



Comportamiento físico-químico de Stevia, Fructosa, Dextrosa y Lactosa como endulzantes a diferentes concentraciones durante el tiempo de incubación en la elaboración de yogurt entero

Physicochemical behavior of Stevia, fructose, dextrose and lactose as sweeteners to different levels during the time of incubation in the preparation of whole yogurt

Parra Huertas R., Martínez Coy G., Espinosa Suescún J.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Básicas Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos.

RESUMEN

En la elaboración del yogurt tradicionalmente se ha utilizado como agente endulzante la sacarosa, sin embargo la existencia de otros endulzantes ha permitido tener una variedad de estos aditivos. Se evaluó la stevia, fructosa, lactosa y dextrosa como agentes endulzantes a concentraciones bajas y altas durante el periodo de incubación en la elaboración de un yogurt tipo entero. Se utilizaron concentraciones bajas de stevia a una concentración de 1.5%, fructosa 8%, lactosa 8% y dextrosa 8% y concentraciones altas de stevia de 2.5%, fructosa 10%, lactosa 10% y dextrosa 10%, estos resultados se compararon con una muestra yogurt control que contenía como endulzante la sacarosa. Las muestras se evaluaron durante el periodo de incubación hasta que el yogurt alcanzara un acidez titulable de 0.85-0.90% de ácido láctico o un pH de 4.7. Cada hora se tomó una muestra evaluando pH, acidez, sinéresis y sólidos solubles, finalmente se realizó un análisis sensorial con un panel no entrenado. En los resultados obtenidos se encontró que no hay mayor variación al utilizar diferentes concentraciones de endulzantes, pero la variación se presentó al utilizar cada endulzante. La sinéresis fue reducida al utilizar los endulzantes en estudio comparándose con el control, En el análisis sensorial la stevia y fructosa presentaron las mejores características evaluadas.

PALABRAS CLAVE: Tiempo de fermentación, yogurt, estabilizante, concentraciones

ABSTRACT

In the elaboration the yogurt has traditionally been used as a sweetening agent sucrose, however the existence of other sweeteners has allowed a variety of these additives. We evaluated the stevia, fructose, lactose and dextrose as sweetening agents in low and high concentrations during the incubation period in the elaboration of a yogurt type whole. We used low concentrations of stevia in a concentration of 1.5%, 8% fructose, lactose 8% and dextrose 8% and high concentrations of stevia of 2.5%, 10% fructose, lactose, dextrose 10% and 10%, these results sample were compared with a control yogurt containing sucrose as a sweetener. The samples were tested during the incubation period until the yogurt reached an acidity of 0.85 to 0.90% lactic acid or a pH of 4.7. Every hour a sample was taken to assess pH, acidity, soluble solids syneresis and finally sensory analysis was conducted with a trained panel. The results obtained showed that there is greater variation when using different concentrations of sweeteners, but the change was made to use different sweeteners. The syneresis was reduced by using sweeteners studied and compared with the control, sensory analysis in the stevia and fructose had the best characteristics.

KEY WORDS : Fermentation time, yogurt, stabilizer, concentration.

Para citar este artículo: Parra Huertas R, Martínez Coy G, Espinosa Suescún J. Comportamiento físico-químico de Stevia, Fructosa, Dextrosa y Lactosa como endulzantes a diferentes concentraciones durante el tiempo de incubación en la elaboración de yogurt entero. Bistua .2011;9(2):15-20

+Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de separatas: Parra Huertas R Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Básicas Grupo de Investigación en Química y Tecnología de los Alimentos parrahuertas@hotmail.com

