



Aprovechamiento de la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial

Fecha de recepción del artículo: 30 de Mayo de 2014

Use of cocoa shell and its content of pectin in the preparation of commercial type jams

Article Receipt's date: May 30th of 2014



Integro
SENNOVA

SENA Regional Santander
 Red de Conocimiento: Aprovechamiento de residuos sólidos generados en
 procesos agroindustriales
 Centro Atención Sector Agropecuario - TecnoParque Colombia Nodo
 Bucaramanga

Nelson Bernal Ramírez

Aprendiz Tecnología en Procesamiento de Alimentos. nbernal04@misena.edu.co

Apprentice in Food Processing Technology. nbernal04@misena.edu.co

Claudia Milena Mantilla

Microbióloga Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. Especialista en protección de alimentos. Instructora de agroindustria en el Centro de Atención al Sector Agropecuario SENA-CASA. claudiammantill@misena.edu.co

Industrial Microbiologist from the University Pontificia Javeriana, specialist in food protection. I work as an instructor in SENA CASA Agricultural Sector. claudiammantill@misena.edu.co

Leydy Gabriela Rodríguez González

Ingeniera Biotecnológica con énfasis en desempeños básicos de cadenas productivas agropecuarias, bioprocesos en la industria, gestión ambiental, diagnóstico de calidad ambiental. Con experiencia en aprovechamiento y transformación de los residuos sólidos urbanos en la Unidad De Servicios Públicos Del Municipio De Ragonvalia. Toma de muestras y diagnósticos de fertilización para suelos en cultivos de café en Federación Nacional De Cafeteros. Gestor Junior en la línea de Biotecnología Tecnoparque Nodo Bucaramanga. lgrodriguez@sena.edu.co

Biotechnology Engineer with emphasis on basic performance of agricultural production chains, bioprocess industry, environmental management, environmental quality diagnosis with experience in exploitation and transformation of municipal solid waste in Unidad De Servicios Públicos in the municipality Of Ragonvalia, February 2012 - August 2013. Sampling and diagnostics of fertilization in coffee soils in National Federation of coffee Growers in 2011. Currently, she serves as Junior Manager in Biotechnology of Technopark Colombia, Nodo Bucaramanga. lgrodriguez@sena.edu.co

Yeimmy Yolima Peralta Ruiz

Ingeniera Química, Magister en Ingeniería Química. 7 años de experiencia en investigación. 8 publicaciones científicas en revistas internacionales, varias de ellas en categoría A1 de Colciencias. 4 años de experiencia en docencia universitaria a nivel de pregrado y posgrado. 2 años de experiencia en Oil & Gas. Gestor Senior de la línea de Biotecnología del Tecnoparque nodo Bucaramanga. yperaltar@sena.edu.co

Chemical Engineer, MSc in Chemical Engineering, with 7 years of experience in research, 8 scientific publications in international journals, several of them in Category A1 of Colciencias publications. Four years of experience in university teaching at the undergraduate and graduate levels, and 2 years of experience in Oil & Gas. She currently serves as Senior Manager in Biotechnology of Technopark, nodo Bucaramanga. yperaltar@sena.edu.co

Aprovechamiento de la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial

Resumen

La cáscara de cacao fue sometida a un proceso de reducción de tamaño para facilitar su tratamiento, seguido de un lavado con ácido cítrico y un calentamiento con agua hasta 90 °C, para evitar la activación de la enzima Polifenol-Oxidasa. La solución obtenida fue sometida a análisis microbiológicos y fisicoquímicos, además se determinó el porcentaje de esterificación, la cantidad de ácido galacturónico, la viscosidad de la solución, la cantidad de sólidos solubles y un recuento de la presencia de microorganismos. La solución fue utilizada como reemplazo de la pectina comercial en la preparación de mermeladas de fruta. Los resultados fueron altamente satisfactorios, obteniendo un grado de esterificación de más del 70%, un conteo de microorganismos despreciable y un producto altamente palatable.

Palabras Claves

Cacao, pectina, esterificación, palatable.

Use of cocoa shell and its content of pectin in the preparation of commercial type jams

Abstract

Cocoa shell was subjected to a size reduction process to facilitate treatment, followed by washing with citric acid and water heating to 90 °C, to prevent activation of the enzyme polyphenol oxidase. The obtained solution was subjected to microbiological and physico-chemical analyzes, also the percentage of esterification, the amount of galacturonic acid, the viscosity of the solution and the amount of soluble solids, and an account of the presence of microorganisms is determined. The solution was used as a commercial pectin replacement in the preparation of fruit jams. The results were highly satisfactory, obtaining a degree of esterification of over 70%, a count of microorganisms negligible and highly palatable product.

Keywords

Cocoa, pectin, esterification, palatable.



Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos más importantes de la economía del departamento de Santander y se encuentra clasificado en dos grandes grupos: criollo y forastero. Esta última, es una variedad con gran crecimiento, según la Organización Internacional del Cacao (ICCO), debido a la facilidad para su siembra y manejo (Jones and Jones, 1984).

El principal producto explotado a partir del cacao es el chocolate, teniendo como mayor productor el continente africano con el 59% de la oferta mundial (Neilson, 2007). En la producción de chocolate solo se hace uso de las semillas del cacao, descartando la mayoría del fruto.

