

EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DE PROPIEDADES SENSORIALES EN RAÍCES DE MANDIOCA PRESERVADAS POR TECNOLOGÍA DE OBSTÁCULOS

Luis A. Brumovsky, Vanessa G. Hartwig, Marta Horiński

INSTRUMENTAL EVALUATION OF SENSORY PROPERTIES IN CASSAVA ROOTS (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) PRESERVED BY HURDLE TECHNOLOGY

ABSTRACT

The aim of this work was to get basic information of the main sensory properties (color, texture and sodium content) of cassava roots preserved by Hurdle Technology stored at room temperature for 120 days. The roots were obtained from Misiones, Argentina.

The color was measured with a colorimeter, the texture parameters were evaluated by a test of uniaxial compression and the sodium content was measured with a flame photometer.

During storage, the main variations in the color parameters were presented in the parameter "L" followed by the parameter "b", indicating that the roots turned from white to yellow. Addition of sodium bisulfite preserved better the color.

Changes in texture parameters indicated that the tissue of the preserved cassava roots became more flexible and weak compared to the fresh cassava.

The preserved cassava roots, cooked without salt addition had 20 % more content of sodium than the fresh cassava roots cooked conventionally.

KEY WORDS: Hurdle technology, cassava, color, sensory properties.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue obtener información básica de las propiedades sensoriales más relevantes (color, textura, y contenido de sodio) de raíces de mandioca procedentes de Misiones, Argentina, preservadas por tecnología de obstáculos durante 120 días a temperatura ambiente.

El color se midió con un colorímetro, las propiedades mecánicas se evaluaron mediante un test de compresión uniaxial, y el contenido de sodio se determinó mediante fotometría de llama.

Durante el almacenamiento los efectos principales en el cambio de color, se manifestaron en el parámetro "L" y en menor medida en el parámetro "b", indicando que las raíces se van tornando menos blancas y más amarillas. El agregado de bisulfito de sodio preservó mejor el color.

Ciertos cambios de textura indican que las raíces se vuelven más flexibles y débiles y sugieren como límite de preservación 90 días.

Las raíces conservadas y hervidas sin agregado de sal tuvieron 20 % más de sodio que las raíces frescas hervidas convencionalmente.

PALABRAS CLAVE: Tecnología de obstáculos, Mandioca, Color, Propiedades mecánicas, Sodio.

INTRODUCCIÓN

El tiempo máximo de conservación de la raíz de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), luego de la cosecha es de aproximadamente 2 a 3 días, produciéndose a continuación dos tipos de deterioros conocidos como: deterioro primario o "vascular streaking", asociado con procesos fisiológicos endógenos y deterioro secundario, debido a la acción de los microorganismos (1) este hecho constituye un serio problema para su consumo como producto fresco.

La tecnología de obstáculos consiste en la combinación inteligente de múltiples factores de preservación llamados obstáculos o barreras al desarrollo microbiano para obtener alimentos seguros, estables, nutritivos, mínimamente procesados y económicos. Estas barreras pueden ser:

reducción de la actividad del agua (a_w), disminución del pH, empleo de conservantes, refrigeración, etc.

El color al ser un factor determinante de la apariencia es un importante atributo sensorial para valorar la calidad de un alimento; su percepción suele ser el primer paso en la evaluación de alimentos por parte del consumidor y es considerado por éste al seleccionar productos competitivos. El sistema de color Hunter Lab es un espacio de color rectangular de 3 dimensiones basado en la teoría de los colores opuestos, donde la cromaticidad se evalúa con los parámetros "a" y "b"; concretamente: "a" mide el componente rojo en el eje positivo, gris cuando es 0 y el componente verde en el eje negativo y "b" mide el amarillo en el eje positivo, gris cuando es 0 y el azul en el eje negativo; "L" mide la luminosidad y varía desde 100 para blanco hasta 0 para negro. (2).

El cloruro de sodio, es importante como conservante y agente depresor de la a_w , y es fundamental en el efecto que produce en la sensación del sabor salado en los alimentos. Por lo tanto, es importante determinar el tiempo necesario para alcanzar la concentración de equilibrio dentro de la raíz de mandioca como también determinar el contenido del mismo en este producto hervido y listo para consumir.

