

Obtención y caracterización estructural y funcional de almidón acetilado de malanga (*Colocasia esculenta* Schott)*

Obtaining and structural characterization and functional of acetylated starch of taro (*Colocasia esculenta* Schott)

Mario Torres Becerril^{1§}, Roselis Carmona García¹ y Andrés Aguirre Cruz²

¹Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Av. Dr. Víctor Bravo Ahuja s/n. C. P. 68350, Col. 5 de Mayo. (rosel_car@hotmail.com). ²Universidad del Papaloapan. Calle Circuito Central No. 200. C. P. 68301, Col. Parque Industrial. (antaracruz@hotmail.com). [§]Autor para correspondencia: Alucard_27_27@hotmail.com.

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realizó la presente obtención, modificación y caracterización (estructural) del almidón nativo y acetilado de malanga (*Colocasia esculenta* Schott). Al almidón nativo como modificado se le realizó un análisis químico proximal y una determinación de propiedades funcionales (capacidad de retención e índice de solubilidad en agua, capacidad de retención de aceite y capacidad de hinchamiento). Se obtuvo un almidón con un grado de sustitución (GS) de 1.7, en cuanto a la composición química proximal hubo una disminución en el contenido de proteínas, lípidos en el almidón modificado esto se puede deber a la solubilización y degradación de estos componentes durante la reacción, sin embargo el contenido de cenizas aumentó, debido a la presencia del grupo acetilo. En cuanto a sus características estructurales los espectros obtenidos por FTIR mostraron las señales características del grupo funcional introducido (C=O) (1 750, 1 470, 1 375 y 1 270 cm⁻¹), confirmándose la modificación química. El almidón de malanga presentó un patrón de difracción tipo A, el almidón acetilado presentó un aumento en las propiedades funcionales en comparación con el almidón nativo, este almidón acetilado observó un comportamiento similar con otros almidones acetilados de otras fuentes por lo que podrían ser utilizados a nivel industrial.

Palabras clave: acetilación, almidón, GS, malanga.

Abstract

In the present investigation this acquisition, modification and characterization (structural) of native and acetylated starch is made from taro (*Colocasia esculenta* Schott). Modified native starch as she underwent a proximal chemical analysis and determination of functional properties (capacity retention rate and solubility in water, oil retention capacity and swelling capacity). Starch was obtained with a degree of substitution (DS) of 1.7, in terms of nutritional content there was a decrease in protein content, lipid modified starch that can be caused by the solubilization and degradation of these components during reaction, however increased ash content due to the presence of the acetyl group. As for its structural characteristics, FTIR spectra showed characteristic signs introduced functional group (C=O) (1 750, 1 470, 1 375 and 1 270 cm⁻¹), confirming the chemical modification of taro starch presented a diffraction pattern of type A, acetylated starch showed an increase in the functional properties compared to the native starch, acetylated starch. This behaviour was observed similar with other acetylated starches from other sources which could be used at industrial level.

Keywords: acetylation, GS, starch, taro.

* Recibido: noviembre de 2014
Aceptado: marzo de 2015

El almidón es el principal polisacárido de reserva de la mayoría de los vegetales, y la principal fuente de calorías de la humanidad ya que es muy abundante en la naturaleza. Está compuesto de dos componentes que son la amilosa y la amilopectina y dependiendo en las proporciones en las que se encuentren estos dos componentes va a ser la funcionalidad o propiedades que este almidón va a poseer. Es importante como constituyente de los alimentos en los que está presente, tanto desde el punto de vista nutricional como tecnológico. Puede llegar a constituir hasta 70% del peso de granos de cereales (maíz y trigo) o de tubérculos (Fernández-Sevilla, 2005). El almidón es principalmente obtenido de las plantas superiores por métodos físicos más comúnmente de tubérculos como la papa, de cereales como el trigo, arroz y más principalmente del maíz donde su producción es más considerable. Su uso se extiende en diferentes industrias como la farmacéutica, biotecnológica, química y mas principalmente en la industria alimentaria.

Sin embargo la producción del almidón obtenido de fuentes convencionales no es suficiente por lo que se buscan obtener fuentes no convencionales para obtener este polímero. Una de estas fuentes no convencionales para obtención de almidón puede ser la malanga (*Colocasia esculenta* Schott) que es un tubérculo comestible perteneciente a la familia de las *Araceae* originario de Asia, de forma ovoide-redonda con una pulpa blanca almidonosa y una cáscara de color marrón oscura (Onwueme, 1999) ya que este tubérculo tiene un contenido elevado de almidón (74%).