En la actualidad, la cáscara del cacao es considerada como desecho. Para producir una tonelada de granos de cacao, se generan 10 toneladas de vaina de cacao húmedo y cáscaras, lo que representa un gran excedente (Donkoh et al, 1991)

Estos residuos son incorporados al suelo del cultivo como posible fertilizante, pero como no cuentan con un pretratamiento, se han convertido en un foco de proliferación de insectos y de transmisión de enfermedades al cultivo. (Donkoh et al., 1991; Barazarte et al., 2008; Figueira et al., 1993; Kalvathev et al., 1998; Vriesmann et al., 2011). Una gran variedad de estudios han propuesto alternativas para el aprovechamiento en las que se destacan: uso para la alimentación de porcinos y gallos (Donkoh et al., 1991., Oddoye et al., 2010); producción de espumas de poliuretano

Introduction

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is one of the most important crops of the economy in the province of Santander, and is classified into two major groups: Criollo and Forastero, the latter is a variety with high growth, according to the International Organization of Cocoa (ICCO), due to the ease of planting and management (Jones and Jones, 1984).

The main product is exploited from cocoa chocolate, having Africa as the largest producer with 59% of world supply and demand (Neilson, 2007). In chocolate production, only cocoa beans are used, discarding most of the fruit.

Nowadays, the cocoa shell is regarded as waste. To produce one ton of cocoa beans, 10 tons of wet cocoa pod husks are generated, representing a large surplus (Donkoh et al, 1991).

Afterwards, this waste is added to the soil crop as fertilizer, however, not having a pretreatment has become a focus of proliferation of insects and crop disease transmission. (Donkoh et al, 1991;. Barazarte et al, 2008;. Figueira et al, 1993;. Kalvathev et al, 1998. Vriesmann et al, 2011.).

A great variety of studies have proposed alternatives to the exploitation which are: its use for feeding pigs and roosters (Donkoh et al, 1991 Oddoye et al, 2010...), in the production of polyurethane foams (Padron et al, 2010), in the use as an antibacterial agent (Cuellar, Guerrero., 2010), in the production of antioxidants (Martinez et al., 2012) and recent studies

(Padron et al, 2010); uso como agente antibacterial (Cuellar, Guerrero., 2010); producción de antioxidantes (Martínez et al., 2012) y últimos estudios han hallado su aplicación como principal ingrediente en la formulación de galletas con alto contenido de fibra (Olubamiwa et al, 2002).

Además de las anteriores aplicaciones, estudios han demostrado la alta concentración de pectina que se encuentra en la cáscara de cacao (Blackemore et al., 1966) pero la extracción, suele tener costos considerables que dificultan su uso a nivel industrial. El objetivo de este trabajo fue tratar la cáscara del cacao para obtener una solución caracterizada con contenido de pectina, sin realizar directamente la extracción; evitando así los inconvenientes de alto consumo de energía. Posteriormente se utilizó esta solución como aditivo en la preparación de mermeladas de frutas y mediante un análisis organoléptico y microbiológico al producto, se concluyó su palatabilidad e inocuidad respectivamente.

Marco Teórico

La pectina es un polisacárido heterogéneo complejo que se encuentra en la pared celular primaria de la mayoría de las plantas, donde se le da resistencia mecánica y flexibilidad debido a su interacción con otros componentes de la pared. Como un componente de la pared celular vegetal y los espacios intercelulares, puede ser extraída por hidrólisis ácida a una temperatura alta (Cho, Hwang, 2000).

have found its application as a main ingredient in the formulation of biscuits with high fiber content (Olubamiwa et al, 2002).

In addition to the above applications, studies have shown the high concentration of pectin found in cocoa shell (Blackemore et al., 1966), but the extraction, usually has substantial costs that hinder their use in industry.

The aim of this study was to treat cocoa shell to obtain a characterized solution containing pectin without making direct extraction, avoiding the disadvantages of high power consumption.

Subsequently, this solution was used as an additive in the preparation of fruit jams, and by doing an organoleptic and microbiological analysis to the product it was examined its palatability and safety respectively.

Theoretical Framework

Pectin is a complex heterogeneous polysaccharide found in the primary cell wall in most plants, where is given mechanical strength and flexibility due to its interaction with other components of the wall.

As a component of the plant cell wall and the intercellular spaces, the pectin can be extracted by acid hydrolysis at a high temperature (Cho, Hwang, 2000).



La pectina es un polímero con cadenas de 300 a 1000 unidades de ácido galacturónico, con un número variado de grupos metilester (Barrett, Northcote, 1965; McNeil, Darvill, Albersheim, 1980). La estructura de las sustancias pécticas se basa en un esqueleto de ácido poligalacturónico estabilizado por α enlace glicosídico (1 $\rightarrow$ 4) intercaladas por los residuos de L-ramnosilo 2 enlaces- (Barrett, Northcote, 1965; McNeil, Darvill, Albersheim, 1980).

