REVITECA

Revista en Tecnología y Ciencia Alimentaria

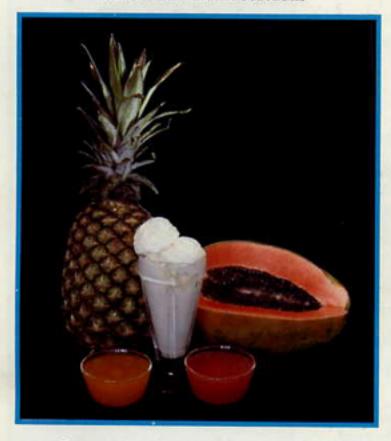
Publicación Anual del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

* Volumen 4 - 1995 *

REVITECA Revista en Tecnología y Ciencia Alimentaria

Publicación Anual del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos * Volumen 4 - 1995 *

Alternativas de aprovechamiento de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de frutas (II): elaboración de coberturas



Evaluación de tres tipos de soportes para la inmovilización de lactasa (B-Galactosidasa)

Se investigó el empleo de tres tipos de polímeros naturales como soportes de la enzima B-galactosidasa de la levadura Kluyveromyces fragilis, para la preparación de leche deslactosada a baja temperatura (5 °C). La enzima se inmovilizó en perlas de alginato y de carragenina, y en discos de agar (12%). Se analizó el efecto de la concentración de enzima inmovilizada en agar sobre la hidrólisis de la lactosa (4,8 - 7,2 - 9,6 - 12%), y se realizó un estudio para determinar la estabilidad de la enzima.

Obtención de jugo clarificado de banano en el nivel de planta piloto

Para su implementación en el nivel de planta piloto fue necesario optimizar las etapas de escaldado, molienda y las condiciones de acción de la enzima. Se definió el proceso de extracción mecánica y se realizó un estudio de estabilidad del producto en condiciones ambientales (20-22 °C). Se analizó el jugo desde el punto de vista químico. microbiológico y sensorial, durante un período de diez meses.

Utilización del banano en la elaboración de mezclas de jugos, néctar de frutas y concentrado

La mezcla de jugo clarificado de banano con jugos de otras frutas tropicales, la elaboración de un néctar y la concentración del jugo para la obtención de una miel, fueron las tres alternativas que se analizaron en este estudio para la utilización del banano de rechazo y como medio de utilizar el jugo clarificado.

Un método par evaluar cuantitativamente las condiciones sanitarias de supermercados

El objetivo de esta investigación, fue establecer un método válido para la evaluación sanitaria cuantitativa de los supermercados a nivel nacional. Para tal efecto, de una población de 210 supermercados, se seleccionó una muestra aleatoria al azar de 148 116 ubicados en zonas urbanas y 32 en zonas rurales.

REVITECA

Revista en Tecnología y Ciencia Alimentaria

Revista Anual publicada por el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

Director del CITA Luis Fernando Arias Molina

Editor Ricardo Quirós Castro

Consejo Editorial

Ing. Luis Fernando Arias Molina Ing. Fernando Aguilar Villarreal Ana Ruth Bonilla Leiva, Ph. D. Lic. Vera García Cortés

Diagramación Jeanina García Ureña

Diseño de Portada Ricardo Quirós Castro

La responsabilidad de los trabajos firmados es de sus autores y no del CITA, excepto cuando se indique expresamente lo contrario.

La mención de cualquier empresa ó procedimiento patentado, no supone su aprobación por parte del CITA.

Los artículos incluidos en REVITECA pueden reproducirse libremente siempre y cuando se haga mención expresa de su procedencia y se envíe copia al Consejo Editorial.

Correspondencia por canje y suscripciones (\$10) Universidad de Costa Rica - Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos REVITECA

San José - Costa Rica Telex UNICORI 2544 Tels. 207-3067/207-3031/207-3057/207-4212/207-4701

La presente edición de REVITECA es patrocinada por la Fundación para la Investigación Agroindustrial Alimentaria (FIAA). Volumen 4 - 1995

ISSN 1022-0321

1

Evaluación de tres tipos de soportes para la inmovilización de lactasa (β-galactosidasa)

Marilé García Vargas Ana Ruth Bonilla Leiva

Obtención de jugo clarificado de banano en el nivel de planta piloto

Floribeth Víquez Rodríguez

Alternativas de aprovechamiento de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de frutas (II): elaboración de coberturas

Ana María Rodríguez Sibaja Ana Cecilia Segreda Rodríguez

Utilización del banano en la elaboración de mezclas de jugos, néctar de frutas y concentrado

