

APLICACION DE LA IONTOFORESIS AL SALADO DE PESCADO

I.Q. RUBEN FEBLES*

RESUMEN

El empleo de la iontoforesis en medicina sugirió su aplicación a la tecnología del salado de pescado.

Se trabajó con filetes de pescadilla y de merluza y con merluza descabezada y eviscerada (H y G) obteniéndose resultados que se consideran aceptables del punto de vista de las exigencias del mercado en cuanto a contenido de cloruro de sodio del pescado, luego de secado.

El salado del pescado por este método permite, además, automatizar el proceso, suponiendo que se realizara industrialmente, prescindiendo en gran parte de la mano de obra utilizada en el salado convencional.

Los voltajes y amperajes empleados oscilaron entre 3.0 y 30 v y 80 y 150 MA durante tiempos que dependieron de la carga de pescado.

Se cree posible trabajar en forma industrial con baterías de fuentes de corriente continua y recipientes con sus respectivos electrodos de grafito.

Las muestras obtenidas no presentan después de un año alteración alguna y los resultados de análisis de los ensayos efectuados figuran en la tabla que integra el presente trabajo.

*Cátedra de Tecnología General, Facultad de Química.

SUMMARY

The use of the iontophoresis in medicine has suggested its application to the technology of the salting of fish.

We worked with small hake and hake fillets and with hake without its head and entrails and we obtained quite acceptable results as far as the demands of the market are concerned as regards the sodium chloride contents of the fish, after drying it.

The salting of the fish by this method, also allows the process to be carried out automatically if it is done industrially, thus for the most part avoiding the employment of workers used in the conventional salting. The voltages and amperages that were used oscillated between 3.0 and 30 v and 80 and 150 MA for periods of time that depended on the fish load.

We believe it is possible to work industrially by using continuous current batteries and containers with their corresponding electrodes of graphite.

The samples obtained do not present any sort of alteration after a year and the analysis results of the tests made appear in the chart enclosed in this report.

I. INTRODUCCION

La corriente continua se emplea en aplicaciones electromédicas y el voltaje no sobrepasa generalmente los 100 v (Ref. 1). Los amperajes oscilan entre 1 y 30 MA.

En electroterapia general tenemos efectos biofísicos y dentro de ellos encontramos corrientes que sólo causan efectos térmicos y otras que causan cambios iónicos en los tejidos con un mínimo efecto térmico. Los primeros para nuestro caso no nos interesan, los segundos sí y son producidos por corrientes galvánicas. Además del simple transporte iónico hay otras dos formas de movimientos que toman lugar en el medio compuesto por tejidos; una la Cataforesis y la otra es la Electro-osmosis.

La forma más importante de aplicación de la corriente galvánica o sea la introducción de iones dentro de la piel es la llamada Iontoforesis o Ionoforesis.

En general la introducción de materiales ionizados de bajo peso molecular dentro de la piel depende de la suma de las velocidades electroforéticas de las partículas y de la velocidad electro-ósmica de la solución así como también del canal a través del cual se produce la migración (Ref. 2)

Todas estas consideraciones han llevado a tratar de aplicarlas al salado de pescado.

Se emplearon filetes de merluza y de pescadilla y se trabajó también con merluza descabezada y eviscerada (H y G).

II. ENSAYOS

Los ensayos realizados podemos agruparlos del punto de vista de los electrodos empleados en tres grandes grupos:

GRUPO I. Electrodo de acero inoxidable. A.I.S.I.316 de 7 x 7 cm.

Se efectuaron doce ensayos constituidos por un filete de merluza o pescadilla según el caso. Los voltajes oscilaron entre 10 y 100 v. El rango de amperajes fue de 10 a 80 MA.

GRUPO II. Cátodo de carbón de coque molido (ASTM N° 12) conectado a la fuente mediante una placa de acero inoxidable A.I.S.I. 316 de 7 x 7 cm.

El ánodo de igual aleación de 10 x 10 cm. se uso sólo en dos de los diecisiete ensayos que constituyen este grupo. En los restantes se usó como ánodo una barra de grafito de 2.5 cm. de diámetro y 20 cm. de altura o una barra de grafito de 8 cm. de diámetro y 6 cm. de altura.