Esta columna vertebral, conocida como la "región lisa", es ocasionalmente interrumpida por tramos con cadenas laterales, que están compuestas por azúcares neutros, principalmente arabinosa, galactosa y ramnosa, la región "ramificada" (Rosenbohm, Lundt, Christensen, 2003). La pectina comprende polisacáridos ácidos utilizados en la tecnología de los alimentos como un ingrediente para la fabricación de mermelada, entre muchos otros propósitos (Moorhouse, 2004).

Las pectinas se clasifican según su grado de esterificación como de alto o bajo metoxilo. Las primeras son aquellas en las que aparecen metilados más del 50 % de los grupos carboxílicos, forman geles con soluciones ricas en azúcar (60-70 %) y con un pH entre 2,8-3,5. Las pectinas de bajo metoxilo se encuentran con menos del 50 % de los grupos carboxilo metilados y los geles se forman por entrecruzamiento de los iones de calcio y no tienen una dependencia fuerte del azúcar pero sí de la temperatura. La formación del gel se da en un pH de 3,1-3,5.

La pectina comercial, se extrae principalmente de los subproductos de la industria alimentaria, como la cáscara de

Pectin is a polymer chain of 300 to 1000 units of α -galacturonic acid, with a varied number of methylester groups (Barrett, Northcote 1965; McNeil, Darvill, Albersheim, 1980). The structure of the pectic substances is based on a polygalacturonic acid backbone, stabilized by α glycosidic bond (1 $\rightarrow$ 4) interspersed with each other by the residues of L-rhamnosyl 2 bonds (Barrett, Northcote 1965; McNeil, Darvill, Albersheim, 1980).

This spine, known as the "smooth region" is occasionally interrupted by sections with side-chains, which are composed of neutral, mainly arabinose, galactose and rhamnose sugars, the "branched" region (Rosenbohm, Lundt, Christensen, 2003). Pectin comprises acidic polysaccharides used in food technology as an ingredient for making jam, among many other purposes (Moorhouse, 2004).

Pectins are classified according to their degree of esterification as high or low methoxy. The first ones are those that appear to be methylated in more than 50% of carboxylic groups, they form gels with sugar-rich solutions (60-70%) and with a pH between 2.8-3.5.

The low methoxyl pectins are less than 50% of the methylated carboxyl groups and the gels are formed by crosslinking calcium ions and they do not have a strong dependence on sugar as they do on temperature, gel formation occurs in a pH of 3.1-3.5.

Commercial pectin is extracted mainly by-products of the food industry, such as citrus peels, apple pulp and lower proportion of beet pulp (May 1990; Yapo, Robert, Etienne, Wathélet and Paquot, 2007).

cítricos, pulpa de manzana y -en menor proporción- de la pulpa de remolacha (May de 1990; Yapo, Robert, Etienne, Wathelet, y Paquot, 2007). Algunas fuentes novedosas investigadas para obtención de pectina incluyen cáscara de soja (Kalapathy y Proctor, 2001); residuos de girasol (Iglesias y Lozano , 2004); cáscaras de ambarella (Koubala , Mbome , et al. , 2008); cáscaras de cacao (Arlorio et al. , 2001 y Mollea et al. , 2008); cáscaras de plátano (Happi Emaga et al. , 2008b y Happi Emaga et al. , 2008a); cáscaras de maracuyá (Yapo y Koffi , 2006) y las cáscaras de mango (Koubala , Kansci , et al. , 2008). Sin embargo, ninguno de ellos cumple los requisitos necesarios para su escalamiento a nivel industrial (Daniells, 2008).

Este producto tiene una gran variedad de aplicaciones, en la industria farmacéutica, cosmética y en la industria de alimentos. En esta última, se usa por sus propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes; para la fabricación de néctares, mermeladas y confituras. En la producción de jugos naturales aumenta la estabilidad de la turbidez y viscosidad de productos a base de tomate (Williats et al., 2006). En la elaboración de frutas enlatadas se usan pectinas poco metoxiladas para aumentar firmeza y peso de la fruta (Valencia., 2001). Por su poder emulsificante la pectina forma buenas emulsiones con aceites comestibles para la fabricación de mayonesas, helados y aceites empleados en la producción de diversos sabores (Aya., 1992).

Some new sources of investigation for obtaining pectin include soy hull (Kalapathy and Proctor, 2001), residues of sunflower (Iglesias and Lozano, 2004), ambarella shells Ambarella (Koubala, Mbome, et al., 2008), cocoa shells (Arlorio et al., 2001 and Mollea et al., 2008), banana peels (Emaga Happi et al., 2008b and Happi Emaga et al., 2008a), passion fruit peels (Yapo and Koffi, 2006) and mango peels (Koubala, Kansci, et al., 2008).

However, none of them meets the requirements for scaling to industrial level (Daniells, 2008).

This product has a variety of applications in the pharmaceutical, cosmetics and food industry.

In the latter, it is used for their thickening, stabilizing and gelling agents for the manufacture of nectars, jams and marmalade properties. In the production of fruit juices, it enhances the stability of the turbidity and viscosity of tomato-based products (Williats et al., 2006).

In the development of canned fruits, low-methoxylated pectins are used to increase firmness and fruit weight (Valencia., 2001).