Recibido: Enero 24 2010

Aceptado: Abril 28 de 2011

INTRODUCCIÓN

La leche y los productos lácteos derivados, como queso y yogur, han sido consumidos desde tiempos remotos. Los procesos tradicionales aunados a los avances de la ciencia y la tecnología han logrado hacer del arte de elaboración de dichos productos una ciencia que beneficia tanto a los niveles artesanales como a los industriales. Es un hecho conocido que el yogur posee propiedades nutricionales y terapéuticas especiales. Las bacterias del yogur producen vitaminas y aumentan el contenido de aminoácidos libres y ácido fólico. Además el yogur se digiere mejor que la leche, ya que ayuda a asimilar los nutrientes (Castillo *et al.*, 2004). El yogur es el alimento producido por uno o más cultivos, es un producto fermentado semi-sólido hecho de una mezcla de leche estandarizada por la actividad simbiótica de algunas bacterias ácido-lácticas (Hui., 1993), es un producto resultante de la leche por fermentación con una mezcla de cultivos iniciadores consistente de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, se puede elaborar a partir de leche entera o descremada (Blanco *et al.*, 2006). El yogur es la leche de mayor consumo y mejor conocida, su proceso de fabricación tiene como principal objetivo, desde el punto de vista fisicoquímico, provocar el descenso de pH de la leche hasta alcanzar las condiciones favorables para la coagulación (Pauletti *et al.*, 2003). Como consecuencia de la acidificación del medio por las bacterias ácido lácticas las proteínas de la leche se coagulan y precipitan, dando lugar a un producto con sabor, aroma y textura característicos, el cual es apreciado por su alto contenido de proteínas (Blanco *et al.*, 2006). La tecnología de alimentos ahora tiene más endulzantes para escoger además para reemplazar la sacarosa. En la elaboración de alimentos y bebidas se esta continuamente trabajando para proporcionar calidad sensorial a estos productos para responder a las expectativas de los consumidores (Porto y Andre., 2007)

En la actualidad se buscan nuevas alternativas en la utilización de aditivos que permitan obtener mejores características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales en los productos lácteos, el yogur es un alimento con alto valor nutricional con una amplia difusión en su consumo a nivel mundial. Debido a esto, en los últimos años se han buscado alternativas para mejorar las características de este producto. El principal endulzante utilizado en la elaboración de yogur es la sacarosa, sin embargo el

nivel de sacarosa utilizado afecta la producción de ácido láctico y flavor en el yogur, es por esto se está implementando nuevas alternativas de endulzantes.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la utilización de la stevia, fructosa, lactosa y dextrosa como endulzantes en la elaboración de un yogur entero durante el periodo de incubación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de yogur entero: Se elaboró un yogur entero tipo batido no homogenizado, el proceso empleado para la elaboración fue descrito por Amaya *et al.*, 2008, se empleo leche ultrapasterizada de marca reconocida adquirida en el mercado local, se llevo a una temperatura de 45°C. Para la inoculación de la leche se utilizó un cultivo iniciador liofilizado a una concentración de 0.05% formado por *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, finalmente se añadió azúcar al 10% y leche en polvo al 3%.

El volumen de leche se dividió en 9 partes iguales (8 muestras y 1 control), cada una para un endulzante diferente, se tomaron 4 partes para la adición de endulzantes a bajas concentraciones, en cada muestra se añadió: stevia 1.5%, lactosa 8%, dextrosa 8% y fructosa a una concentración de 8%, a las otras 4 partes se añadió endulzantes en altas concentraciones, a cada muestra se añadió stevia 2.5%, lactosa 10%, dextrosa 10% y fructosa a una concentración de 10%. El yogur control fue preparado siguiendo la misma metodología empleando la sacarosa como endulzante. Todas las muestras se llevaron a 45°C en una incubadora marca Binder y se detuvo el periodo de fermentación hasta un pH de 4.5 o acidez titulable de 0.80- 0.90% expresada en ácido láctico. Se realizaron diferentes evaluaciones cada hora a cada muestra con endulzante desde el momento de la incubación y hasta el final de la fermentación.

Análisis físico-químicos

pH

El pH se determinó utilizando un pH-metro digital marca Hanna introduciendo el electrodo hasta lectura constante el electrodo fue calibrado con soluciones buffer de 7 y 4 (AOAC).

Acidez

Se utilizó hidróxido de sodio 0.1N como agente titulante, tomando una muestra de 10 ml, utilizando como indicador fenolftaleína a una concentración de 1% (AOAC).

17

Sinéresis

Para esta determinación se utilizó una centrifuga marca Rotina. Se pesaron 50 gramos de cada una de las muestras, se sometieron a centrifugación por 15 minutos a una velocidad de 4000 rpm. Se obtuvo el peso del sobrenadante y se calculó el % de sinéresis mediante la fórmula (Charoenrein et al., 2008)

$$\% \text{ Sinéresis} = \frac{\text{Peso del líquido separado del yogurt}}{\text{Peso total del gel antes de centrifugar}} \times 100$$

Sólidos solubles

Expresados como grados Brix, los sólidos solubles se determinaron con un refractómetro cada hora (AOAC).

Evaluación sensorial

Para ver el efecto de la utilización de diferentes agentes endulzantes y a diferentes concentraciones en la elaboración de yogurt se realizó un panel sensorial con 15 panelistas no entrenados aplicando una escala hedónica establecida con cuatro características a evaluar: dulzor, consistencia, aroma y textura, se evaluó teniendo en cuenta la siguiente escala calificación de 1 a 5, 5 para el valor de mejores características sensoriales y 1 para características débiles.