Las propiedades mecánicas de un alimento son algunos de los atributos primarios que conforman su calidad sensorial e influyen en la preferencia del consumidor. En el procesamiento y manipulación de alimentos, pueden tomarse como índices de deterioro (3). De las curvas de fuerza-deformación se derivaron las siguientes propiedades mecánicas: Fuerza de compresión máxima (N), Distancia máxima de compresión (correspondiente al momento de la primera ruptura), Deformación, Dureza y Rigidez. (4). Donde:

Deformación = Distancia máxima de compresión/Altura inicial.

Dureza=Fuerza máxima /Deformación máxima de ruptura.

Rigidez = (Fuerza máxima/Área de la sección transversal)/ Deformación.

Objetivo general

Evaluar por métodos instrumentales las propiedades sensoriales en raíces de mandioca preservadas por tecnología de obstáculos.

Objetivos específicos

- Evaluar instrumentalmente las variaciones de color que se producen durante el proceso de preservación y almacenamiento de la mandioca conservada
- Evaluar instrumentalmente las variaciones de textura que se producen durante el proceso de preservación y almacenamiento de la mandioca conservada
- Determinar el contenido de sodio en muestras de mandioca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizaron raíces de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), provenientes de Gobernador Roca, provincia de Misiones, Argentina; compradas en un único comercio de la ciudad de Posadas. Las raíces después de la recolección se mantuvieron a temperatura ambiente y fueron procesadas dentro de las 48 horas.

Como aditivos se emplearon: jarabe de maíz, sorbato de K, benzoato de sodio y ácido cítrico, todos de grado alimenticio, y bisulfito de sodio y cloruro de sodio de grado analítico.

Preparación de las experiencias

Las barreras utilizadas fueron: reducción de la a_w

con cloruro de sodio y jarabe de glucosa como agentes osmóticos, disminución del pH (con ácido cítrico) y empleo de conservantes (sorbato de potasio, benzoato de sodio y bisulfito de sodio). Las formulaciones de las dos experiencias se presentan en la Tabla 1. Los ensayos se realizaron por replicado.

Tabla 1. Formulaciones de las experiencias ensayadas.

Factores de estrés	Experiencias	
	Formulación 1	Formulación 2
a_w del sistema	0,96	0,96
a_w ClNa	0,97	0,97
a_w Jarabe de maíz	0,99	0,99
pH (ajustado con ácido cítrico)	4	4
Sorbato de potasio (ppm)	600	600
Benzoato de sodio (ppm)	600	600
Bisulfito de sodio (ppm)	0	50

Las raíces se lavaron con agua potable, luego se pelaron y se enjuagaron nuevamente con agua potable. A continuación se realizaron los siguientes cortes: *para las mediciones de color*; las raíces se cortaron en rebanadas de aproximadamente 15 mm (corte transversal) y de 50 mm, estos últimos cilindros a su vez se cortaron longitudinalmente para obtener dos mitades aproximadamente iguales (corte longitudinal). Los cortes se realizaron teniendo cuidado de que fueran lisos y parejos para no producir alteraciones en las mediciones. *Para las mediciones de propiedades mecánicas y sodio*, las raíces seleccionadas fueron cortadas en rebanadas de 25 mm de altura y con un sacabocados se extrajo un cilindro de la parte central de 23 mm de diámetro. Todos los cortes fueron tomados de las tres partes de la raíz: distal, medio y proximal al tallo. Luego fueron distribuidos al azar, pesados y colocados en frascos de vidrio. A continuación se agregó el jarabe conservante con los agentes osmóticos y los aditivos químicos. Luego se almacenaron en estufa a $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 120 días. Las cantidades de raíz de mandioca, cloruro de sodio y jarabe de maíz requeridas para producir una a_w de 0,96 fueron calculadas a partir de balances de masa, donde la a_w del jarabe de maíz se determinó a partir de los datos reportados por Chirife (5), la a_w del cloruro de sodio se calculó por medio de la ecuación de Pitzer (6). La a_w de equilibrio del sistema se calculó utilizando la ecuación de Ross (7):