Due to its emulsifying power, pectin forms high quality emulsions with edible oils for manufacturing mayonnaise, ice cream, and oils used in the production of various flavors (Aya., 1992)



Materiales y Métodos

Materia Prima

La materia prima utilizada fueron cáscaras de frutos de cacao (no se discriminó por variedad del cacao), y fueron suministradas por el Centro de Atención al Sector Agropecuario –CASA- sede El Playón, Santander. Los frutos seleccionados presentaban un grado de madurez medio, sanos y sin ningún daño mecánico presente.

Tratamiento de la materia prima

Los frutos fueron lavados minuciosamente con agua corriente, retirando todas las impurezas adheridas que pudieran estar presentes. Posterior a ello, se realizó un nuevo lavado con una solución al 1% de ácido cítrico.

Preparación de la solución pectica

Para evitar los altos consumos energéticos relacionados con la extracción directa de la pectina que se encuentra en las cascaras del cacao, se preparó un solución pectica con las cascaras tratadas y lavadas. Estas se separaron de las demás partes del fruto, se sometieron a una disminución de tamaño y fueron mezcladas con agua en una proporción 3:1. La mezcla fue llevada a cocción hasta alcanzar una temperatura de 85 °C durante 5 minutos, esto se realizó con el objetivo de evitar la activación de la enzima Polifenol Oxidasa y posterior pardeamiento de la cáscara. Posteriormente se licuo la mezcla y se dejó en reposo 30 minutos. Transcurrido el tiempo la mezcla se filtró usando una tela de liencillo debidamente esterilizada. Luego se llevó nuevamente hasta 85°C por un minuto, seguido de un enfriado rápido. La solución fue rotulada y almacenada para su posterior caracterización fisicoquímica y microbiológica.

Materials and Methods

Raw Material

The raw material used was shells of cocoa fruit, without discriminating variety of cocoa, and they were supplied by CASA in Playón Santander. The fruits selected had an average degree of maturity; they were healthy and did not have any mechanical damage.

Treatment of raw material

The fruits were washed thoroughly with water, removing all adhering impurities that may be present. After that, an additional wash was done using a 1% citric acid.

Preparation of the pectic solution

To avoid high energy consumption related to the direct extraction of pectin found in the shells of cocoa, a pectic solution with shells being treated and washed off was prepared. They were separated from other parts of the fruit, were subjected to a decrease in the size and were mixed with water in a 3:1 ratio. The mixture was brought to cooking to a temperature of 85 °C for 5 minutes; this was done in order to avoid activation of the enzyme Polyphenol oxidase and browning of the shell. Next, the mixture was liquefied and was left to stand for 30 minutes. After that time, the mixture was filtered using a sterile cotton cloth; then, it was brought back to 85 °C for one minute, followed by rapid cooling. The solution was labeled and stored for its following physicochemical and microbiological characterization.

Caracterización de la solución pectica.

La caracterización fisicoquímica de la solución pectica se determinó mediante los siguientes parámetros: determinación de grupos metoxilos, determinación de ácido galacturónico y determinación del grado de esterificación (García 2010). Además, se midió la viscosidad de la solución con un viscosímetro Brookfield. En cuanto a la caracterización microbiológica se realizó conteo de mohos, levadura, mesófilos, coliformes totales y coliformes fecales.

Para los mohos y levaduras, esta determinación se realizó en medio de cultivo Ogy con siembra en superficie y un periodo de incubación de 23-48 horas a 35 °C. Seguido, se hizo el conteo de los microorganismos. En el caso de los mesófilos se utilizó el agar Platear Count con siembra en superficie y el mismo periodo de incubación anterior. Para los coliformes totales y fecales se realizó con placas de alta sensibilidad para recuento de coliformes Petrifilm de la marca 3M™, luego se sometieron a un periodo de incubación de 23-48 horas a 35 °C, realizándose el posterior conteo.

Preparación de mermeladas con la solución pectica

Se prepararon mermeladas tipo comercial teniendo en cuenta la norma técnica Colombiana NTC 285 para frutas procesadas, mermeladas y jaleas de frutas. Se prepararon en total 20 mermeladas: 5 de mora y 5 de maracuyá, con la relación mostrada en la tabla 1; las 10 restantes se hicieron con la fórmula comercial (con las mismas proporciones de fruta y 0.5 gramos de pectina comercial para todas).

Characterization of the pectic solution.

The physicochemical characterization of the pectic solution was determined by the following parameters: Determination of methoxyl groups, galacturonic acid determination and determination of the degree of esterification (Garcia 2010). Furthermore the viscosity of the solution was measured with a Brookfield viscometer. As for the microbiological characterization, a counting of mildew, yeast, mesophilic, total coliforms and fecal coliforms was done.

For mildews and yeasts, this determination was mad by Ogy crop with sowing in the surface and an incubation period of 23-48 hours at 35 ° C, after that, the counting of the microorganisms was done. As for the mesophilic, the Plate Count Agar was used with sowing in the surface and the same incubation period mentioned before. For the total and fecal coliform, high-sensitivity plates were used to count of coliform Petrifilm 3M™ brand, then they were subjected to an incubation period of 23-48 hours at 35 ° C, doing the subsequent counting.