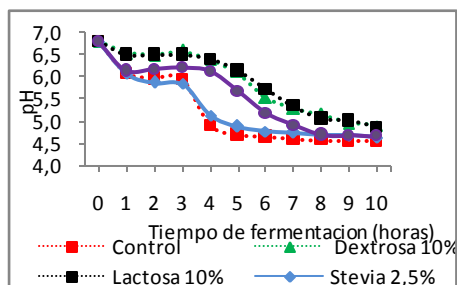
Análisis estadístico

Para evaluar si existían diferencias significativas en la utilización de endulzantes durante el periodo de incubación en cuanto a las características físico-químicas los resultados se sometieron a un análisis estadístico, ANOVA (un factor).

RESULTADOS Y DISCUSION

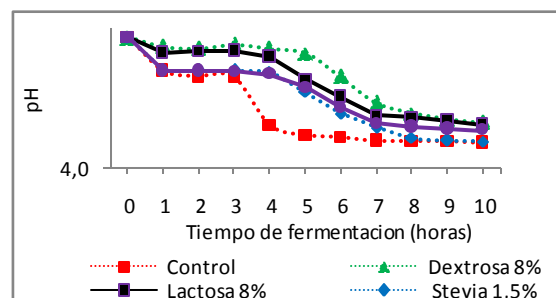
pH

En la gráfica 1 se observó que el comportamiento del pH de todos los endulzantes en altas concentraciones fue superior a la muestra control durante el tiempo de fermentación. Las muestras que contenían lactosa y dextrosa tuvieron los valores de pH más altos mientras la stevia tuvo un comportamiento similar al yogurt control



Gráfica 1. Comportamiento de pH durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones altas de diferentes endulzantes.

Al transcurrir el tiempo de fermentación se observó que el descenso del pH fue más lento para los endulzantes lactosa, dextrosa, y fructosa si se compara con el control, para las muestras que contenían la stevia y control, este descenso se observó a la hora 3 de fermentación, sin embargo al final del periodo de fermentación las 4 muestras y el control tuvieron similares pH estando en un intervalo de 4,6-4,9.



Gráfica 2. Comportamiento de pH durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones bajas de diferentes endulzantes

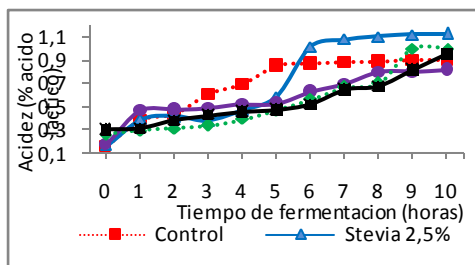
En la gráfica 2 se pudo observar que no hubo un endulzante que tuviera un comportamiento similar al yogurt control. La dextrosa es quien tuvo el pH superior a los demás endulzantes hasta el final de la fermentación, por lo tanto su descenso fue muy lento. A partir de la tercera hora del tiempo de fermentación la variación de pH en los 4 endulzantes en estudio fue notoria, igual para el control, sin embargo a la hora 7 los valores de pH fueron muy cercanos entre sí. Al comparar las gráficas 1 y 2 se observó que no hay diferencia al utilizar las distintas concentraciones del mismo endulzante porque su comportamiento es similar entre si, excepto para la Stevia a 2,5% de concentración la cual su comportamiento fue similar al yogurt control el cual fue endulzado con sacarosa. Olson y Aryana., 2008 en su investigación utilizando *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* y *Sreptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* reportaron el valor de pH de 4,61 al final del periodo de incubación durante la elaboración de yogurt, este valor fue similar al pH de los 8 endulzantes utilizando altas y bajas concentraciones al final del periodo de incubación.

18

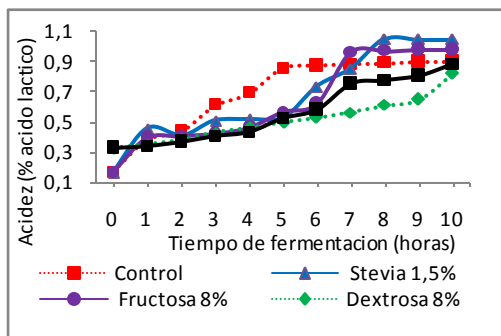
De igual manera Sahana *et al.*, 2008 en su investigación reportaron un pH de 4,4 al final de la elaboración de un yogurt comercial.

