

# PROPIEDADES FUNCIONALES Y POSIBLES USOS DE UN HIDROLIZADO DE PEPITONA (*Arca zebra*) EN LA ELABORACION DE ALIMENTOS

*Josefina Arbej<sup>1</sup> y Gonzalo Luna<sup>1</sup>*

Facultad de Ciencias  
Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

## RESUMEN

En este estudio se encontró que la deshidratación por tambor y por atomización, empleadas sobre el hidrolizado de pepitona (*Arca zebra*), así como el tiempo de almacenamiento de los productos secos, ejercen un efecto deteriorativo importante en las propiedades funcionales de ambos hidrolizados. Las pérdidas de más cuantía y de mayor significado de la mayoría de dichas propiedades ocurren durante los dos primeros meses del período de almacenamiento. Así, en el caso de la capacidad de formación de espuma, se producen pérdidas del orden de 170/o a 340/o en el hidrolizado deshidratado por tambor, y de 380/o a 490/o en el hidrolizado deshidratado por atomización, en el transcurso de los dos primeros meses de almacenamiento. La capacidad emulsificante se altera en 140/o en el hidrolizado deshidratado por tambor, y en 250/o en el hidrolizado deshidratado por atomización.

Los ensayos de evaluación sensorial demostraron la factibilidad de usar ambos hidrolizados para la suplementación de alimentos convencionales como galletas y productos extruidos.

## INTRODUCCION

Existe necesidad urgente de lograr la producción de alimentos de buena calidad con el fin de suplir las deficiencias existentes a nivel mundial. Una de las posibles vías que ha venido siendo objeto de estudio es la elaboración de concentrados e hidrolizados proteínicos solubles, altamente nutritivos, utilizando pescado como materia prima.

En un concentrado proteínico, las principales propiedades funcionales que se consideran deseables son la capacidad de absorción de agua, la capacidad emulsificante, la de enlazar partículas, y la capacidad de sumi-

---

Manuscrito modificado recibido: 18-6-85.

1 Miembros del Departamento de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, Apartado 47097, Caracas 1041-A, Venezuela.

nistrar mejor textura al producto al cual se adiciona (1). Muchas de estas propiedades están relacionadas con la capacidad que los alimentos tienen de interactuar con el agua, principalmente a través de la interacción existente entre ésta y las moléculas de proteínas (2).

Los hidrolizados proteínicos de pescado pueden servir como ingrediente funcional en un amplio rango de aplicaciones alimentarias. Su uso potencial depende de la capacidad que tengan de cumplir uno o más de los requisitos funcionales específicos citados, los que a su vez dependen de las condiciones de procesamiento y de la presencia de otros componentes en el alimento que conlleven al desarrollo de reacciones deteriorativas. El desarrollo de tecnologías apropiadas que permitan utilizar el pescado como suplemento proteínico de alto calidad en la elaboración de alimentos ampliamente aceptados y accesibles a cualquier consumidor, constituye una excelente perspectiva como medio de contribuir al mejoramiento de la dieta diaria.

En trabajos previos (3, 4) se sometieron a estudio las condiciones de procesamiento, así como las características nutricionales de un hidrolizado de pepitona obtenido mediante el uso de enzimas proteolíticas vegetales, el cual puede servir para consumo humano.

Tomando en consideración los conceptos hasta ahora vertidos, se concibió este trabajo con los objetivos siguientes: 1. Estudiar el comportamiento de los hidrolizados de pepitona (*Arca zebra*) deshidratados por tambor, y por atomización, durante un período de cinco meses de almacenamiento, mediante sus características funcionales. 2. Evaluar la posible utilización de los hidrolizados en la elaboración de alimentos convencionales, incluyendo su aceptabilidad desde el punto de vista organoléptico.

## MATERIAL Y METODOS

### *Materia Prima y Preparación de las Muestras*

La preparación y deshidratación de los hidrolizados proteínicos se llevó a cabo aplicando la metodología cuyos detalles ya fueron dados a conocer en trabajos anteriores al respecto (3, 4).

*Capacidad de formación de espuma.* Se determinó según el método indicado por Das, Shukri y Al-Nasiri (5). Los resultados se expresan como ml de espuma formada por g de muestra.