Preparation of jams with the pectic solution

Commercial jams were prepared taking into account the Colombian standard technique NTC 285 for processed fruits, jams and jellies. 20 jams were prepared: 5 blackberry jams, 5 passion fruit jams (with the relationship shown in *Table 1*), and 10 more jams with the commercial formula (with the same proportions of fruit and 0.5 grams of commercial pectin for all).



Tabla 1. Concentración de mermeladas preparadas - **Table 1.** Concentration of prepared jams.

Fruta	Relación Fruta/Solución Pectica				
Mora	50/5	45/10	40/15	35/20	30/25
Maracuyá	50/5	45/10	40/15	35/20	30/25

Caracterización de las mermeladas preparadas

La calidad de las mermeladas se determinó mediante medición de grados brix, pH, cenizas (Hart y Fisher, 1984) y determinación de proteínas por el método Kjeldahl.

Además se realizó una prueba de aceptación de la mermelada con la ayuda de 69 evaluadores, en la cual se realizó un pequeña degustación del producto y como variable de respuesta se obtuvo un juzgamiento cualitativo con las categorías: me disgusta mucho; no me gusta; ni me gusta - ni me disgusta; me gusta y me gusta mucho.

Resultados

Contenido de grupos metoxilos, grado de esterificación

En la figura 1 se puede observar la apariencia final de la solución pectica preparada. El contenido de metoxilos, grado de esterificación y ácido galacturónico, se presenta en la tabla 2.

Figura 1. Solución pectica recién preparada



Fuente: Los Autores

Characterization of the prepared jams

The quality of jams was determined by measuring brix grades, pH, ashes (Hart and Fisher, 1984) and protein determination by the Kjeldahl method.

In addition to that, a proof of acceptance of the jam with the help of 69 reviewers who had a tasting of the product was carried out.

The variables of responses were obtained through a qualitative analysis which was divided into the following categories: I really dislike it, I do not like it, I am indifferent to it, I like it and I like it very much.

Results

Contents of methoxyl groups, degree of esterification.

Figure 1 shows the final appearance of the pectic solution prepared. The methoxyl content, degree of esterification and galacturonic acid are presented in Table 2.

Tabla 2. Caracterización Fisicoquímica de la solución - **Table 2.** Physicochemical Characterization of the solution.

Prueba	Resultado
Contenido de grupos metoxilos	15,52 mg/5 g de solución pectica
Grado de Esterificación	88%
Contenido de ácido Galacturonico	13 mg de ácido/ 100 mg de solución pectica
Viscosidad Dinámica	1.2 cp

Como se puede observar, el contenido de grupos metoxilos y grado de esterificación es alto, lo que conduce a que la solución gelifique a temperaturas altas y de manera rápida. La viscosidad dinámica medida es baja y por ser una solución acuosa, el valor es muy cercano a la viscosidad del agua.

As it can be seen, the content of methoxyl groups and the degree of esterification is high, which causes the solution to gelify at high temperatures quickly. The dynamic viscosity is low and since it is an aqueous solution, the result is very close to the viscosity of water.

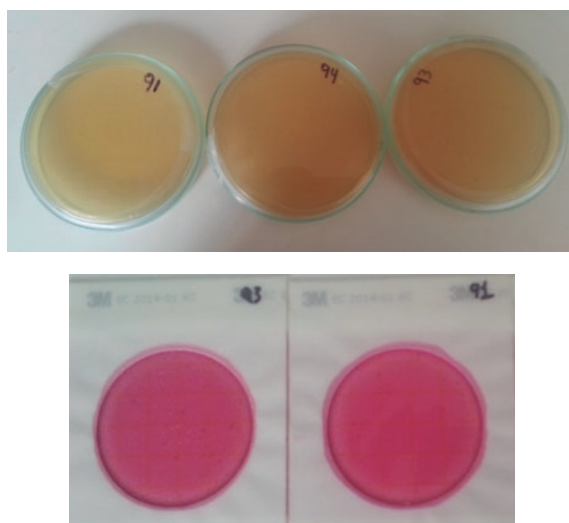
Recuento de microorganismos en la solución

El conteo de mohos, levaduras, mesófilos, coliformes totales y fecales en la solución luego de 48 horas de incubación fue despreciable (ver figura 2), cumpliendo con la normativa legal vigente de conteo de microorganismos para productos destinados a elaboración de alimentos.

Counting of microorganisms in the solution

The count of mildews, yeasts, mesophilic, total and fecal coliforms in the solution after 48 hours of incubation was negligible (see Figure 2), obeying to the current legislation of counting microorganisms to the products for food processing.

Figura 2. Placas de cultivo luego de 48 horas de incubación



Fuente: Los Autores

Medición de grados brix, pH, cenizas y proteínas

En la figura 3 se observan algunas de las mermeladas preparadas debidamente y empacadas al vacío.

A todas las muestras preparadas se les determinó los grados brix, pH, cenizas y proteínas; adicionalmente se realizó un conteo de los microorganismos presentes. Los resultados fueron comparados con las mermeladas preparadas con pectina comercial. En la tabla 3 y 4 se muestra la clasificación de las mermeladas preparadas con la solución pectica y con la pectina comercial; además de los grados Brix y pH de cada una de las muestras.