Floribeth Víquez Rodríguez

Un método para evaluar cunatitativamente las condiciones sanitarias de supermercados

Eugenie Rivera Valle

30

23

16

OBTENCION DE JUGO CLARIFICADO DE BANANO EN EL NIVEL DE PLANTA PILOTO

Floribeth VIQUEZ-RODRIGUEZ*

ABSTRACT

PILOT PLANT SCALE PRODUCTION OF CLARIFIED BANANA JUICE

The general process conditions to obtain clarified banana juice on a laboratory scale were defined previously by Víquez et al. (1981). For implementation at the pilot plant level it was necessary to optimize blanching conditions; type of enzyme, concentration and time of action, and pulping and juice extraction. Once the process was defined, the juice was stored at ambient conditions (20-22 °C) for a ten month period. Chemical, microbial and sensory analyses were performed. Cost range of the process was also determined.

Boiling water blanching was chosen because of its low cost and high yield. A hammer mill with a 0,125 in sieve gave a gross pulp with high yield. A pectinolytic enzyme, Pectinex Ultra SPL, was used to macerate the pulp, increase yield, and clarify the juice. A hydraulic press (5-10 psi) was used for juice extraction. Preliminary experiments determined that the optimum temperature for the enzyme was 38-40 °C. The natural fruit pH (4,9) was used for reasons of economy and ease of handling. The effects of enzyme concentration and time of action on juice yield were tested. A concentration of 0,025% enzyme at pH 4,9 and 38 °C for 40 min yielded an output of 65% of pulp weight, or 34% of the whole banana fruit. These yields were higher than those reported at laboratory conditions.

The costs (raw materials, electric and caloric energy and labor costs) for the production of 1 L of banana juice at the pilot plant level, without pasteurization and centrifugation was 79,73 colones (US \$ 0,38).

The juice showed microbiological stability during the period tested. Chemical analysis indicated that color was the characteristic that changed the most; the product had a tendency to brown during storage, but nevertheless remained attractive. Sensory analysis determined the product to be of good quality. The juice seems to be a good alternative for using the Costa Rican banana surplus, which is greater than 350 000 MT/year.

RESUMEN

Las condiciones generales del proceso de obtención de jugo de banano empleadas en este estudio, fueron definidas en el nivel de laboratorio por Víquez et al. (1981). Para su implementación en el nivel de planta piloto fue necesario optimizar las etapas de escaldado, molienda y las condiciones de acción de la enzima. Se definió el proceso de extracción mecánica y se realizó un estudio de estabilidad del producto en condiciones ambientales (20-22 °C). Se analizó el jugo desde el punto de vista químico, microbiológico y sensorial, durante un período de diez meses. Además, se evaluaron los costos variables del proceso.

Se seleccionó el escaldado con agua en ebullición por ser más barato y aportar un mayor rendimiento. El uso de un molino de martillos y una malla de 0,125 plg permitió obtener una pulpa gruesa con un menor desperdicio.

Se eligió la enzima Pectinex Ultra SPL con el propósito de incrementar el rendimiento y clarificar el jugo. Una prensa hidráulica a una presión entre 5 y 10 lb/plg² permitió la extracción del jugo. Se determinó una temperatura óptima de acción de la enzima de 38-40°C. El pH no tiene una influencia significativa sobre el rendimiento de jugo, por lo que se eligió el pH natural del banano. Una concentración de enzima de 0,025%, al pH natural de la fruta (4,9), a 38°C, durante 40 min, produce un rendimiento de jugo del 65% con respecto al peso de la pulpa y de 34%, con respecto a la materia prima inicial. El rendimiento obtenido es superior al encontrado en el estudio anterior en el nivel de laboratorio.

Los costos variables (materias primas, energía eléctrica y calórica y la mano de obra de un operario especializado) para la obtención de un litro de jugo en el nivel de planta piloto, sin centrifugar ni pasteurizar, es de 79,73 colones (US \$ 0,38 al tipo de cambio del día).

Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

El jugo se mantuvo microbiológicamente estable en el período estudiado. Químicamente, la característica que más se afectó en el almacenamiento fue el color. El producto tiende a oscurecerse, sin embargo, en ese período todavía conserva un color atractivo. Sensorialmente, el producto fue evaluado como de buena calidad y se vislumbra como una alternativa para utilizar las más de 350 000 TM anuales de rechazo bananero existente en Costa Rica.