GRUPO III. Cátodo y ánodo de grafito

El primero de 8 cm. de diámetro y 6 cm. de altura y el segundo constituido por dos barras de grafito paralelas formando un ángulo de 70° en la cuba y cuyas dimensiones son:
diámetro= 2.5 cm. Alto= 20 cm.

Los ensayos del GRUPO I no dieron resultados aceptables y por ello no figuran en el Cuadro No. 1 del presente trabajo. Tampoco figuran en dicho cuadro la totalidad de los ensayos correspondientes a los GRUPOS II y III. Se han seleccionado por razones de espacio sólo varios de cada grupo que se numeraron correlativamente.

Los mejores resultados a nuestro juicio se obtuvieron en los ensayos del GRUPO III donde los valores obtenidos son más parejos; además del punto de vista de una posible aplicación industrial del proceso son los más económicos.

III. RESUMEN DE ENSAYOS

GRUPO II

Nos. 1 y 2. Se empleó un cátodo de carbón molido (ASTM No. 12) que recubría todo el fondo del recipiente de plástico de 24×29 cm. Estaba conectado a la fuente mediante una lámina de acero inoxidable A.I.S.I. 316 de 7×7 cm. El ánodo empleado fue una barra de grafito de 2.5. cm. de diámetro y 20 cm. de alto formando un ángulo de 45° en el recipiente correspondiente. En el recipiente catódico se colocaron 400 c.c. de salmuera al 20% y en el anódico 850 c.c. En el ensayo No 2 se aumentó el volumen de salmuera del cátodo a 700 c.c. La sal empleada al igual que en los demás ensayos fue sal común de cocina.

Se utiliza como puente un filete de pescadilla de 18 cm. de longitud y los filetes de ensayo también de pescadilla se colocaron en el cátodo. Los resultados obtenidos así como los principales parámetros de ensayos figuran en el Cuadro No. 1.

No. 3. En lugar de trabajar con filetes se realiza el ensayo con merluza descabezada y eviscerada. Se sustituyó el ánodo, barra de grafito a 45° , por un ánodo de grafito de 8 cm. de diámetro y altura 6 cm. El volumen de salmuera al 20% fue de 600 c.c. y 2.000 c.c. en el cátodo y ánodo respectivamente.

No. 4. Se trabajó con filetes de merluza de 13 cm. de longitud. Se agregó al cátodo 650 c.c. de salmuera al 20% y al ánodo 2.700 c.c. de la misma.

Los electrodos utilizados fueron los mismos del ensayo No. 3.

Nos. 5 y 6. Se siguieron empleando los electrodos del ensayo anterior excepto que sobre la capa de carbón de coque molido se coloca una rejilla de tejido de algodón. Los filetes de merluza se colocaron en dos capas y los volúmenes de salmuera al 20% fueron para el cátodo de 500 c.c. y para el ánodo de 2.700 c.c. La capa inferior de filetes quedó semi-sumergida.

No. 7. El puente de filete empleado medía 20 cm. de longitud con un ancho de $7 \frac{1}{2}$ cm. promedio y un espesor de 1.2 cm. promedio. Se colocaron 1.200 c.c. salmuera al 20% en el

cátodo y 3.600 c.c. en el ánodo. Se sustituye el ánodo de los ensayos No.5 y 6 por la barra de grafito a 45° citada anteriormente.

Nos. 8 - 9 y 10. El cátodo y el ánodo son los del ensayo anterior, pero el puente de filete fue sustituido por un trozo de trapo de piso empapado en salmuera.

No. 11. Se emplea un puente de dos filetes paralelos de longitud igual a 15 cm. Los electrodos son los mismos de los ensayos 8 y siguientes. Se emplearon 1.300 c.c. en el cátodo y 3.600 c.c. en el ánodo de salmuera al 33%.

No. 12. En este ensayo se emplearon 6.300 c.c. de salmuera en el cátodo y 4.000 c.c. en el ánodo. El ánodo estuvo formado por dos barras de grafito a 45° . Los filetes de merluza se dispusieron en dos capas. Los sumergidos arrojaron un % de Na Cl de 8,8 y los semi-sumergidos de 5,4.

GRUPO III

Nos. 1 y 2. Se emplea como anodo dos barras de grafito paralelas formando un ángulo de 70° con el recipiente. Sus medidas son: diámetro= 2.5 cm. - altura= 20 cm.

Como cátodo se usó una barra de grafito de 8 cm. de diámetro y de 6 cm. de altura.