Measuring of degrees brix, pH, ashes, and proteins.

In figure 3 some of the prepared jams which are vacuum packed are shown.

Degrees brix, pH, proteins and ashes were determined in all the prepared samples, plus, a count of the present microorganisms was conducted. The results were compared with jams made with commercial pectin. In Table 3 and 4, the classification of jams prepared with pectic solution and with commercial pectin is shown along with the degrees Brix and pH of each of the samples.

Figura 3. Algunas mermeladas preparadas



Fuente: Los Autores

Tabla 3. Clasificación de las mermeladas con solución pectica y receta comercial preparadas con mora - Table 3. Classification of jams with pectic solution and commercial recipe made of blackberry.

Muestra	Fruta seleccionada	Relación Fruta/ Solución Pectica	Pectina comercial	Grados Brix	pH
1	Mora	50/5	-	65,5	3,1
2		45/10	-	65,5	3,2
3		40/15	-	70,5	3,3
4		35/20	-	66,7	3,3
5		30/25	-	63,4	3,1
6		-	0.5	62,5	3,1
7		-	0.5	67	3,0
8		-	0.5	78	3,0
9		-	0.5	79,5	3,0
10		-	0.5	80	3,0

Tabla 4. Clasificación de las mermeladas con solución pectica y receta comercial preparadas con mora - **Table 4.** Classification of jams with pectic solution and commercial recipe made of passion fruit.

Muestra	Fruta seleccionada	Relación Fruta/ Solución Pectica	Pectina comercial	Grados Brix	pH
11	Maracuyá	50/5	-	63,5	3
12		45/10	-	70,0	3,1
13		40/15	-	71,8	3,1
14		35/20	-	76	3,1
15		30/25	-	70,5	3,2
16		-	0.5	70,5	3,0
17		-	0.5	67,5	3,1
18		-	0.5	69,0	3,0
19		-	0.5	68,0	3,0
20		-	0.5	68,0	3,0

Para la determinación de proteínas y cenizas se tomaron muestras representativas de las mermeladas y se realizaron 3 ensayos por cada una de las muestras, determinando la desviación de cada uno de los resultados. En la tabla 5 se puede observar los porcentajes de proteína y cenizas presentes en cada una de las muestra.

To determine the protein and ashes, representative samples were taken and 3 trials for each of the samples were performed while determining the deviation of each of the results. Table 5 shows the percentage of protein and ashes present in each sample.

Tabla 5. Porcentajes de proteínas y cenizas de las mermeladas preparadas - **Table 5.** Ratios of protein and ashes of the prepared jams.

Muestra	%Proteínas	Desviación	%Cenizas	Desviación
1	0,6398	0,1065	0,4185	0,06630
2	0,6417	0,0384	0,4507	0,05717
3	0,6016	0,0350	0,2860	0,07025
4	0,4985	0,0400	0,3707	0,04541
5	0,4709	0,0074	0,3477	0,05463
6	0,4759	0,0406	0,2583	0,02258
7	0,4794	0,0685	0,3000	0,04511
8	0,4405	0,0157	0,1532	0,02427
9	0,3819	0,0896	0,1779	0,02603
10	0,3866	0,0541	0,1176	0,03084
11	0,4012	0,0135	0,3675	0,13952
12	0,7764	0,0423	0,4490	0,05511

Tabla 5. Porcentajes de proteínas y cenizas de las mermeladas preparadas - **Table 5.** Ratios of protein and ashes of the prepared jams.

Muestra	%Proteínas	Desviación	%Cenizas	Desviación
13	0,9076	0,0030	0,4772	0,05609
14	0,7638	0,0486	0,5042	0,03387
15	0,5637	0,0551	0,4598	0,01641
16	0,8725	0,0738	0,3732	0,04885
17	0,7280	0,0284	0,3737	0,03343
18	0,7382	0,0588	0,2957	0,07186
19	0,5453	0,0822	0,3501	0,01863
20	0,3817	0,0357	0,1615	0,04984

Finalmente el estudio realizado -con el apoyo de 69 evaluadores para el análisis de la aceptabilidad de las mermeladas- arrojó que para el 83 % de los encuestados, el producto fue de su agrado. Para las calificaciones negativas obtenidas, la observación más recurrente era acerca de la alta acidez de la mermelada.

Discusión

Por su alto contenido de metoxilos y su grado de esterificación, la solución pectica preparada, es adecuada para la preparación de mermeladas, ya que sus características fisicoquímicas, reducen sustancialmente el tiempo requerido para completar la gelificación; además de permitir que el proceso inicie a temperaturas más altas, disminuyendo costos y la cantidad de tiempo muerto, si el proceso productivo se desea llevar a nivel planta piloto o escala industrial. Además, estas características permitirán su uso en alimentos diferentes a las mermeladas como aquellos que necesitan un desmolde rápido como en el caso de las gomas y gominolas.

Finally the study supported by 69 reviewers for the analysis of the acceptability of the jams, showed that 83% of respondents liked the product. As for the negative answers obtained, the most repetitive observation dealt with the high acidity of the jam.