*Estabilidad de la espuma.* Esta se estableció también de acuerdo al procedimiento seguido por los autores citados (5). Los resultados se expresan como el tiempo que toma la espuma en desaparecer por g de muestra.

*Capacidad emulsificante.* Se determinó conforme a lo señalado por Spinelli, Groninger y Koury (6). Los resultados se expresan como ml de aceite emulsificado y mantenido por g de muestra.

*Estabilidad de la emulsión.* En este caso, se siguió el método utilizado por los investigadores mencionados en el párrafo anterior (6). Los resultados se expresan como el tiempo que transcurre entre la formación de la emulsión y la separación de fases que se produce por g de muestra.

*Índice de hinchamiento.* Este índice se determinó según el procedimiento seguido por Rasekh (7). Los resultados se expresan como la

relación entre el volumen hinchado (ml) y el peso de la fracción insoluble (g).

*Índice de agua enlazada.* Se estableció siguiendo el método notificado también por Rasekh (7). Los resultados se expresan como la relación entre el peso de agua enlazada (g) y el peso de la fracción insoluble (g).

*Dispersión.* En este caso, se empleó el procedimiento que señalan Das, Shukri y Al-Nasiri (5). Los resultados se expresan como el grado de dispersión medido como el máximo asentamiento que se produce en el homogenizado al cabo de 24 horas.

*Materia soluble e insoluble.* Se determinó de conformidad con el método de Rasekh (7). Los resultados se expresan como g de materia soluble e insoluble por cada 100 g de muestra.

### *Suplementación de Alimentos Convencionales*

Se elaboró un producto extruido tipo "snack", constituido por harina de arroz y suplementado con proporciones de 2.50/o, 50/o y 100/o del hidrolizado deshidratado por tambor, y del deshidratado por atomización, adicionados independientemente. El producto fue elaborado utilizando un extrusor marca BONNOT 2 1/4", con una velocidad de tornillo de 88 rpm, tamaño de boquilla de 3mm de diámetro y temperatura de 305°F (152°C). Se obtuvo así un producto final cuya contenido de humedad era de 180/o aproximadamente.

Para elaborar los productos tipo galleta se empleó harina de trigo suplementada con proporciones de 2.50/o, 50/o y 100/o del hidrolizado deshidratado por tambor, y del deshidratado por atomización, adicionados en forma independiente. Los productos se prepararon en forma casera.

### *Evaluación Sensorial*

Se evaluó el sabor, olor, color y crocantez de los productos elaborados (tipo "snack" y galletas). En cada caso, la prueba se llevó a cabo valiéndose de un panel constituido por 20 personas. Estas eran estudiantes y empleados de nuestro Departamento, instruidos y experimentados en este tipo de prueba. Se utilizó una escala hedónica de 7 puntos en la cual el No. 1 representa el calificativo "me gusta mucho" y el No. 7 corresponde al calificativo "me disgusta mucho".

### *Análisis Estadístico*

Los resultados del ensayo sensorial, así como los obtenidos a lo largo del período de almacenamiento, fueron analizados estadísticamente por medio del análisis de varianza (8), empleando la Tabla de Ensayos Múltiples de F para 950/o de confiabilidad. Los resultados del período de almacenamiento se sometieron a análisis por ensayos de correlación estadística de acuerdo al método notificado por Amerine, Pangborn y Roessler (9).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las variaciones que se producen en las propiedades funcionales de

ambos hidrolizados durante el período de almacenamiento evaluado, se detallan en la Tabla 1. Se pudo observar diferencias significativas entre los hidrolizados en cuanto a las propiedades funcionales estudiadas. Lo mismo aplicó al efecto del tiempo, produciéndose las mayores variaciones en los dos primeros meses de dicho período, en el caso de la mayoría de los índices estudiados.