Los filetes de merluza estuvieron todos sumergidos en la solución del cátodo y el puente estuvo formado por dos rejillas de tejido de algodón arrolladas de aproximadamente 25 cm. de longitud y 5 cm. de diámetro.

La salmuera saturada empleada en el cátodo y en el ánodo permitió realizar varios ensayos. El pH del ánodo al finalizar el ensayo 1, numerado así en la selección mencionada, fue de 2.5. Se le consideró agotada por lo cual se cambió en el ensayo No. 3.

Nos. 3 y 4. En este ensayo se emplearon 6.250 c.c. en el cátodo y 3.850 en el ánodo de salmuera saturada fresca. El cátodo y el ánodo son los mismos del ensayo anterior al igual que el puente.

Se ensayaron nuevamente filetes de merluza sumergidos en la solución salina. La diferencia del ensayo No. 4 con el No. 3 estriba simplemente en que los filetes de merluza empleados sumergidos en la salmuera estaban dispuestos en dos capas. Para mantenerlas en inmersión se colocó sobre ellas una rejilla de plástico y contrapesos de porcelana. De este modo se pudieron procesar 4.17 kilos de filetes.

Las temperaturas en el cátodo y en el ánodo fueron a los 75 y 150 minutos de 22 y 23° C respectivamente.

Nos. 5 y 6. Se trabajó con merluza descabezada y eviscerada con cola. Se emplearon los mismos electrodos del ensayo No. 3 al igual que el puente.

La salmuera es fresca para el No. 5 empleándose la misma para el No. 6.

Los filetes de merluza estuvieron sumergidos y las temperaturas fueron de 22° C para el cátodo y el ánodo (inicial) y de 23° C al final.

IV. MUESTRAS DE ENSAYO

Se utilizaron filetes de pescado descabezado y eviscerado no seleccionados, que se encuentran normalmente en la venta al público.

Las dimensiones oscilaron entre los siguientes valores:

	Longitud	Espesor
Merluza (Filetes)	24 a 38 cm.	1 a 2.5 cm.
Pescadilla (Filetes)	15 a 18 cm.	1 a 2 cm.
Merluza (H y G)	25 a 40 cm.	

V. CONTENIDO DE SAL EN EL PRODUCTO VERDE Y DESPUES DEL SECADO

La técnica analítica empleada se adoptó de la referencia No. 3.

Se tomó una muestra de 2 grs. promedio de una muestra grande de varias zonas del filete o del pescado descabezado y eviscerado. En un mortero de porcelana se la mezcló con 2 grs. de arena lavada y seca cuyo porcentaje de cloruros se determinó previamente. Se la trituroó con ayuda de un poco de agua

destilada hasta formar una papilla. Se agregaron 50 c.c. de agua y se puso a hervir el total hasta obtener un líquido bastante claro. Se filtró y se enrasó a 100 c.c. y en una alícuota de 25 ó 50 c.c. se determinaron los cloruros por el método de Mohr.

VI. CONCLUSIONES

Es posible salar filetes de merluza o merluza descabezada y eviscerada (H y G) o filetes de pescadilla empleando baños de salmuera saturada tanto en el cátodo como en el ánodo.

Los recipientes empleados fueron de plástico y los electrodos de grafito a nuestro juicio dieron los mejores resultados.

Los voltajes empleados oscilaron alrededor de los tres voltios con intensidades de 80 miliamperios.

El pescado salado por este método fue posteriormente secado y los contenidos de humedad y cloruro de sodio de algunas de las muestras correspondientes al Grupo No. 3 figuran en el Cuadro No. 2.

Como ya se dijo en el resumen, se cree posible adaptar este proceso a la industria ya que es posible su automatización, prescindiendo en gran parte de la mano de obra utilizada en el salado convencional. Para ello es conveniente trabajar con baterías de fuentes de corriente continua y cubas con sus respectivos electrodos de grafito.