INTRODUCCION

La producción de banano es clave en muchos de los países de América Latina y el Caribe. Actualmente el cultivo de esta fruta representa la principal fuente generadora de divisas del sector agrícola costarricense, con exportaciones que alcanzan cifras cercanas a los 2 millones de TM anuales (CEMPRO, 1994).

A su vez, es una actividad que genera mucho desperdicio y se ha calculado que alrededor del 16% de la producción (358 000 TM anuales), es fruta que no califica para la exportación, por lo que en 1981, con el propósito de ofrecer una alternativa para el uso de este excedente, se realizaron en el CITA los primeros ensayos para elaborar jugo clarificado de banano (Víquez et al.,1981).

El uso de los excedentes del mercado de fruta fresca en la elaboración de jugos es una práctica conocida desde hace mucho tiempo (Tressler y Joslyn, 1971; Hulme, 1971). Esta tendencia va en aumento debido al incremento en la demanda de jugos de frutas y vegetales en los últimos años (Olesen, 1992).

El empleo exclusivo de procesos tradicionales como el prensado, no permite la extracción del jugo en frutas con altos contenidos de pectina, como es el caso del banano. El producto obtenido por este procedimiento es de apariencia viscosa y gelatinosa y los rendimientos son muy bajos. Las enzimas de tipo pectinolítico permiten la salida rápida del jugo y una apariencia y brillantez más notorias. El estudio realizado por Víquez et al. (1981), permitió definir las condiciones del proceso en nivel de laboratorio,

utilizando 6 enzimas pectinolíticas comerciales, a las cuales se les determinaron sus condiciones óptimas de acción.

El objetivo del presente trabajo fue escalar el proceso de obtención de jugo clarificado de banano en el nivel de planta piloto. Al intentar el escalamiento se encontró que las enzimas recomendadas no estaban disponibles en el mercado costarricense, por lo que fue necesario seleccionar otra enzima y estudiar para ella las nuevas condiciones de operación. Además se requirió de algunas otras modificaciones del proceso original, con el propósito de disminuir los costos.

MATERIALES Y METODOS

Materias primas

Se utilizó banano Musa cavendish con un grado de madurez 7 en la escala Chacón et al. (1987) con las siguientes características pH 4,9; ° Brix 22,6; acidez (expresado como % de ácido málico) 0,5; azúcares totales 19,7%; azúcares reductores 10,3% y almidón 1,0%.

La enzima empleada fue Pectinex Ultra SPL, de la casa Novo Industries.

Optimización del proceso de escaldado

Para la inactivación de la enzima polifenoloxidasa, principal causante del oscurecimiento de la pulpa de banano, se probaron dos alternativas: agua en ebullición (97 °C, 10 min) y escaldadores de vapor (96 °C, 20 min). Los tiempos y temperaturas fueron fijados con base en ensayos preliminares.

Obtención de la pulpa

Para la obtención de la pulpa se probaron dos opciones: un molino de martillos (Marca FitzPatrick, Modelo 07) y un despulpador (Marca Indiana, Modelo 185 SC). En ensayos preliminares se determinó que la presencia de semillas no altera la maceración enzimática, mientras que el uso de una malla más fina hace que el rendimiento sea menor, por lo que se utilizó una malla de 0,125 plg.

Condiciones de acción de la enzima

Las condiciones de maceración enzimática se definieron con base en estudios previos donde se analizaba cada característica en función del rendimiento de jugo obtenido. Se determinó que la temperatura óptima de acción de la enzima era de 38-40 °C y que a temperaturas mayores el rendimiento decrece. Siendo que, según varios autores, el pH de la fruta no tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del jugo (Víquez et al., 1981; Munyanganizi y Coppens, 1976), se decidió utilizar el pH natural del banano (4,9). Se consideró además que el empleo de este pH, no produce un incremento en los costos.

Para determinar el efecto de la concentración de la enzima y el tiempo de acción, se utilizó un diseño factorial fraccionario 2³. Se trabajó al pH natural de la fruta (4,9) y a una temperatura de 38-40°C. Se utilizaron los siguientes tiempos y concentraciones de enzima: 30, 45 y 60 min y 0,010; 0,0175 y 0,025%, respectivamente. En una segunda corrida se fijó el tiempo de tratamiento en 40 min y se probaron dos concentraciones de enzima: 0,025 y 0,05%. Utilizando todos los datos se hizo un análisis de regresión para estimar el rendimiento del jugo a diferentes niveles de concentración de la enzima.

Definición de las condiciones de extracción y conservación

En el estudio anterior se determinó que el uso de una prensa hidráulica, posterior a la maceración enzimática, permite la extracción del jugo. La pulpa se coloca sobre una doble tela de manta con una doble gaza para facilitar la extracción. Esta se lleva a cabo a una presión de 5-10 lb/plg².