TABLA 1

VALORES MEDIOS DE LOS INDICES MEDIDOS EN LOS HIDROLIZADOS DE PEPITONA (*Arca zebra*), DESHIDRATADOS POR TAMBOR (I) Y POR ATOMIZACION (II) DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 25°C ± 2°C

		Tiempo de almacenamiento (días)					
		0	30	60	90	120	150
Formación de espuma (ml/g)	I	12.00 <sup>a</sup>	9.95 <sup>b</sup>	7.86 <sup>c</sup>	7.86 <sup>c</sup>	7.82 <sup>c</sup>	7.89 <sup>c</sup>
	II	19.32 <sup>ab</sup>	11.95 <sup>bc</sup>	9.85 <sup>cd</sup>	9.95 <sup>cd</sup>	9.93 <sup>cd</sup>	8.88 <sup>cd</sup>
Estabilidad espuma (min/g)	I	460 <sup>a</sup>	330 <sup>b</sup>	300 <sup>c</sup>	210 <sup>d</sup>	210 <sup>d</sup>	210 <sup>d</sup>
	II	460 <sup>a</sup>	270 <sup>bc</sup>	240 <sup>cd</sup>	180 <sup>de</sup>	180 <sup>de</sup>	180 <sup>de</sup>
Capacidad emulsificante (ml/g)	I	11.49 <sup>a</sup>	10.41 <sup>b</sup>	9.90 <sup>c</sup>	8.44 <sup>c</sup>	8.91 <sup>c</sup>	8.91 <sup>c</sup>
	II	13.75 <sup>ab</sup>	11.49 <sup>bc</sup>	10.29 <sup>cd</sup>	10.34 <sup>cd</sup>	9.91 <sup>cd</sup>	9.91 <sup>cd</sup>
Estabilidad de emulsión (seg/g)	I	39.00 <sup>a</sup>	21.71 <sup>b</sup>	15.70 <sup>c</sup>	15.63 <sup>c</sup>	15.33 <sup>c</sup>	15.30 <sup>c</sup>
	II	48.96 <sup>ab</sup>	21.64 <sup>bc</sup>	15.20 <sup>cd</sup>	15.29 <sup>cd</sup>	15.27 <sup>cd</sup>	15.36 <sup>cd</sup>
Índice de hinchamiento	I	8.03 <sup>a</sup>	7.03 <sup>a</sup>	6.53 <sup>b</sup>	6.10 <sup>b</sup>	5.76 <sup>b</sup>	6.01 <sup>b</sup>
	II	9.88 <sup>ab</sup>	9.39 <sup>ab</sup>	6.83 <sup>bc</sup>	6.51 <sup>bc</sup>	6.38 <sup>bc</sup>	6.23 <sup>bc</sup>
Índice de agua enlazada	I	3.43 <sup>a</sup>	2.53 <sup>a</sup>	2.30 <sup>a</sup>	2.18 <sup>a</sup>	2.16 <sup>a</sup>	2.17 <sup>a</sup>
	II	2.81 <sup>a</sup>	2.49 <sup>a</sup>	2.41 <sup>a</sup>	2.38 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>
Materia soluble (o/o)	I	67.96 <sup>a</sup>	65.47 <sup>b</sup>	61.56 <sup>c</sup>	58.27 <sup>d</sup>	57.87 <sup>d</sup>	57.69 <sup>d</sup>
	II	74.68 <sup>ab</sup>	68.41 <sup>bc</sup>	63.85 <sup>cd</sup>	61.93 <sup>de</sup>	61.02 <sup>de</sup>	60.12 <sup>de</sup>

Las medias con diferente letra son diferentes ( $P < 0.05$ ).

En la Tabla 2 se observa que el fenómeno de oxidación de las grasas, que se presenta en forma significativa en ambos hidrolizados durante el período de almacenamiento, posiblemente afecta la mayoría de las propiedades funcionales estudiadas en ambos hidrolizados. Se nota la existencia de una correlación positiva de significado estadístico entre la variación del contenido de grasa y la variación de las propiedades funcionales evaluadas a lo largo del almacenamiento. Estas observaciones permiten concluir que los productos resultantes de este fenómeno oxidativo interactúan con los grupos amino de las proteínas, péptidos y aminoácidos libres. La capacidad de estos grupos funcionales de enlazar moléculas de agua disminuye, y