Sin embargo, las propiedades funcionales de los almidones nativos no cumplen con los requerimientos de la industria por lo que existen métodos de modificación para mejorar la funcionalidad de almidones y hacer un almidón a la medida o a los requerimientos de la empresa. Los métodos de modificación más usados son los métodos químicos que consiste en la introducción de grupos funcionales en la molécula del almidón, lo que altera significativamente las propiedades físicas y químicas del almidón nativo (Singh *et al.*, 2007).

Entre los métodos de modificación química se encuentra la acetilación que consiste en una reacción de esterificación agregando anhídrido acético o vinil acetato en un medio alcalino produciendo acetato de almidón. Como características estos almidones tienen baja temperatura de gelatinización así como una baja retrogradación, al igual a

Starch is the main reserve polysaccharide of most plants, and the main source of calories of mankind as it is very abundant in nature. It consists of two components that are amylose and amylopectin and depending on the proportions in which these two components are going to be the functionality or properties that this starch will possess. It is important constituent of food in which it is present, both nutritionally and technological. It can constitute up to 70% by weight of cereal grains (corn and wheat) or tubers (Fernández-Sevilla, 2005). Starch is mainly derived from higher plants by physical methods most commonly tubers such as potatoes, cereals such as wheat, rice and maize mainly where production is more significant. Use spreads in different industries such as pharmaceuticals, biotechnology, and chemistry and, more especially in the food industry.

However, the production of starch obtained from conventional sources is not enough so they seek to obtain unconventional sources for this polymer. One of these unconventional sources for obtaining starch may be the taro (*Colocasia esculenta* Schott) which is a belonging to the family of *Araceae* from Asia, an edible tuber, ovoid-round with a starchy white pulp a shell of dark brown (Onwueme, 1999) as this tuber has a high starch content (74%).

However, the functional properties of native starches do not meet the requirements of the industry so there modification methods to improve the functionality of starches and starch to make a measurement or business requirements. Most commonly used methods are chemical modification methods is the introduction of functional groups on the starch molecule, which significantly alters the physical and chemical traits of native starch (Singh *et al.*, 2007).

Methods of chemical modification is acetylation consisting of an esterification reaction by adding acetic anhydride or vinyl acetate in an alkaline medium producing starch acetate. Starches have characteristics such as low gelatinization temperature and a low retrogradation, like to have a low tendency to form a clear gel and paste. Used for the preparation of frozen foods and as emulsion stabilizers and encapsulation products (Singh *et al.*, 2007).

So the aim of this work is to obtain and characterize the native and modified taro starch and suggest possible applications.

tener una baja tendencia a formar geles y una pasta clara. Son usados para la elaboración de alimentos congelados y como estabilizantes de emulsión y para productos de encapsulación (Singh *et al.*, 2007).

Por lo que el objetivo del presente trabajo es obtener y caracterizar el almidón nativo y modificado de malanga y sugerir posibles aplicaciones.

Aislamiento del almidón

El almidón se va a obtener por el método de Novelo y Betancur (2005) en donde la malanga previamente es seleccionada, limpiada, lavada, posteriormente es cortada en trozos y se sumerge en una solución de ácido cítrico al 3% durante 30 min, luego la malanga es molida y tamizada a diferentes tamaños de malla para obtener una lechada que va a ser filtrada en una bomba al vacío, la pasta obtenida es secada en una estufa a 50 °C durante 48 h.

Acetilación del almidón

La acetilación del almidón se llevó a cabo por medio del método de Phillips *et al.* (1999), donde se va a colocar almidón nativo en un matraz de tres bocas y se le va a agregar ácido acético glacial y se va a mantener la mezcla en agitación por 2 min, posteriormente se le va a adicionar anhídrido acético por un periodo de 5 min, después se agrega una mezcla de ácido acético glacial con ácido sulfúrico por 10 min. Terminando de agregar todos los reactivos se lleva mezcla a una temperatura de 70 °C para comenzar la reacción a diferentes tiempos de reacción para obtener almidones a diferentes grados de sustitución, finalmente pasado el tiempo de reacción esta se corta adicionando agua para después darles filtrados y lavados al almidón hasta que el almidón tenga un pH de 7, después se mete el almidón a secar a 50 °C por 48 h.