$$a_{w\text{equilibrio}} = a_{w\text{ClNa}} \times a_{w\text{JM}} \times a_{w\text{mandioca}}$$

donde $a_{w\text{ClNa}}$ es la actividad de agua de la solución de cloruro de sodio (0,97); $a_{w\text{JM}}$ es la actividad de agua del jarabe de maíz (0,99), ambas a la misma molalidad del sistema (agua de la mandioca, más agua de la solución, más agua del jarabe de maíz) y $a_{w\text{mandioca}}$ es la actividad de agua de la raíz de mandioca fresca. A los fines prácticos se consideró la a_w de la raíz de mandioca fresca igual a 1.

Determinación del contenido de agua y pH

El contenido de agua de las raíces se determinó gravi-

méricamente por secado en estufa de aire de convección natural a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta pesada constante, utilizando 2 a 3 g de raíz de mandioca descascarada. El pH de las muestras de jarabe se determinó con un medidor de pH marca ORION modelo SA 210 provisto de un electrodo de vidrio.

Medición del Color

Las muestras conservadas se sacaron del frasco, se secaron con papel tissue y se sometieron al ensayo de color. Luego de cada medición, fueron devueltas a sus frascos respectivos. Para medir el color de las muestras se utilizó un colorímetro Hunter Lab modelo D25-9.

Medición de las propiedades mecánicas

Las muestras conservadas (cilindros) se sacaron del frasco, se secaron con papel tissue y se sometieron al ensayo de compresión, luego de los cuales se descartaban. Las propiedades mecánicas fueron evaluadas usando un test de compresión uniaxial (8), llevado a cabo en un Dinamómetro Universal Adamel Lhomargy Division (Modelo DY32) con una celda de carga de 1 kN, y velocidad de cabezal de 50 mm/min, instalado en un ambiente mantenido a 25°C . De los ensayos se obtuvieron las curvas fuerza-deformación.

Determinación del contenido de sodio

Se usó un fotómetro de llama Marca Instrumentation Lab 943. Dicho equipo realiza una dilución nominal de 100/1 (solución diluyente/muestra) usando como solución diluyente (Estándar interno) una solución de cloruro de cesio de concentración 1,5 mmol/l, realiza una auto calibración periódica, con soluciones patrón de cloruro de potasio y cloruro de sodio, ambas de concentración igual a 100 mmol/l, y luego en forma automática una inyección de $20 \mu\text{l} \pm 2$ de muestra. Para la preparación de las muestras se siguió el método propuesto por Less R. (9). Para ello las muestras conservadas se retiraban del frasco se escurrían y se determinaba su humedad. A continuación se calcinaban en mufla a $525 \pm 25^\circ\text{C}$ durante cinco horas hasta formación de cenizas blancas o gris claro. Luego se enfriaban en desecador, se disolvían en 1–2 ml de ácido clorhídrico concentrado y se calentaba a baño María hasta

lograr sequedad. Se repitió una vez este último paso y se disolvieron los residuos en una solución de oxalato de amonio al 1,7 % P/V, se filtró con papel de filtro rápido y se enrazó a 50 o 100 ml con la solución de oxalato de amonio. Luego dichas disoluciones se agitaron en un Vortex y se realizaron las lecturas en el fotómetro de llama.

Análisis estadístico

A cada parámetro de color L, a, b (cortes longitudinal y transversal) se le efectuaron las siguientes pruebas estadísticas: determinación de valores atípicos, análisis de muestras pareadas, análisis de varianza y comparación de medias (LSD), mientras que para los parámetros de propiedades mecánicas se realizaron: análisis de varianza y procedimiento de comparación medias (LSD). Para los valores de contenido de sodio: determinación de valores atípicos, comparación de medias de dos muestras. Todos para un nivel de confianza del 95 %. En todos los casos se utilizó el programa Statgraphics Plus for Windows 3.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color

En la Tabla 2 se presentan los valores medios de los parámetros de color de la raíz de mandioca fresca a partir de 18 determinaciones.

Tabla 2. Parámetros de color de los cortes transversales y longitudinales en mandioca fresca.