Discussion

The pectic solution prepared with high methoxyl content and degree of esterification make the solution become adequate for the preparation of jams since their physicochemical characteristics substantially reduce the time required to complete the gelation as well as it allows the process to begin at higher temperatures. This reduces the amount of costs and downtime in case that the production process is to be ascended at pilot plant or industrial scale. Besides, these features will allow its use in different food from jams, as those which need a quick mould release such as gums and jellies.

La viscosidad de la solución, cercana a la del agua, permite un fácil proceso de mezcla con otros ingredientes, lo cual es fundamental a la hora de buscar nuevas aplicaciones alimenticias del producto. Sumado a esto, permite tener control sobre la reología de los nuevos mismos y de los cambios de temperatura a los que puedan ser sometidos. El recuento de microorganismos despreciables, presentes en la solución, son producto de las temperaturas manejadas en el proceso y de los choques térmicos a los cuales se sometió, causando la muerte de los microorganismos por su baja termoresistencia. Este mismo fenómeno ocurre con las mermeladas debido a que su sistema de empaque y sellado, requiere de un cambio brusco de temperatura. De igual manera, el alto contenido de azúcar de las muestras y los fenómenos de osmosis en la membrana celular, inhiben el crecimiento y generan la muerte de los microorganismos.

Los grados Brix y el pH de cada una de las muestras se encuentran dentro de los rangos permitidos por la legislación colombiana, con respecto a la cantidad de proteína, aunque estos alimentos no se caractericen por un alto contenido de este nutriente, las muestras tienen un porcentaje apreciable lo que le suma ventajas a la utilización de la solución de pectina, que puede contribuir al aumento de este porcentaje al ser también elaborada con una fruta. El contenido de ceniza se encuentra entre los límites normales contenidos en las frutas, jugos y jaleas de un 0,2% a 0,6%. Los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad recomiendan revisar la formulación de la acidez tanto de la solución como de las mermeladas para realizar un ajuste y lograr un mayor porcentaje de aceptación del producto.

The viscosity of the solution close to the water one allows an easy process of mixing with other ingredients which is essential when looking for new food product applications. Also, it allows to control over the rheology of the new ones and the changes of temperature to which they may be subjected.

A count of microorganisms negligible present in the solution is due to temperatures manipulated in the process and thermal shocks to which the solution was subjected, causing microorganisms to die by low temperature resistance. This same phenomenon occurs with jams, since its packing and sealing system, requires a sudden change of temperature. Also, the high sugar content of the samples and the phenomena of osmosis in the cell membrane inhibit growth and generate death of microorganisms.

The degrees Brix and the pH of each of the samples are found within the ranges allowed by the Colombian law with respect to the amount of protein, although these foods are not characterized by a high content of such nutrient, the samples have a significant proportion which adds advantages to the use of the pectin solution, which can help increase this percentage when it is made of a fruit. The ash content is at standard limits contained in fruits, juices and jellies from 0.2% to 0.6%.

The results obtained in the test of acceptability recommend reviewing the formulation of both the acidity of the solution and the acidity of the jams so as to make an adjustment and achieve a higher percentage of product acceptance.

Conclusiones

La solución preparada presenta excelentes características tanto fisicoquímicas como microbiológicas, una alto poder gelificante y una gran estabilidad, convirtiéndola en un excelente aditivo para la preparación de variados productos alimenticios donde hasta el momento solo era posible utilizando pectina comercial extraída por métodos químicos. Además, la no extracción directa de la pectina, disminuye costos energéticos y de insumos, y puede generar un proceso que llevado a nivel comercial sea más rentable que el actualmente vigente.

La producción de una solución pectica a partir de cáscara de cacao, representa amplios beneficios, tanto para el productor como para el ambiente, ya que se están aprovechando residuos agroindustriales y generando un valor agregado a la cadena del cacao. Así mismo se evitan problemas de contaminación y creación de focos de formación de vectores nocivos para la salud humana.

Conclusions

The prepared solution has both excellent microbiological and physicochemical characteristics, a high gelling power, and a high stability, making it an excellent additive for the preparation of various food products, where, so far it was only possible by using commercial pectin extracted by chemical methods. Besides the non-direct extraction of pectin decreases energy and input costs and it can generate a process that if it is led to a commercial scale, it will be more profitable than the current one in effect.

The production of pectic solution from cocoa shells represents extensive benefits for both the producer and the environment, as it is taking advantage of agro-industrial waste while generating a value-added component to the cocoa chain apart from avoiding pollution problems and the creation of formation foci vectors harmful to human health.

Bibliografía / Bibliography

Arlorio, M., Coisson, J. D., Restani, P., & Martelli, A. (2001). *Characterization of pectins and some secondary compounds from Theobroma cacao Hulls*. Journal of Food Science, 66, 653–656.

Aya, L. E. (1992). *Factibilidad Técnica de la extracción de aceite esencial de cáscara de limón*, Santa fe de Bogota D. C., Universidad Nacional de Colombia.

Barazarte, H., Sangronis, E., Unai, E., 2008. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas. Arch. Latinoam. Nutr. 58, 64–70.

Barrett, A.J.; Northcot, D.H. (1965), Apple fruit pectic substances. Biochemical Journal, 94, 617.