Grado de sustitución

Este se determino por el método de Wuzburg (1964), donde se coloco 1 g de muestra en un matraz erlenmeyer y se le adiciono 50 ml de etanol al 75% luego esta mezcla se puso en agitación a 50 °C por 30 min, después se dejo enfriar la mezcla y se le agregaron 40 ml de hidróxido de potasio al 0.5 N y se dejo en agitación por 72 h. Transcurridas las 72 h la mezcla se hizo una titulación con ácido clorhídrico al 0.5 N usando como indicador fenolftaleína.

Isolation of starch

The starch to be obtained by the method of Novelo and Betancur (2005) where taro is previously selected, cleaned, washed, is then cut into pieces and dipped in a solution of citric acid 3% for 30 min, then the taro is crushed and sieved to different mesh sizes to obtain a slurry to be filtered vacuum pump, the paste obtained is dried in an oven at 50 °C for 48 h.

Acetylation of starch

Acetylation of the starch is carried out by the method of Phillips *et al.* (1999), which is to be placed on a native starch three neck flask was added glacial acetic acid will be maintained and the mixture stirring for 2 min, subsequently going to add acetic anhydride for a period of 5 min, then a mixture of glacial acetic acid with sulphuric acid is added for 10 min. Finishing adding all reagents mixture is brought to a temperature of 70 °C to start the reaction at different reaction times for starches at different degrees of substitution, finally passed the reaction time is cut by adding water and then give them filtered and washing the starch until the starch has a pH of 7, then the starch gets dry at 50 °C for 48 h.

Degree of substitution

This was determined by the method Wuzburg (1964), where 1 g of sample was placed in an Erlenmeyer flask and was added 50 ml of 75% ethanol then this mixture was stirred at 50 °C for 30 min, then the mixture was allowed to cool and added of 40 ml of potassium hydroxide and 0.5 N was allowed to stir for 72 h. After operating for 72 h the mixture was titration with 0.5 N hydrochloric acid using phenolphthalein as indicator.

Proximate analysis

Chemical analysis proximal which I consisted in the determination of moisture, ash, lipids, proteins and carbohydrates all for the established methods of the AACC (2000).

FTIR

This is a confirmatory technique for chemical modification corroborate that there is a qualitative type.

Análisis químico proximal

El análisis químico proximal el cual consistió en la determinación de humedad, cenizas, lípidos, proteínas y carbohidratos todos por los métodos establecidos de la AACC (2000).

FTIR

Esta es una técnica confirmatoria para corroborar que hubo modificación química es de tipo cualitativa.

XRD

Consiste en distinguir los patrones de difracción y la estructura cristalina del almidón usando un difractómetro de rayos X.

Propiedades funcionales

La capacidad de absorción de agua y de solubilidad en agua se determinó por el método de Larrauri (1996) así como la capacidad de absorción de aceite por el método de Larrauri (1996).

Grado de sustitución

Se calculó el grado de sustitución del almidón modificado por acetilación y se obtuvo un almidón con un porcentaje de acetilos de 45.24% y un grado de sustitución de 1.7 a un tiempo de reacción de 30 min, este valor obtenido fue similar al obtenido por Xu *et al.*, (2004) en un estudio realizado a almidón de amilomaíz reportando un (%) de acetilos de 45, a un tiempo de reacción mucho mayor (240 min).

Composición química proximal

La composición química proximal del almidón nativo y acetilado se muestra a continuación en la Cuadro 1.

El almidón acetilado mostró una disminución en el contenido de humedad (2.4%) en comparación con su contraparte nativa (7.21%), con respecto al contenido de lípidos y proteínas, el almidón nativo presentó un mayor contenido de estos componentes (0.79% y 7.29%, respectivamente) que en el almidón acetilado, esta disminución pudo ser debido a la solubilización y precipitación de los lípidos y proteínas periféricas y consecuentemente la salida de estos componentes al medio de reacción durante las etapas del

XRD

Is to distinguish the diffraction patterns and the crystalline structure of starch using an X-ray diffractometer

Functional properties

The water absorption capacity and water solubility using method Larrauri (1996) as well as the oil absorption capacity by the method determined by Larrauri (1996).