	Corte transversal			Corte longitudinal		
	L	a	b	L	a	b
Valor medio	82,52	-2,19	9,73	82,04	-2,36	11,33
Error estándar	0,348	0,114	0,213	0,192	0,139	0,120

Se encontró que no existen diferencias significativas entre los parámetros de color medidos en los cortes transversales y longitudinales.

En la Tabla 3 se presentan los parámetros de color de los cortes transversales de las raíces preservadas en ambas formulaciones a diferentes tiempos. Se puede observar que a través del tiempo de preservación el parámetro L disminuye, indicando que las raíces preservadas se van tornando menos blancas. El parámetro a varía desde

Tabla 3. Parámetros de color transversales en mandioca preservada en ambas formulaciones en función del tiempo de preservación. (Valor medio de ocho determinaciones \pm Error Estándar).

Tiempo (día)	Formulación 1			Formulación 2		
	L	a	b	L	a	b
10	77,18 \pm 0,566	-3,76 \pm 0,310	15,76 \pm 0,393	84,35 \pm 0,517	-4,08 \pm 0,283	10,75 \pm 0,359
20	76,90 \pm 0,566	-1,74 \pm 0,310	10,82 \pm 0,393	82,94 \pm 0,517	-3,44 \pm 0,283	10,51 \pm 0,359
30	76,80 \pm 0,566	0,25 \pm 0,310	10,63 \pm 0,393	80,99 \pm 0,517	-1,72 \pm 0,283	9,91 \pm 0,359
40	72,03 \pm 0,565	0,51 \pm 0,310	11,95 \pm 0,393	78,92 \pm 0,527	0,17 \pm 0,283	10,70 \pm 0,359
50	72,28 \pm 0,517	0,10 \pm 0,059	10,51 \pm 0,359	79,61 \pm 0,527	0,25 \pm 0,283	9,52 \pm 0,359
60	72,87 \pm 0,566	1,61 \pm 0,310	7,70 \pm 0,393	80,01 \pm 0,527	-0,18 \pm 0,283	6,60 \pm 0,359
70	71,02 \pm 0,566	0,33 \pm 0,310	9,69 \pm 0,393	78,28 \pm 0,527	-1,51 \pm 0,283	10,25 \pm 0,359
90	72,52 \pm 0,566	2,41 \pm 0,310	9,86 \pm 0,393	77,46 \pm 0,527	-1,18 \pm 0,283	10,28 \pm 0,359
120	69,05 \pm 0,296	0,89 \pm 0,354	10,06 \pm 0,191	76,22 \pm 0,530	-1,22 \pm 0,283	11,70 \pm 0,359

-4,77 hasta 2,90 indicando que las porciones de mandioca conservadas se van volviendo más rojizas respecto de su color inicial. Sin embargo esta pequeña variación solamente ronda la escala de grises con matices rojizos (marrón). La evolución del parámetro b , indica que las raíces se tornan más amarillas.

En la Tabla 4 se presentan las variaciones de los parámetros de color de los cortes transversales de las raíces preservadas en ambas formulaciones a diferentes tiempos y la variación de color total

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$$

donde se observa que la variación cuantitativa más importante se presentó en el parámetro L .

Tabla 4. Variación de los parámetros de color y variación de color total de cada formulación ensayada en función del tiempo de preservación.

Tiempo (día)	$\Delta L1$	$\Delta a1$	$\Delta b1$	$\Delta L2$	$\Delta a2$	$\Delta b2$	$\Delta E1$	$\Delta E2$
10	-5,33	-1,57	6,04	1,84	-1,89	1,02	8,21	2,82
20	-5,62	0,45	1,10	0,43	-1,25	0,78	5,74	1,54
30	-5,71	2,44	0,90	-1,52	0,47	0,19	6,28	1,60
40	-10,48	2,70	2,22	-3,60	2,36	0,97	11,05	4,41
50	-10,24	2,19	0,78	-2,90	2,44	-0,21	10,50	3,80
60	-9,64	3,80	-2,03	-2,50	2,01	-3,13	10,56	4,49
70	-10,91	2,53	-0,05	-4,24	0,68	0,52	11,20	4,32
90	-9,99	4,60	0,13	-5,06	1,01	0,56	11,00	5,19
120	-13,47	3,08	0,87	-6,30	0,98	1,96	13,85	6,67