Para efectos de garantizar la estabilidad del jugo en el almacenamiento, se empleó la tecnología de factores combinados. Se adicionan 0,4-0,5% de ácido cítrico para bajar el pH a aproximadamente 4,2 y 0,04% de benzoato de sodio como preservante. Se pasteurizó a 72 °C por 15 min y se envasó en botellas de vidrio transparentes con tapa hermética.

Estudio de estabilidad a condiciones de temperatura ambiente

Se almacenó el jugo a temperatura ambiente (20-22 °C) y se le practicaron análisis químicos y microbiológicos para determinar su comportamiento en el almacenamiento. Estos análisis se realizaron cada mes por un período de 10 meses. Se siguieron los métodos del AOAC (1975) y de la ICMSF (1978).

Sensorialmente se evaluó la aceptación del jugo de banano empleando una escala de tipo hedónico de 150 puntos. Las características evaluadas fueron: aspecto, color, sabor y calidad general. Se analizaron los datos mediante el cálculo de promedios y el porcentaje de aceptabilidad.

Estimación de los coeficientes técnicos y costos variables del proceso

Se aplicó el coeficiente técnico o "escandallo" (esto es, la relación entre la materia prima que interviene en el proceso y el producto final obtenido) para estimar los costos variables del proceso (materias primas, energía eléctrica y calórica y la mano de obra de un operario especializado) para producir un litro de jugo en el nivel de planta piloto, sin clarificar ni pasteurizar.

RESULTADOS Y DISCUSION

La polifenoloxidasa es una enzima muy resistente al calor y es la principal causante del oscurecimiento de la pulpa de banano. El proceso de escaldado debe combinar adecuadamente la relación tiempo-temperatura para garantizar que el tratamiento sea efectivo. De los dos tratamientos ensayados, la ebullición con agua a 97 °C por 10 min, resultó ser el más barato. Esto se debe fundamentalmente a que el tiempo de tratamiento es 50% menor. El costo energético del escaldador es de 67,53 colones mientras que el de agua en ebullición es de 17,72 colones. Otra ventaja del escaldado con agua en ebullición es que el rendimiento obtenido es mayor. La razón de esto es que, para facilitar la penetración de calor en los

12 - REVITECA volumen 4 - 1995

escaldadores, los bananos se parten por la mitad, lo que provoca la salida de líquidos del interior y por consiguiente un incremento en las pérdidas. En el escaldado con agua en ebullición se pierde un 7,85% del producto, mientras que con los escaldadores las pérdidas son de 26,5%.

En ambos molinos (de martillos y despulpador), se empleó una malla de 0,125 plg para obtener una pulpa gruesa y un mayor rendimiento. Mallas más finas permiten obtener un producto de mejor apariencia pero sacrifican mucho el rendimiento. Con el molino de martillos se obtiene un rendimiento de 82,1%, superior al obtenido con el despulpador que fue de 78,7%. Esto se debe fundamentalmente al diseño de los equipos, ya que aunque se utilice el mismo número de malla, el despulpador, al separar las semillas, arrastra también una cierta cantidad de pulpa.

Como puede observarse en la Figura 1, la variable que tiene una influencia significativa sobre el rendimiento del jugo es la concentración de la enzima y no el tiempo de tratamiento. A mayor concentración de enzima se obtienen rendimientos mayores de jugo. Se eligió una concentración de enzima de 0,025% durante 40 min a 38 °C. Bajo estas condiciones se obtuvo un rendimiento de jugo de 65% con respecto al peso de pulpa; y de 34% con respecto a la materia prima inicial. Este rendimiento es superior al obtenido en un estudio anterior en el nivel de laboratorio de 55-60% (Víquez et al., 1981).

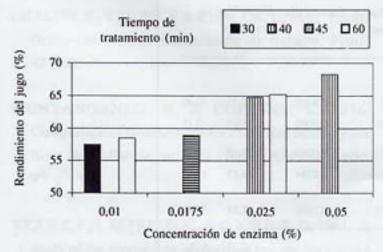


Figura 1. Rendimiento de jugo de banano según tratamiento

El análisis de regresión (Box, 1987) permitió elaborar la ecuación que permite estimar el efecto de la concentración de enzima sobre el rendimiento del jugo:

% Rendimiento de jugo = 54,579 + 338,55 x % [enzima]

donde [enzima] = concentración de enzima

El modelo obtenido explica solo un 35% de la variabilidad y depende únicamente del nivel de concentración de la enzima. Con esta ecuación se puede estimar el porcentaje de rendimiento de jugo que se obtendría al variar la concentración de enzima.