Degree of substitution

Due to acetylation and the modified starch was obtained with a percentage of 45.24% acetyl and a degree of substitution of 1.7 at a reaction time of 30 min the degree of substitution of the starch is calculated, the value obtained was similar to that obtained by Xu *et al.* (2004) in a study of starch amylo maize reporting a (%) of acetyl 45, to a much bigger reaction time (240 min).

Proximal chemical composition

The nutritional content of native starch and acetylated shown below in Table 1.

Cuadro 1. Análisis químico proximal de almidón nativo y acetilado de malanga.

Table 1. Chemical analysis of proximal native and acetylated taro starch.

Componente	Almidón nativo	Almidón acetilado
Humedad (%)	7.21 ± 0.86 ^a	2.4 ± 0.12 ^b
Cenizas (%)	1.57 ± 0.17 ^a	1.61 ± 0.03 ^a
Lípidos (%)	0.79 ± 0.09 ^a	0.65 ± 0.07 ^b
Proteínas (%)	7.29 ± 0.24 ^a	4.96 ± 0.05 ^b

Promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Acetylated starch showed a decrease in moisture content (2.4%) compared to its native counterpart (7.21%), with respect to content of lipids and proteins, native starch had a higher content of these components (0.79 and 7.29%, respectively) than the acetylated starch. This decrease could be due to solubilisation and precipitation of lipids and proteins and consequently peripheral output these components to the reaction medium during the process steps modification (Lawal, 2004 and Abebowale *et al.*, 2005). Furthermore the ash content is higher in the acetylated starch, native starch that this could be due mainly to the introduction of the acetyl group in the starch molecule.

proceso de modificación (Lawal, 2004 y Adebowale *et al.*, 2005). Por otro lado el contenido de cenizas es mayor en el almidón acetilado, que en el almidón nativo, esto se pudo deber principalmente a la introducción del grupo acetilo en la molécula de almidón.

Análisis de espectroscopia de infrarrojo por transformadas de fourier (FTIR)

En la Figura 1 se muestra la espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier del almidón nativo y acetilado de malanga.

En el espectro obtenido del almidón nativo (AN) (Figura 1) se observaron señales a números de onda de 1 159, 1 082, 1 014 cm^{-1} , que son atribuidas a los estiramientos de los enlaces C-O (Goheen y Wool, 1991). Otras señales de absorción características se observaron a 992, 929, 861, 765 y 575 cm^{-1} debido a las vibraciones de estiramiento del anillo de anhidroglucosa. La señal observada a 2923 cm^{-1} corresponde a las vibraciones de los enlaces C-H de los grupos metilos y la banda amplia que aparece a 3 421 cm^{-1} es debida a los estiramientos de los enlaces H-O de lo grupos hidroxilos presentes en la molécula de almidón (Fang *et al.*, 2004).

El espectro de FTIR del almidón acetilado mostró nuevas señales de absorción a 1 754, 1 435, 1 375 y 1 240 cm^{-1} , que han sido asignadas a la vibración de deformacion antisimetrica de los grupos carbonilos (C=O) la vibración antisimetrica/simetrica de los grupos CH_3 y las vibraciones de estiramiento del grupo carbonilo (C-O), respectivamente.

Difracción de rayos X (XRD)

En la Figura 2 se muestra el difractograma del almidón nativo y modificado de malanga para observar el cambio en su patrón de difracción.

El AN de malanga presentó un patrón de difracción tipo A, con picos característicos a $2\theta = 15^\circ, 17^\circ, 18^\circ$ y 23° . Un patrón de difracción tipo A ha sido reportado en almidón de malanga mexicana (*Colocasia esculenta* L.) y en almidón de malanga de cinco diferentes variedades (Jane *et al.*, 1992; Agama-Acevedo *et al.*, 2011).

Por su parte el almidón acetilado (AA1.7) presentó picos típicos en almidones acetilados, que son picos amplios a $2\theta = 9^\circ$ y 20° . Este patrón de difracción indica que con el proceso de esterificación, la estructura nativa cristalina del

Spectroscopy analysis by Fourier transform infrared (FTIR)

The Figure 1 shows infrared spectroscopy shows Fourier transform native starch and acetylated taro.