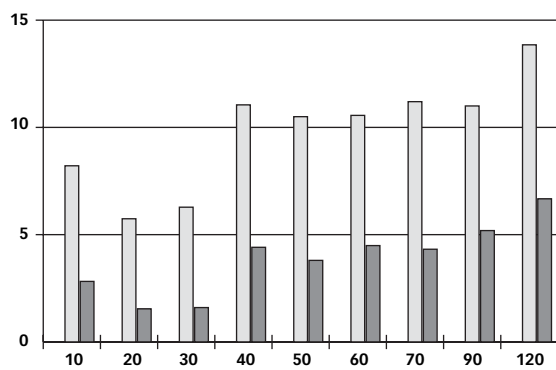


FIGURA 1. Comparación de ΔE para ambas formulaciones. Referencias: $\square \Delta E1$; $\blacksquare \Delta E2$.

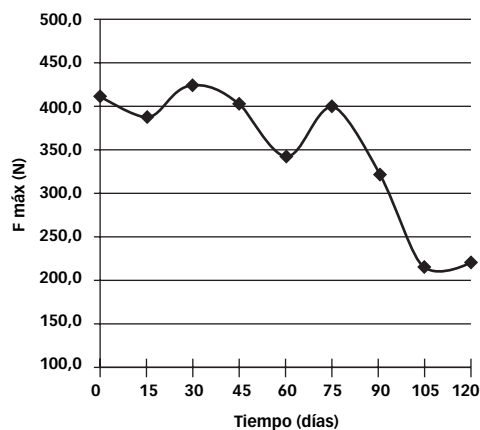


FIGURA 3. F máx según el tiempo de preservación.

Las variaciones de color más importantes en la formulación 1 se presentan a los 10 y 40 días. Mientras que en la formulación 2 se presenta recién a partir de los 40 días, no evidenciándose otras variaciones significativas en el valor de ΔE hasta los 120 días de preservación.

Considerando el rango de variación del parámetro a y b , se puede considerar que las variaciones producidas en dichos parámetros no resultan cuantitativamente importantes, es decir no se evidenciarían cambios apreciables al ojo humano.

En las Figuras 1 y 2 se puede observar que la formulación 2, con el agregado de bisulfito de sodio, presentó la menor variación de color total y del parámetro L , es decir mantuvo el color más similar al de la mandioca al tiempo cero.

Propiedades mecánicas

En las Figuras 3 a 7 se presentan la evolución de las propiedades mecánicas de la mandioca preservada en función del tiempo de almacenamiento, (valores medios de cuatro determinaciones).

Las propiedades mecánicas evaluadas en raíces frescas, coinciden con las reportadas por Linares y col. (10). El incremento de la deformación indica que el tejido se torna más flexible.

La $F_{máx}$ se mantuvo relativamente constante y sin diferencias significativas comparadas con los valores de

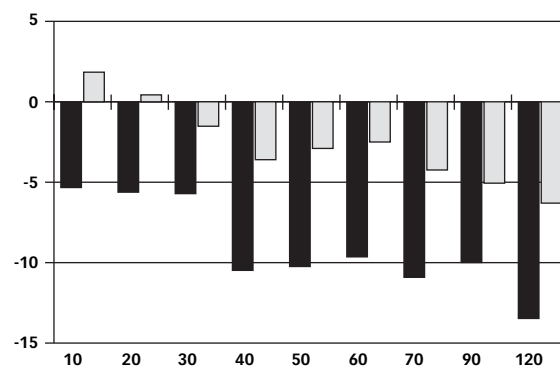


FIGURA 2. Comparación de ΔL para ambas formulaciones. Referencias: $\blacksquare \Delta L1$; $\square \Delta L2$.