Acidez titulable

En la gráfica 3 se observó que el yogurt control fue la primera muestra que alcanzó un valor óptimo de acidez titulable de 0,85% manteniéndose constante desde la hora 5. Las muestras que contenían stevia presentaron la concentración de ácido láctico mas alta alcanzando 1,13 % de acido láctico al final del tiempo de fermentación. Por otro lado el endulzante que alcanzó el valor de acidez más bajo fue la fructosa 0,82% ácido láctico. Las muestras que contenían lactosa, dextrosa y fructosa mantuvieron valores de % de ácido láctico similares durante todo el experimento.



Gráfica 3. Comportamiento de la acidez durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones altas de diferentes endulzantes



Gráfica 4. Comportamiento de la acidez durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones bajas de diferentes endulzantes .Se observó en la gráfica 4 que la stevia fue el endulzante que alcanzó el valor de acidez más alto al final del periodo de fermentación con un valor de 1,05% de ácido láctico. Caso contrario, la dextrosa tuvo el % de ácido láctico más bajo al final del periodo de

fermentación 0,81%. Se observó además que a partir de la hora 2 de fermentación los valores de % de acidez variaron en todas las muestras. Los valores promedios finales de acidez estuvieron en un rango de 0,81 a 1,05% de acidez titulable

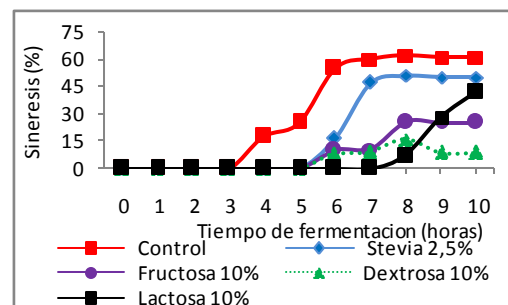
Al comparar las dos gráficas de acidez se puede ver que las dos concentraciones de stevia tuvieron los % de acidez más altos al final del periodo de fermentación, la fructosa y dextrosa presentaron los valores de acidez más bajos. Se observó además que la muestra control su ascenso fue más rápido debido a la producción de ácido láctico en mayor concentración y en menor tiempo respecto a los demás endulzantes utilizados.

Lo anterior fue debido a que el cultivo iniciador necesitó más tiempo para poder desdoblarse las cadenas de dextrosa, lactosa, stevia y fructosa hasta obtener glucosa y luego producir ácido láctico vía glucólisis

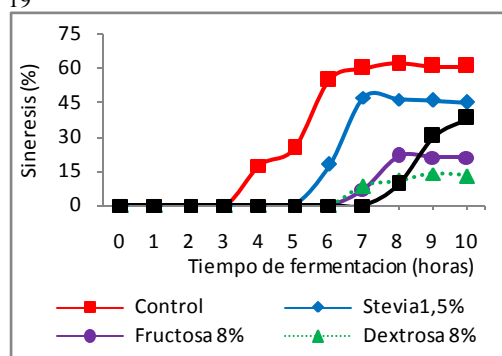
Briceño *et al.*, 2001 en su investigación mencionan que los valores en porcentaje de ácido láctico en un yogurt al final de la fermentación osciló entre 0,9 a 1,2% de ácido láctico. Sahana *et al.*, 2008 en su investigación reportaron el valor final de acidez de 0,11% de ácido láctico utilizando hidrocoloides. Los valores de acidez de estos estudios son similares con los encontrados utilizando como endulzantes la stevia, lactosa, fructosa y dextrosa.

Sinéresis

En la gráfica 5 se observó las muestras que presentaron sinéresis, el yogurt control presentó el valor más alto 61% al final del periodo de fermentación, la muestra de dextrosa presentó la sinéresis más baja con un 9%, es de notar además que el yogurt control fue la primera muestra que presentó el fenómeno de sinéresis.



Gráfica 5. Comportamiento de sinéresis durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones altas de diferentes endulzantes.



Gráfica 6. Comportamiento de sinéresis durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones bajas de diferentes endulzantes.

En la gráfica 6 se observó que la muestra que contenía el yogurt control presentó la sinéresis más alta, y en la dextrosa el % de sinéresis fue más bajo 13%. Al comparar las dos gráficas de sinéresis se puede analizar que las diferentes concentraciones utilizadas de los endulzantes no afectan el % de sinéresis porque presenta en ambas gráficas el mismo comportamiento.

En el estudio realizado por Farooq y Haque (1992) el porcentaje de sinéresis para un yogurt control fue 53%, resultado similar al encontrado en nuestra investigación el cual fue 62%.