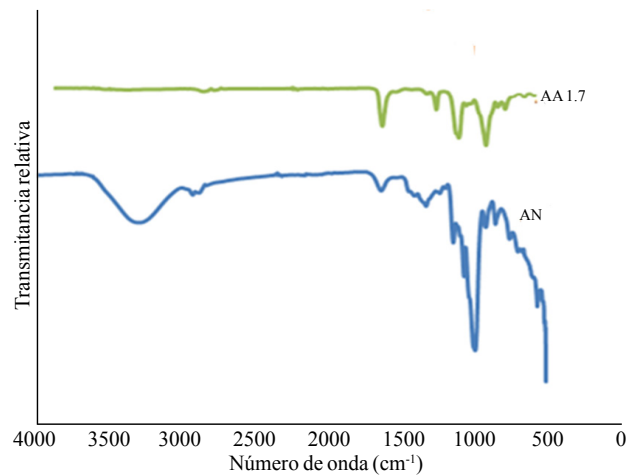


Figura 1. Espectros de FTIR del almidón nativo y acetilado de malanga.

Figure 1. FTIR spectra of native and acetylated taro starch.

In the spectrum obtained from native starch (AN) (Figure 1) signals to wave numbers 1 159, 1 082, 1 014 cm^{-1} , which are attributed to stretching of the links C-O (Goheen and Wool, 1991 observed). Other signals characteristic absorption were observed at 992, 929, 861, 765 and 575 cm^{-1} due to the stretching vibrations of the anhydroglucose ring. Observed at 2 923 cm^{-1} corresponds to the vibration signal of the C-H bonds of the methyl groups and the broad band appearing at 3 421 cm^{-1} is due to stretching of the links of the H-O hydroxyl groups present in the molecule starch (Fang *et al.*, 2004).

The FTIR spectrum of the acetylated starch showed absorption new signals 1 754, 1 435, 1 375 and 1 240 cm^{-1} , which have been assigned to the antisymmetric vibration deformation carbonyl groups (C=O) anti vibration symmetric/symmetric CH_3 groups and stretching vibrations of carbonyl group (C-O), respectively.

X-ray diffraction (XRD)

In Figure 2 the diffractogram of native and modified taro to observe the change in starch diffraction pattern shown.

The AN taro presented a type A diffraction pattern with characteristic peaks at $2\theta = 15^\circ, 17^\circ, 18^\circ$ and 23° . A diffraction pattern of type A has been reported in Mexican

almidón es destruida y una nueva estructura es formada en los almidones acetilados. Estos resultados son consistentes con los reportados en otros estudios en almidones acetilados a altos GS de maíz (GS= 1.7 y 2.83) y jengibre amarillo (GS= 1.51 y 2.67) (Chi *et al.*, 2008).

Propiedades funcionales

Capacidad de retención de agua (CRA)

A continuación en el Cuadro 2 se muestra la capacidad de retención de agua (CRA) del almidón nativo (AN) y acetilado de malanga (AA 1.7) a diferentes temperaturas.

Cuadro 2. Capacidad de retención de agua (CRA) de los almidones de malanga nativo y acetilado.

Table 2. Water holding capacity (WHC) of native starches and acetylated taro.

Temperatura (°C)	AN	AA 1.7
50	4.18 ± 0.2 ^a	3.01 ± 0.21 ^b
70	9.27 ± 0.35 ^a	9.11 ± 0.98 ^a
90	13.89 ± 0.22 ^a	14.05 ± 0.36 ^a

Promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Por efecto de temperatura se puede observar que tanto en el almidón nativo como en el acetilado (AA1.7) la CRA aumenta en todos los casos, esto es debido al fenómeno de gelatinización del almidón, ya que cuando los gránulos son calentados en solución acuosa, estos se van hinchando y atrapando una mayor cantidad de agua conforme la temperatura aumenta hasta llegar a la temperatura de gelatinización del almidón.

Por otro lado por efecto del GS de grupos acetilos, se puede apreciar que a 50 °C el almidón nativo presentó una CRA mayor que el almidón acetilado (AA 1.7). A 70 °C la CRA del AN y AA1.7 es similar pero presenta diferencias estadísticas entre ellas. Por otro lado a 90 °C tanto el almidón AN como AA1.7, presentaron la mayor CRA, pero no presentaron diferencia estadística significativa entre ellas.

Capacidad de retención de aceite (CRAc)

La CRAc fue evaluada en los almidones AN y AA1.7. De manera general como se muestra en el Cuadro 3, conforme va aumentando la temperatura de medición, la CRAc va aumentando tanto en el AN como en el almidón acetilado (AA1.7), este mismo comportamiento fue reportado

taro starch (*Colocasia esculenta* L.) and taro starch five different varieties (Jane *et al.*, 1992; Agama-Acevedo *et al.*, 2011).