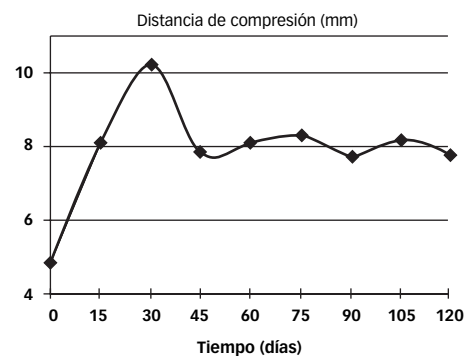


FIGURA 4. Distancia de compresión según el tiempo de preservación.

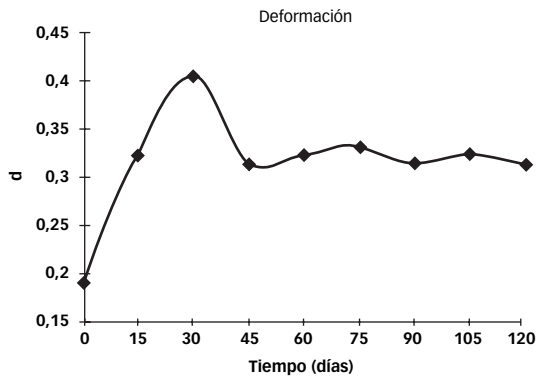


FIGURA 5. Deformación según el tiempo de preservación.

raíces frescas hasta los 90 días, a partir del cual disminuyó. La Rigidez y la Dureza presentaron una disminución importante a los 15 días de conservación y luego se mantuvieron relativamente constantes hasta los 90 días, a partir del cual disminuyeron significativamente.

La Distancia de compresión no presentó diferencias significativas entre las medias correspondientes a los días 15, 45, 60, 75, 90, 105 y 120; pero sí entre cualquiera de estos tiempos y la correspondiente al día 30. No se hallaron diferencias significativas entre las medias de la Deformación en los días: 15, 45, 60, 75, 90, 105 y 120; pero sí se encontró entre cualquiera de estos tiempos y la correspondiente al día 30

La Rigidez, la Distancia de compresión y la Deformación en las muestras frescas son estadísticamente diferentes de las muestras preservadas. No hay diferencias significativas entre las medias de Rigidez de los días comprendidos entre el 15 y el 90. Las medias correspondientes a los días 105 y 120 no son diferentes entre sí, pero sí diferentes al resto de los tiempos evaluados.

Sodio

En la Tabla 6 se presentan las medias y errores estándar de la concentración de sodio en raíces preservadas en función del tiempo de preservación. El equilibrio se alcanza al día 1,0 ± 0,5 días*, siendo la concentración media de sodio en el equilibrio de 16,6 ± 0,23 g sodio/kg mandioca seca*. La concentración de sodio en 24 muestras hervidas

Tabla 6. Resumen de medias y errores estándar de la concentración de sodio en función del tiempo de preservación.

Tiempo (día)	Determinaciones	Medias (g sodio/kg Mandioca seca)	Error Estándar
0	85	0,38	0,03
0,5	10	14,76	0,92
1,5	13	18,17	0,85
2	13	18,68	0,18
3	10	17,22	0,75
4	17	18,13	0,51
6	11	19,74	0,25
11	9	18,63	0,45
15	15	15,63	0,69
25	15	13,68	0,31
40	8	18,37	0,34
60	10	12,87	0,48
90	10	15,56	0,14
120	14	14,86	0,63

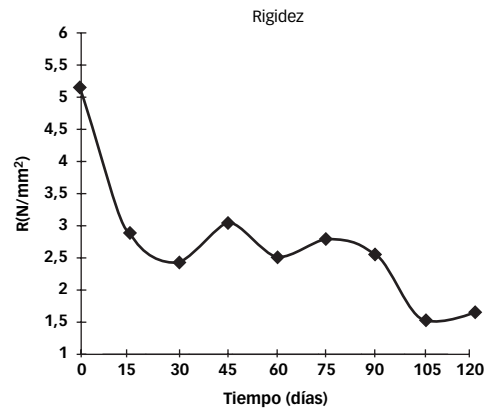


FIGURA 6. Rigidez según el tiempo de preservación.