TABLA 2

INDICES DE CORRELACION SIGNIFICATIVOS DE LOS VALORES  
MEDIDOS EN LOS HIDROLIZADOS DE PEPITONA (*Arca zebra*),  
DESHIDRATADOS POR TAMBOR (I) Y POR ATOMIZACION (II)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I	1.00	1.00	1.00	0.94	—	0.91	0.85	0.94	0.99
A II	1.00	0.95	0.92	0.98	0.98	0.99	0.94	0.94	1.00
I	—	1.00	—	0.93	—	0.90	0.84	0.92	0.96
B II	—	1.00	—	0.91	0.89	0.89	0.79	1.00	0.97
I	—	—	1.00	0.93	—	—	0.82	—	—
C II	—	—	1.00	0.87	0.85	—	0.78	—	—
I	—	—	—	1.00	—	—	—	—	—
D II	—	—	—	1.00	—	—	—	—	—
I	—	—	—	—	1.00	—	—	—	—
E II	—	—	—	—	1.00	—	—	—	—
I	—	—	—	—	—	1.00	0.88	—	—
F II	—	—	—	—	—	1.00	0.97	—	—
I	—	—	—	—	—	—	1.00	—	—
G II	—	—	—	—	—	—	1.00	—	—
I	—	—	—	0.96	—	—	—	1.00	—
H II	—	—	—	0.90	—	—	—	1.00	—
I	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00
I II	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00

A = Contenido de grasa; B = Contenido de nitrógeno soluble; C = Contenido de nitrógeno no proteínico; D = Capacidad de formación de espuma; E = Estabilidad de la espuma; F = Capacidad emulsificante; G = Estabilidad de la emulsión; H = Índice de hinchamiento, e I = Contenido de materia soluble.

como consecuencia, se produce una reducción de las propiedades funcionales de estos hidrolizados. Ello atañe principalmente a aquéllas que dependen del establecimiento de la interacción proteína-agua, como la capacidad de formación de espuma, la estabilidad de esta última, el contenido de materia soluble, y el índice de hinchamiento. Por otra parte, se puede apreciar que no existe correlación significativa entre la capacidad de formación de espuma y la estabilidad de la espuma formada para ambos hidrolizados, lo que permite concluir que una capacidad espumante elevada no es necesariamente indicio de gran estabilidad.

La correlación positiva significativa que existe entre la variación del

contenido lipídico (4) de estos hidrolizados y la variación de la capacidad emulsificante durante el almacenamiento, puede explicarse asumiendo que las proteínas hidrosolubles existentes en estos hidrolizados —las cuales son el sustrato más difícil de digerir por las enzimas proteolíticas (10)— sufren alteraciones debido a la interacción que se establece entre dichas proteínas y los productos resultantes del fenómeno deteriorativo oxidativo. Ello hace que esas moléculas proteínicas pierdan su fuerza mecánica para actuar en la interfase agua-aceite, disminuyendo la capacidad emulsificante y la estabilidad de la emulsión formada por estos hidrolizados.

Al comparar las propiedades funcionales existentes en los hidrolizados deshidratados por tambor y por atomización, con las propiedades de la proteína texturizada de soya y el caseinato de sodio, se observa que en lo referente a algunas de estas propiedades, existen diferencias considerables (Tabla 3). Así el caseinato de sodio tiene una capacidad emulsificante considerablemente superior que el resto de las muestras sometidas a ensayo. Lo mismo ocurre con la capacidad de formación de espuma, obteniéndose un volumen de 139.6 ml comparado con un volumen de 12 ml y de 19 ml para el hidrolizado deshidratado por tambor, y por atomización, respectivamente. El resto de las propiedades funcionales comparan favorablemente, existiendo en algunas de éstas cierta superioridad en los hidrolizados elaborados en el presente estudio con respecto a las muestras escogidas como patrón de comparación.

TABLA 3

COMPARACION DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES PRESENTES EN LA PROTEINA TEXTURIZADA DE SOYA, EN EL CASEINATO DE SODIO, Y EN LOS HIDROLIZADOS DE PEPITONA (*Arca zebra*), DESHIDRATADOS POR TAMBOR, Y POR ATOMIZACION

	Proteína texturizada de soya	Caseinato de sodio	Hidrolizado deshidratado por	
			Tambor	Atomización
Capacidad emulsificante (ml/g)	4.97	29.88	11.49	13.75
Estabilidad emulsión (min/g)	47.01	11.43	39.00	48.96
Formación de espuma (ml/g)	13.84	139.61	12.00	19.32
Estabilidad espuma (ml/g)	150.00	120.00	460.00	460.00
Indice de hinchamiento	9.19	0.00	8.03	9.88
Indice agua enlazada	1.90	0.00	3.43	2.81
Materia soluble (o/o)	20.08	86.95	67.69	74.68