Acetylated starch (AA1.7) presented typical peaks in acetylated starches, which are broad peaks $2\theta = 9^\circ$ and 20° . This diffraction pattern shows that the esterification process, the crystalline structure of native starch is destroyed and a new structure is formed in acetylated starches. These results are consistent with those reported in other studies acetylated starches to high corn GS (GS= 1.7 and 2.83) and yellow ginger (GS= 1.51 and 2.67) (Chi *et al.*, 2008).

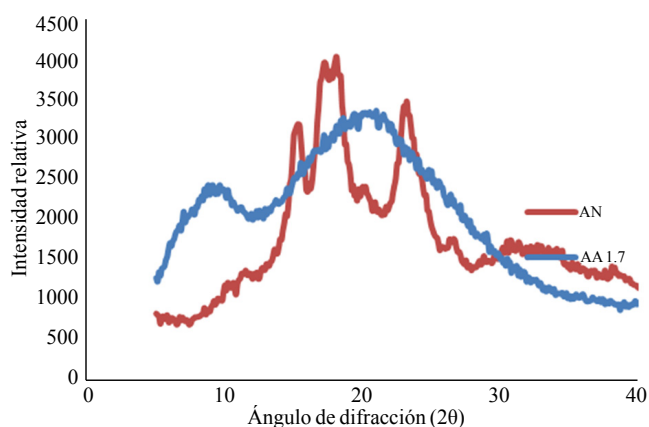


Figura 2. Difracción de rayos X del almidón nativo y acetilado de malanga.

Figure 2. X-ray diffraction of native taro starch and acetylated.

Functional properties

Water holding capacity (WHC)

Below in Table 2, the water holding capacity (WHC) of native Amidon (AN) and acetylated shown taro (AA 1.7) at different temperatures.

Temperature effect can be seen that both native starch and acetylated (AA1.7) increases CRA in all cases, this is due to starch gelatinization phenomenon as when the granules are heated in aqueous solution these will swelling and trapping a larger amount of water as temperature increases up to the gelatinization temperature of starch.

Furthermore the effect of acetyl groups GS, it can be seen that at 50 °C presented a native starch higher than acetylated starch (AA 1.7) CRA. At 70 °C the CRA of AN and, AA 1.7 is similar but presents statistical differences between them.

por Lawal (2004) con almidón acetilado de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) de la región de Nigeria donde también al aumentar la temperatura la capacidad de retención de aceite aumenta.

Cuadro 3. Capacidad de retención de aceite (CRAc) en el almidón de malanga nativo y acetilado.

Table 3. Oil retention capacity (CRAc) in the native taro starch and acetylated.

Temperatura (°C)	AN	AA 1.7
50	6.51 ± 0.25 ^a	8.09 ± 0.21 ^b
70	8.17 ± 0.08 ^a	8.52 ± 0.5 ^a
90	9.15 ± 0.84 ^a	10.03 ± 0.38 ^a

Promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Por otro lado el almidón acetilado muestra valores mayores de CRAc a 50 °C, que su contraparte nativa (AN). A 70 °C el almidón AA1.7 presenta una CRAc similar al del almidón nativo. En este mismo sentido a 90 °C el almidón AA1.7 muestra una CRAc similar al del AN. Este aumento en la capacidad de retención de aceite en los almidones acetilados se debe al carácter hidrofóbico que le da el grupo funcional que es introducido en el almidón; asimismo, este grupo funcional causa un impedimento estérico facilitando el paso del aceite dentro del granulo del almidón.

Conclusiones

Se demostró que el almidón presentó una disminución en su contenido de humedad, lípidos y proteínas y un aumento en cenizas por efecto de la acetilación. Por medio de la técnica de FTIR se comprobó la modificación realizada, ya que se observaron señales características del grupo funcional introducido a número de onda de 1 754, 1 435, 1 375 y 1 240 y por consiguiente su patrón de difracción se vio modificado apareciendo nuevos picos ($2\theta = 9^\circ$ y 20°). La reacción de acetilación modificó la estructura del almidón mejorando ligeramente las propiedades funcionales de este.

Literatura citada

AACC (American Association of Cereal Chemists). 2000. 10th (Ed.). Advancing cereal science Worldwide, USA.

