothermophilus*. *Food Microbiol.* 18, 395-405.
- Lueck, E. (1980) Antimicrobial food additives: characteristics, uses, effects. In *Antimicrobial food additives*. E. Lueck (Ed) pp. 35-197. New York, NY: Springer-Verlag.

Mantel, N. (1970) Why stepdown procedures in variable selection. *Technomet.* 12, 621-625.

McClure, P. J., Blackburn, C. D., Cole, M. B., Curtis, P. S., Jones, J. E., Legan, J. D., Ogden, I. D., Peck, M.W., Roberts, T. A., Sutherland, J. P. and Walker, S. J. (1994) Modelling the growth, survival and death of microorganisms in foods: the UK food micromodel approach. *Int. J. Food Micro.* 23, 265-275.

Mossel, D. A. A., Corry, J. E. L., Struijk, C. B. and Baird, R. M. (1995) *Essentials of the microbiology of foods: a textbook for advanced studies.* New York, NY: John Wiley & Sons.

Ng, T. M. and Schaffner, D.W. (1997) Mathematical models for the effects of pH, temperature, and sodium chloride on the growth of *Bacillus stearothermophilus* in salty carrots. *Appl. Environ. Microbiol.* 63, 1237-1243.

Pitt, R. E. (1993) A descriptive model of mold growth and aflatoxin formation as affected by environmental conditions. *J. Food Protect.* 56, 139-146.

Praphailong, W. and Fleet, G. H. (1997) The effect of pH, sodium chloride, sucrose, sorbate and benzoate on the growth of food spoilage yeasts. *Food Microbiol.* 14, 459-468.

Ross, T. and McMeekin, T. A. (1994) Predictive microbiology. *Int. J. Food Micro.* 23, 241-264.

Smith, J. P., Khanizadeh, S., van de Voort, F. R., Hardin, R., Oraikul, B. and Jackson, E. D. (1988) Use of response surface methodology in shelf life extension studies of a bakery product. *Food Microbiol.* 5, 163-176.

Sofos, J. (1989) *Sorbate food preservatives.* Boca Raton, FL: CRC Press.

Sofos, J. N. and Busta, F. F. (1993) Sorbic acid and sorbates. In *Antimicrobials in foods.* G. A. Davidson (Ed) pp. 49-94. New York, NY: Marcel Dekker, Inc.

Whiting, R. C. (1995) Microbial modeling in foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 35, 467-494.

Whiting, R. C. and Buchanan, R. L. (1997) Predictive modeling. In *Food microbiology: fundamentals and frontiers.* M. P. Doyle, L. R. Beuchat, T. J. Montville (Eds) pp. 728-739. Washington DC: ASM Press.

Young, K.M. and Foegeding, P.M. (1993) Acetic, lactic and citric acids and pH inhibition of *Listeria monocytogenes* Scott A and the effect on intracellular pH. *J. Appl. Bacteriol.* 74, 515-520.

Zhao, L., Chen, Y. and Schainer, D.W. (2001) Comparison of logistic regression and linear regression in modeling percentage data. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 2129-2135. Modelling mould spoilage in RTD beverages 529

Fuente:

Food Microbiology
USA. 2001.



Purificadores de agua por medio de luz ultravioleta

Calidad, Confianza, Garantía y Servicio

Equipos desde 4 hasta 1500 litros por minuto, además contamos con:



- Portacartuchos
 - Cartuchos Filtrantes
 - Lámparas Germicida
 - Filtros Multicapa
 - Filtros Carbón Activado
 - Suavizadores
 - Desmineralizadores
 - Osmosis Inversa
 - Generadores de Ozono
 - Plantas Embotelladoras y mucho más...
- Somos Fabricantes



Tel: (777) 380-0791

Fax sin costo: 01800-202-3845

e-mail: info@instapura.com.mx

Subida a Chalma 2044, Lomas Tetela

62158, Cuernavaca, Mor. México

www.instapura.com.mx

Estas son algunas compañías que han confiado la calidad de su agua en nuestros equipos:



Las razones sociales que aparecen son marcas registradas o nombres comerciales de sus respectivas compañías.