Blakemore, W. R., Dewar, E. T., & Hodge, R. A. (1966). Polysaccharides of the cocoa pod husk. Journal of the Science of Food and Agriculture, 17, p. 558–560.

Cho, Y.-J. & Hwang, J.-K. (2000), Modeling the yield and intrinsic viscosity of pectin in acidic solubilization of apple pomace. Journal of Food Engineering, 44, p. 85–89.

Daniells, S. (2008). Pectin: Sourcing issues and ideas. Available on <<http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/Pectin-Sourcing-issuesand-ideas>>.

Donkoh, A., Atuahene, C. C., Wilson, B. N., & Adomako, D. (1991). Chemical composition of cocoa pod husk and its effect on growth and food efficiency in broiler chicks. Animal Feed Science and Technology, 35(1-2), p. 161–169.

Figueira, A., Janick, J., BeMiller, J.N., 1993. New products from *Theobroma cacao*: seed pulp and pod gum. In: Janick, J., Simin, J.E. (Eds.), *New Crops*. Wiley, New York, pp. 475–478.

Happi Emaga, T., Ronkart, S. N., Robert, C., Wathelet, B., & Paquot, M. (2008). Characterisation of pectins extracted from banana peels (*Musa AAA*) under different conditions using an experimental design. Food Chemistry, 108, 463–471

Iglesias, M. T., & Lozano, J. E. (2004). Extraction and characterization of sunflower pectin. Journal of Food Engineering, 62, 215–223.

Jones, K. L., & Jones, S. E. (1984). Fermentations involved in the production of cocoa, coffee and tea. Progress in Industrial Microbiology, 19, p. 411–456.

Kalapathy, U., & Proctor, A. (2001). Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. Food Chemistry, 73, 393–396.

Kalvatchev, Z., Garzaro, D., Cedezo, F.G., 1998. *Theobroma cacao* L.: un nuevo enfoque para nutrición y salud. Agroalimentaria 6, 23–25

Koubala, B. B., Mbome, L. I., Kansci, G., Mbiapo, F. T., Crepeau, M. J., Thibault, J.-F., et al. (2008). Physicochemical properties of pectins from ambarella peels (*Spondia cytherea*) obtained using different extraction conditions. Food Chemistry, 106, 1202–1207.

Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. Food Research International, 49(1), p. 39–45.



May, C. D. (1990). Industrial pectins: Sources, production and applications. *Carbohydrate Polymers*, 12, p. 79–99.

McNeil, M., Darvill, A. G.; Albersheim, P. (1980). Structure of plant-cell walls .10. Rhamnogalacturonan-I, a structurally complex pectic polysaccharide in the walls of suspension-cultured sycamore cells. *Plant physiology*, 66, 1128-1134.

Mollea, C., Chiampo, F., & Conti, R. (2008). Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: A preliminary study. *Food Chemistry*, 107, 1353–1356.

Moorhouse, R., (2004), Ubiquitous hydrocolloid. *Food Ingredients*, 9, 24-30.

Neilson, J. (2007). Global markets, farmers and the state: Sustaining profits in the Indonesian cocoa sector. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 43(2), p. 227-250.

Oddoye, E. O. K., Rhule, S. W. A., Agyente-Badu, K., Anchirinah, V., & Ansah, F. O. (2010). Fresh cocoa pod husk as an ingredient in the diets of growing pigs. *Scientific Research and Essays*, 5(10), p. 1141-1144.

Olubamiwa, O., Otun, A. R., & Longe, O. G. (2002). Dietary inclusion rate of cocoa husk for starter cockerels. *International Journal of Poultry Science*, 1(5), p. 133-135.

Padrón, G., Arias, E., Romero, J., Benavides, A., Zamora, J. & García, S. (2004). Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espumas de poliuretano para uso hortícola. *Propiedades físicas y de biodegradabilidad*. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 48(2), p. 156-164.

Rosenbohm, C., Lundt, I., Christensen, T. M. I. E. (2003), Chemically methylated and reduced pectins: preparation, characterization by ¹H NMR spectroscopy, enzymatic degradation and gelling properties. *Carbohydrate Research*, 338, 637

Valencia, M. (2001). Determinación del tratamiento más óptimo para la extracción de pectina a partir de la cáscara de maracuyá mediante el uso de ácido clorhídrico y hexametáfosfato de sodio y su aplicación en la elaboración de mermeladas, Manizales, Universidad de Caldas.

Vriesmann, L. C., de Mello Castanho Amboni, R. D., & De Oliveira Petkowicz, C. L. (2011). Cacao pod husks (theobroma cacao L.): Composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial Crops and Products*, 34(1), p. 1173-1181.

Willats, W. G. T., Knox, J. P., & Mikkelsen, J. D. (2006). Pectin: New insights into an old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science and Technology*, 17(3), p. 97-104.

Yapo, B. M., & Koffi, K. L. (2006). Yellow passion fruit rind—A potential source of low-methoxyl pectin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2738–2744.

Yapo, B. M., Robert, C., Etienne, I., Wathelet, B., & Paquot, M. (2007). Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts. *Food Chemistry*, 100(4), p. 1356-1364.