Sólidos solubles

En la tabla 1 y tabla 2 se puede observar que conforma transcurre el periodo de fermentación los sólidos solubles van disminuyendo gradualmente, es de resaltar que sin importar concentraciones altas o bajas de endulzantes al final de la fermentación los sólidos solubles tienen el mismo comportamiento

Tiempo de fermentación	Control	Fructosa 10%	Stevia 2,5%	Dextrosa 10%	Lactosa 10%
0	21	19	19	19	19
1	22	20	20	20	20
2	20	20	20	20	20
3	20	20	20	20	20
4	16	19	19	19	19
5	17	19	19	19	19
6	16	17	17	17	17
7	16	16	16	16	16
8	15	15	15	15	15
9	15	15	15	15	15
10	15	14	14	14	14

Tabla 1. Comportamiento de los sólidos solubles durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones altas de endulzantes.

Tiempo de fermentación	Control	Fructosa 8%	Stevia 1,5%
0	21	19	15
1	22	20	15
2	20	19	15
3	20	18	16
4	16	19	16
5	17	18	17
6	16	18	14
7	16	16	10
8	15	14	9
9	15	14	9
10	15	13	9

Tabla 2. Comportamiento de los sólidos solubles durante el tiempo de fermentación utilizando concentraciones bajas de endulzantes.

En el análisis sensorial realizado, presentó mejores características de dulzor la fructosa, caso contrario la lactosa que mostró la calificación más baja, la stevia y fructosa tuvieron la mejor consistencia, y la muestra que contenía lactosa no mostró tener buena consistencia, en el aroma excepto el yogurt que contenía lactosa las demás muestras tuvieron un aroma aceptable, en textura la fructosa y stevia tuvieron las mejores calificaciones y la dextrosa y lactosa no tuvieron buena textura. A nivel general la utilización de diferentes concentraciones del mismo endulzante no influyeron en las características sensoriales finales del yogurt elaborado.

Los resultados obtenidos del ANOVA indican que no hay diferencia significativa en las diferentes concentraciones bajas de los diferentes endulzantes y existe una interacción significativa entre los endulzantes a concentraciones bajas y los análisis fisicoquímicos a un nivel de significancia del 95%; en las concentraciones altas de endulzantes existe no existe diferencia significativa en los endulzantes a diferentes concentraciones altas y existe una interacción significativa entre los endulzantes y los análisis fisicoquímicos a un nivel de significancia del 95%.

CONCLUSIONES

20

El comportamiento de diferentes concentraciones de los mismos estabilizantes fue muy similar entre sí, sin embargo el comportamiento entre la stevia, fructosa, dextrosa y lactosa fue diferente. Los endulzantes utilizados mostraron tener una tendencia a reducir la sinéresis, la dextrosa mostró tener el comportamiento mejor al reducir en gran porcentaje este fenómeno indeseable en el yogurt. La stevia y fructosa mostraron tener las mejores características organolépticas durante la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Amaya S, Martinez A, Zazueta J, Martinez F. Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt. *LWT* 2008; 41: 1274–1281.

Association of Official Analytical Chemists. (A.O.A.C) 1990. Official Methods of Analysis 15th edition. Arlington, Virginia.

Blanco S, Pacheco E, Fragenas N. Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías *Revista Facultad Agronomía* 2006; 32:131-144.

Briceño A, Martinez R, Garcia K. Viabilidad y actividad de la flora láctica (*streptococcus salivarius ssp thermophilus* y *lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*) del yogurt en Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 2001;52: 46–54

Castillo M, Borregales C, Sanchez M. Influencia de la pectina sobre las propiedades reológicas del yogurt. *Revista de la Facultad de Farmacia* 2004; Vol. 46 (2).

Charoenrein S, Tatirat O, Muadklay J. Use of centrifugation-filtration for determination of syneresis in freeze-thaw starch gels. *Carbohydrate Polymers* 2008; 73: 143–147.

Farook K, Haque, Z. Effect of sugar esters on the textural properties of nonfat low calorie yogurt. *Journal of Dairy Science* 1992; 75(10), 2676-2680.

Olson D, Aryana K. An excessively high *Lactobacillus acidophilus* inoculation level in yogurt lowers product quality during storage. *LWT* 2008; 41: 911-918.

Pauletti M, Santa Cruz L, Mazza G, Rozycki S, Sabbag N, Costa S (2004). Fabricación de yogurt con células inmovilizadas. *Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos Vol 4 N°003.

Porto J, Andre H (2007). Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. *Food Research International* 40: 1249–1253

Sahana N, Yasarb K, Hayaloglu A. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids* 2008; 22: 1291–1297.