CUADRO No. 1 - GRUPO II

Ensayo No.	GRUPO II		
	1	2	3
	Filete Pescadilla	Filete Merluza	H. y G. Merluza
V	20	30	25
MA	80	80	80
Minutos	90	60	120
Carga Ks.	1.08	1.97	2.91
Salmuera	20	20	20
Muestra verde			
Na Cl %	8.2 a 11.8	6.6 a 9.7	5.7 a 8.4
pH Catodo	7.0	6.0	9.0
pH Anodo	6.0	6.0	6.0
pH Muestra	—	—	—
Puente	Filete	Filete	Filete
Ensayo No.	4	5	6
	Filete Merluza	Filete Merluza	Filete Merluza
V	25	20	15
MA	80	80	80
Minutos	45	75	90
Carga Ks.	0.27	1.66	1.93
Salmuera	20	20	20
Muestra verde			
Na Cl %	7.9	7.5 a 8.8	6.7 a 7.9
pH Catodo	—	—	7.0
pH Anodo	5.5	6.0	3.5
pH Muestra	6.0	7.0	6.5
Puente	Filete	Filete	Filete
Ensayo No.	7	8	9
	Filetes Merluza	Filetes Merluza	Filetes Merluza continuación
V	25	12 a 20	15
MA	80	80 a 85	80 a 94
Minutos	75	30	(+30) 60
Carga Ks.	3.13	1.85	1.85
Salmuera	20	20	20
Muestra verde			
Na Cl %	6.1 a 7.2	7.0 a 10.2	11.1 a 12.3

Ensayo No.	GRUPO II		
	10	11	12
	Filetes Merluza	Filetes Merluza	Filetes Merluza
V	20	15 - 12 - 11	15
MA	80	80 - 82	80
Minutos	45	75	70
Carga Ks.	2.03	2.25	2.40
Salmuera	20	33	23
Muestra verde			
Na Cl %	6.2 a 7.9	8.1 a 9.4	Semi Sumergidos
			5.4
			Sumergidos
			8.8
pH Catodo	6.5	6.0	6.0
pH Anodo	6.0	6.0	6.0
pH Muestra	6.5	6.5	6.0
Puente	Rejilla algodón	2 Filetes	2 Filetes

Cuadro No. 1 - GRUPO III

Ensayo No.	GRUPO III		
	1	2	3
	Filetes Merluza	Filetes Merluza	Filetes Merluza
V	3.0	2.75 - 3.0	3.1
MA	80	80	80
Minutos	75	75	75
Carga Ks.	2.13	0.40	2.37
Salmuera	33	Saturada	Saturada
Muestra verde	Sumergidos	Sumergidos	Sumergidos
Na Cl %	8.3 a 8.8	10.9	8.0
pH Catodo	6.4	6.0	6.4
pH Anodo	2.5	2.5	6.0
pH Muestra	6.0	6.6	6.4
Puente	2 rejillas algodón (arrolladas)	id.	id.

Ensayo No.	4	5	6
	Filetes Merluza	H y G Merluza	H y G Merluza
V	3.05 a 3.2	4 - 6	2.8 a 3.3
MA	80	150	80
Minutos	150	120	180
Carga Ks.	4.17	2.06	2.07
Salmuera	Saturada	Saturada	Saturada
Muestra verde	Sumergidos	Sumergidos	Sumergidos
Na Cl %	9.6	9.5	9.9
pH Catodo	6.4	6.4	6.6
pH Anodo	5.5	6.0	6.0
pH Muestra	6.4	6.4	6.6
Puente	2 rejillas algodón (arrolladas)	id.	id.

CUADRO No. 2

RESULTADOS SOBRE MUESTRA SECA

GRUPO III

Ensayo No.	1	3	4	5	6
Humedad %	26.0	25.0	29.0	30.6	30.3
Na Cl %	21.9 (Prom.)	21.6	23.0	22.3	23.1

BIBLIOGRAFIA

1. - *Electrotherapy and light therapy*. - R. Kovács. Ed. Lea and Febiger - Filadelfia.
2. - *Electrophoresis of proteins* - Abramson - Moyer - Garin. Reinhold Publishing Corporation - 1942 - New York.
3. - *The chemical Analysis of food* - D. Pearson. Churchill Livingstone - Edimburg - London and New York - 1970.
4. - *Les principes de l'electrophorese* - R. Audubert et S. de Mende. Presses Universitaires de France - Paris - 1957.
5. - *Aplication de l'electrochimie* - W.A. Koehler. Dunod - Paris - 1950.
6. - *Industrial elctrochemistry* - C.L. Mantell. Mc Graw Hill Book Company Inc. 1950 - New York.
7. - *Chemical abstract* - American Chemical Society. Se consultaron los números desde 1907 a 1978 no encontrándose referencias similares al presente trabajo.