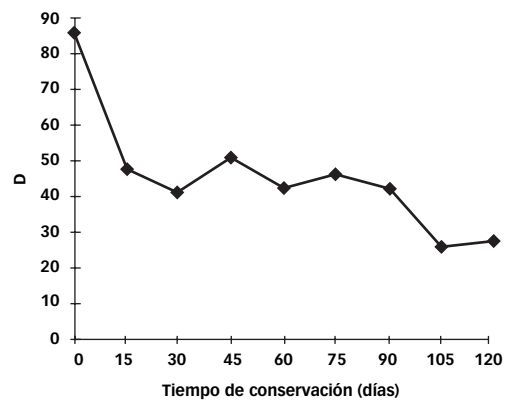


FIGURA 7. Dureza según el tiempo de preservación.

sin agregado de sal durante 45 minutos a la temperatura de ebullición del agua, que fueron conservadas hasta el día 120, es de 12,00 ± 0,21 g sodio/kg mandioca seca*. Se encontraron diferencias significativas entre las medias de concentración de sodio de las muestras hervidas y de las muestras conservadas a un nivel de confianza del 95 %.

Las raíces de mandioca conservadas y hervidas pierden un 27,7 % respecto de su concentración de equilibrio. La concentración promedio de sodio en raíces de mandioca frescas, hervidas convencionalmente y listas para consumir fue de 9,57 ± 0,21 g sodio/kg mandioca seca*.

Se encontraron diferencias significativas entre las medias de concentración de sodio para las muestras conservadas hervidas y para las muestras frescas hervidas a un nivel de confianza del 95 %. Las raíces de mandiocas frescas y hervidas de sabor aceptable, poseen un 20,0 % menos respecto de la concentración de sodio en las raíces conservadas y hervidas. (*Valor medio ± Error Estándar).

CONCLUSIONES

Color

En la raíz de mandioca preservada se observa que con el transcurso del tiempo de preservación los principales cambios en los parámetros de color se manifiestan en los parámetros L y b indicando que la raíz se vuelve menos blanca y más amarilla, siendo el parámetro L el más afectado. Sin embargo tomando en cuenta el rango total de variación que

puede tomar cada eje de coordenadas en el sistema Hunter Lab, se puede considerar que las variaciones producidas en cada parámetro no resultan cuantitativamente importantes hasta los 120 días de preservación para la formulación 2 en la cual el agregado de bisulfito de sodio, preserva mejor el color que sin el agregado de dicho aditivo.

Durante los 120 días que duró la experiencia, las raíces no presentaron signos visibles de “vascular streaking”.

Propiedades Mecánicas

La Fuerza máxima y la Dureza se mantuvieron relativamente constantes y sin diferencias significativas comparadas con los valores de raíces frescas, hasta los 90 y 105 días respectivamente, luego de los cuales disminuyeron. La Rigidez presentó dos disminuciones significativas en los días 15 y 90. Entre estos días, se mantuvo sin variaciones. La Distancia de compresión y la Deformación aumentaron a partir de los 15 días y luego se mantuvieron relativamente constantes hasta los 120 días. Con el incremento de tiempo de preservación el tejido de la raíz se torna más flexible evidenciado por el incremento de la deformación y más débil, evidenciado por la disminución de la fuerza máxima y de la dureza.

Sodio

El tiempo en que se alcanza el equilibrio se da al día $1,0 \pm 0,5$ días*. El valor de equilibrio experimental de la concentración de sodio es de $16,6 \pm 0,23$ g sodio/kg mandioca seca*. Las raíces de mandioca conservadas y hervidas pierden un 27,7 % respecto de su concentración de equilibrio, mientras que las raíces frescas y hervidas, poseen un 20,0 % menos respecto de la concentración de sodio en las raíces conservadas y hervidas. (*Valor medio \pm Error Estándar).