El jugo de banano obtenido es de color amarillo claro, brillante. Tiene un aroma intenso, característico a banano y un sabor dulce. En el Cuadro 2 se pueden apreciar las principales características químicas del mismo.

Cuadro 2. Características químicas del jugo de banano*

Características	Valor	
Н	4,80	
Brix	24,5	
Acidez (% de ácido málico)	0,40	
Azúcares Totales (%)	21,8	
Azúcares Reductores (%)	10,0	
Almidón (%)	1,0	
Color (Hunter Lab)		
L	18,71	
a	- 0,17	
b	3,32	

^{*} recién procesado

La característica química que más se ve afectada en el almacenamiento es el color. El valor de color en el Hunter Lab para L al tiempo cero es de 18,71, disminuyendo a 17,25 a los tres meses y a 15,37 a los siete meses, lo que indica que el producto tiende a oscurecerse con el almacenamiento. Los valores de a y b tienden también a aumentar por un cambio en la coloración. Sin embargo, mantiene un color bastante atractivo en este período.

Desde el punto de vista microbiológico, el jugo se mantuvo estable a temperatura ambiente (20-22 °C), por un período estudiado de diez meses. Los recuentos totales de bacterias y de hongos y levaduras fueron, en todos los casos, < 10 UFC/g.

Sensorialmente, el jugo de banano es considerado por los panelistas como de buena calidad aunque se le atribuye un fuerte sabor a banano, muy dulce, astringente y falto de ácido. Los porcentajes de aceptabilidad más bajos fueron dados al olor y sabor con 67 y 56%, respectivamente. Las restantes características de color, apariencia y textura son de 77, 79 y 81%, respectivamente.

Los costos variables (materias primas, energía calórica y térmica y la mano de obra de un operario especializado) para producir un litro de jugo en el nivel de planta piloto, sin centrifugar ni pasteurizar, es de 79,73 colones, Cuadro 2 (Calderón y Sequeira, 1996).

Por los resultados obtenidos se puede concluir que el proceso de obtención de un jugo clarificado de banano representa una alternativa para la utilización de la fruta no exportable. Sin embargo, dado que dos de las variables más importantes para la aceptación de un producto, como son el olor y el sabor, recibieron puntajes relativamente bajos, es importante considerar otras opciones para el uso del jugo clarificado. Se sugiere la mezcla con jugos de otras frutas tropicales o su concentración, para ser usado como edulcorante de productos que incorporen banano en su elaboración.

Cuadro 2. Estimación de costos variables de producción del jugo de banano

Rubro	Unidades	Precio/unidades (colones)		Escandallo	Costo/Kg (colones)	%
Gastos Directos	lini	rinne A	100			91
Banano	Kg		11,0	2,9299	32,23	40,42
Enzima Pectinex	Kg	35	631,60	0,0002	5,67	7.11
Gastos Indirectos Energía eléctrica	Kwh		20,7	9,0080	0,17	0,21
Energía calórica	L		51,5	0,2744	14,13	17,72
Mano de Obra						
Operario especializado	H-h		235,75	0,1168	27,54	34,54
Total	45 4 42 1	IN			79.73	100,00

BIBLIOGRAFIA

- AOAC 1975. Official methods of analysis. 12 ed. Washington.
- BOX, G.E.P. & DRAPER, N.R. 1987. Empirical modelbuilding and response surfaces. New York, John Wiley.
- CEMPRO. 1996. Análisis de las exportaciones totales. Unidad de Estadísticas Económicas. San José.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICRO-BIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS. 1978. Microorganismos de los alimentos. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos, principios y aplicaciones específicas. Zaragoza, Acribia. v. 2.
- CALDERON, R. & SEQUEIRA, A. 1996. Estudio técnico-económico. Determinación de coeficientes técnicos. Estimación de los costos variables de producción. San José. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica.
- CHACON, S.; VIQUEZ, F. & CHACON, G. 1987. Escala físico-química de maduración de banano. Fruits 42 (42): 95.
- MUNYANGANIZI, B. & COPPENS, R. 1976.
 Comparison of two methods for extracting banana juice from two different varieties. Indus. Aliment. Agric. 93. p. 707.
- VIQUEZ, F.; LASTRETO, C. & COOKE, R. D. 1981. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. J. Food. Technol. 16: 115.

men attill trabulat carrier and introducion