In addition to 90 °C AN much starch as AA1.7, had the highest CRA, but was not significant difference between them.

Oil holding capacity (CRAc)

The CRAc was evaluated in the AN and AA1.7 starches. In general, as shown in Table 3, as will increasing the temperature measurement, the CRAc increases both the AN and the acetylated starch (AA1.7), the same behaviour was reported by Lawal (2004) with taro acetylated starch (*Xanthosoma sagittifolium*) region of Nigeria where also with increasing temperature the oil holding capacity increases.

On the other hand, acetylated starch sample had values over CRAc at 50 °C than its native counterpart (AN). A 70 °C AA1.7 starch has a similar CRAc native starch. In the same vein at 90 °C AA1.7 starch shows a CRAc similar to the AN. This increase in oil holding capacity in the acetylated starches is due to the hydrophobicity that gives the functional group is introduced into the starch; also, this functional group causes a steric hindrance facilitating the passage of oil into the starch granule.

Conclusions

We showed that, the starch presented a decrease in moisture content, lipid and protein and an increase in ash due to the acetylation. Through technique FTIR the modification was verified as characteristic signals functional group were observed introduced at wavenumber 1 754, 1 435, 1 375 and 1 240 and, therefore its diffraction pattern was modified appearing new peaks ($2\theta = 9^\circ$ and 20°). The acetylation reaction the starch structure altered slightly improving the functional properties.

End of the English version



Abedowale, K. O.; Olu-Owolabi, B. I.; Olawumi, E. K. and Lawal, O. C. 2005. Functional properties of native, physically and chemically modified breadfruit (*Artocarpus altilis*) starch. *Ind Crops Prod.* 21:343-351.

Agama-Acevedo, E.; García-Suarez, F. J.; Gutiérrez-Meráz, F.; Sánchez-Rivera, M. M.; San Martín, E. and Bello-Pérez, L. A. 2011. Isolation and partial characterization of Mexican taro (*Colocasia esculenta* L.) starch. *Starch/Starke.* 139-146.

- Chi, H.; Xu, K.; Wu, X.; Chen, Q.; Xue, D.; Song, C.; Zhang, W. and Wang, P. 2008. Effect of acetylation on the properties of corn starch. *Food Chem.* 106:923-928.
- Fang, J. M.; Fowler, P. A.; Sayers, C. and Williams, P. A. 2004. The chemical modification of a range of starches under aqueous reaction conditions. *Carbohydrates Polymers.* 55:283-289.
- Fernández-Sevilla, J. M. 2005. Estructura y función de los hidratos de carbono: azúcares, almidón, glucógeno, celulosa. *Hidratos de carbono y su aprovechamiento.* 1-38.
- Goheen, S. M. and Wool, R. P. 1991. Degradation of polyethylene starch blends in soil. *J. Appl. Polymer Sci.* 42:2961-2701.
- Jane, J.; Shen, L.; Chen, J.; Lim, S.; Kasemsuwan, T. and Nip, W. K. 1992. Physical and chemical studies of taro starches and flours. *Cereal Chem.* 69(5):528.
- Larrauri, J. A.; Rupérez, P.; Borroto, B. and Saura-Calixto, F. 1996. *Lebensm Wiss Technol.* 29:729-733.
- Lawal, O. S. 2004. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidized, acetylated and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. *Food Chem.* 87:205-218.
- Novelo, C. L. and Betancour, A. D. 2005. Chemical and functional properties of *Phaseolus lunatus* and *Manihot esculenta* starch blends. *Starch/Stärke.* 57(9):431-441.
- Onwueme, I. 1999. Taro cultivation in Asia and the Pacific. Food and Agriculture. Bangkok: Organization (FAO) of the United Nations Regional office for Asia and the Pacific.
- Phillips, D. L.; Liu, H. L.; Pan, D. and Corke, H. 1999. General application of Raman spectroscopy for the determination of level of acetylation in modified starches. *Cereal Chem.* 76:439-443.
- Singh, J.; Lovedeep, K. and McCarthy, O. J. 2007. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications -a review. *Food Hydrocol.* 21:1-22.
- Wuzburg, O. B. 1964. Acetylation. *In: methods in carbohydrate chemistry.* 288 pp.
- Xu, Y.; Miladinov, V. and Hanna, M. A. 2004. Synthesis and characterization of starch acetates with high substitution. *Cereal Chem.* 81:735-740.