Lista de Abreviaturas

- L = parámetro de color: luminosidad
- a = parámetro de color: cromaticidad
- b = parámetro de color: cromaticidad
- a_w = actividad de agua
- $a_{w\text{ClNa}}$ = actividad de agua de la solución de cloruro de sodio
- $a_{w\text{JM}}$ = actividad de agua del jarabe de maíz
- $a_{w\text{mandioca}}$ = actividad de agua de la raíz de mandioca fresca
- LSD = mínima diferencia significativa
- ΔE = variación de color total
- $\Delta E1$ = variación de color total en la formulación 1
- $\Delta E2$ = variación de color total en la formulación 2
- ΔL = variación del parámetro L
- $\Delta L1$ = variación del parámetro L en la formulación 1
- $\Delta L2$ = variación del parámetro L en la formulación 2
- Δa = variación del parámetro a
- $\Delta a1$ = variación del parámetro a en la formulación 1
- $\Delta a2$ = variación del parámetro a en la formulación 2

Δb = variación del parámetro b

$\Delta b1$ = variación del parámetro b en la formulación 1

$\Delta b2$ = variación del parámetro b en la formulación 2

Fmáx = Fuerza máxima para provocar la primer ruptura.

DC = distancia de compresión

d = deformación

D = dureza

R = rigidez

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Booth, R. H. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta*). I. Post-harvest deterioration and its control. *Expl. Agric.* 12: p. 103–111. 1976.
2. Hunter Lab, Applications Note. Vol. 13 N° 2: sin número de página. 2001.
3. Alvaro, J. D. D. y Aguilera, J. M. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acribia. Capítulo 1, p. 109–109.2001
4. Nourian, F.; Ramaswamy, H. S. y A. C. Kuashalappa. Kinetics Changes in Cooking Quality of Potatoes Stored at Different Temperatures. *Journal of Food Engineering*, Vol. 60: p. 257–266. 2003.
5. Chirife, J. Principios de la deshidratación osmótica de frutas. *Anales Asociación. Química Argentina*, 70: p. 913–932. 1982.
6. Pitzer, K. S. Thermodynamics of electrolytes I. Theoretical basis and general equations. *J. Phys. Chem.* Vol 77: p. 268–268. 1973.
7. Ross, K. D. Estimation of water activity in intermediate moisture foods. *Food Technol.* Vol. 29 N° 3: p. 26–30.1975
8. Ramesh, M.; Sathyanarayana, K y A. B. Girish. Biphasic Model for the Kinetics of Vegetable Cooking at 100°C. *Journal of Food Engineering*. Vol. 35: p. 122–133.1998
9. Less, R. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Sección II. Editorial Acribia S. A. Segunda edición. p. 209–210. 1989.
10. Linares, A. R.; Vergara, M. L. y Hase, S. L. Efecto de la Cocción sobre los Parámetros texturales de dos Variedades de Mandioca. *Información Tecnológica*. Vol. 16 N° 5: p. 3–9. 2005.

Recibido: 24/08/07.

Aprobado: 05/11/07.

• Luis Alberto Brumovsky
Ingeniero Químico (1986) FCEQyN. UNaM. Magíster en Tecnología de los Alimentos (2004) FCEQyN. UNaM. Doctor en Ciencias Técnicas (2008). Universidad “Martha Abreu” de Las Villas. Cuba. Profesor Adjunto Cátedras de: Bromatología y Nutrición, Introducción a la Ciencias de los Alimentos y Química y Bioquímica de los Alimentos. FCEQyN. UNaM. Categoría III

del Programa Nacional de Incentivo. Director de proyectos de Investigación.

• Vanessa Graciela Hartwig

Ingeniera Química UNaM (2005). Cursando Doctorado de la Universidad de Buenos Aires en el área Industrias (UBA). Especialista en Gestión de la Producción y el Ambiente (Universidad Nacional de Misiones). Auxiliar Docente de Segunda Ad-Honorem en el Laboratorio Central, FCEQyN, UNaM (2004–2006). Beca de Doctorado Tipo I. AVG. CONICET. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA (2008 al presente).

• Marta Aurelia Horianski

Bioquímica. (1994). FCEQyN. UNaM. Magíster en Tecnología de los Alimentos. 2007, FCEQyN. UNaM. Auxiliar Docente de Primera. Dedicación Semi-exclusiva. Desde 2002. FCEQyN, UNaM. Categoría de Docente. Investigador: V. Integrante de la Fundación para el Desarrollo e Investigación Científica y Tecnológica. DINCYT.

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, (3300). Posadas, Misiones,

Correo electrónico: lab@fceqyn.unam.edu.ar.