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a la capacidad emulsificante y a la capacidad de formación de espuma de los hidrolizados deshidratados por tambor y por atomización, es factible suponer que su utilización sea dificultosa en la preparación de alimentos como derivados lácteos, merengues, soufflés, cremas o embutidos. Sin embargo, dado que en ambos hidrolizados se encontró un considerable contenido de materia

soluble (aproximadamente 600/o) y 1000/o de dispersibilidad, su utilización como suplemento es posible en el caso de sopas, formulaciones diversas para niños pequeños, galletas y extruidos, entre otras.

Los valores promedio de las características organolépticas evaluadas en los productos extruidos tipo "snack", suplementados con los hidrolizados proteínicos elaborados, se muestran en la Tabla 4. Estos hallazgos permiten concluir que el producto suplementado con el hidrolizado deshidratado por atomización en una proporción del 100/o, es el de mayor preferencia en cuanto a color por parte de los panelistas. No obstante, el mismo hidrolizado adicionado en una proporción de 2.50/o es el más aceptado en cuanto a olor y sabor, con promedios de 3.1 y 2.5, respectivamente.

TABLA 4

PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE UN PRODUCTO EXTRUIDO, ELABORADO CON HARINA DE ARROZ Y SUPLEMENTADO CON DIFERENTES PROPORCIONES DE LOS HIDROLIZADOS DE PEPITONA (*Arca zebra*), DESHIDRATADOS POR TAMBOR, Y POR ATOMIZACION

	Control	Hidrolizado deshidratado por					
		Tambor			Atomización		
		2.50/o	50/o	100/o	2.50/o	50/o	100/o
Color	4.6 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>	4.5 <sup>c</sup>	3.5 <sup>d</sup>	3.9 <sup>e</sup>	3.8 <sup>e</sup>	2.9 <sup>f</sup>
Olor	3.5 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	4.1 <sup>b</sup>	3.1 <sup>c</sup>	3.1 <sup>c</sup>	3.6 <sup>a</sup>
Crocantez	3.1 <sup>a</sup>	2.8 <sup>b</sup>	2.1 <sup>c</sup>	3.2 <sup>d</sup>	2.3 <sup>c</sup>	2.2 <sup>c</sup>	2.3 <sup>c</sup>
Sabor	3.6 <sup>a</sup>	3.1 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	3.5 <sup>c</sup>	2.5 <sup>d</sup>	2.7 <sup>d</sup>	3.2 <sup>b</sup>

Las medias con diferente letra, en una misma línea, son diferentes ( $P < 0.05$ ).

Con respecto a los productos tipo galleta, los promedios de aceptabilidad se muestran en la Tabla 5. Según se observa, en cuanto a características de color y crocantez, no existen diferencias significativas entre las muestras evaluadas. En cambio, en lo referente a olor y sabor, tales variaciones son significativas, obteniéndose mayor aceptabilidad de la muestra control, con promedios de 52 y 30, respectivamente. Además, en la misma Tabla se aprecia que las galletas suplementadas con el hidrolizado deshidratado por atomización en la proporción de 2.50/o, siguen siendo las de mayor preferencia por parte de los panelistas. De cualquier forma, es importante indicar que en lo referente a las características organolépticas de olor y sabor, las proporciones de suplementación de 2.50/o y 50/o son las de mayor preferencia por parte del panel sensorial.

TABLA 5

PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE UN PRODUCTO TIPO GALLETA ELABORADO CON HARINA DE TRIGO Y SUPLEMENTADO CON DIFERENTES PROPORCIONES DE LOS HIDROLIZADOS DE PEPITONA (*Arca zebra*), DESHIDRATADOS POR TAMBOR, Y POR ATOMIZACION

	Control	Hidrolizado deshidratado por					
		Tambor			Atomización		
		2.5º/o	5º/o	10º/o	2.5º/o	5º/o	10º/o
Color	2.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>
Olor	2.6 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.1 <sup>c</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.9 <sup>d</sup>
Crocantez	1.7 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>
Sabor	1.5 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>	3.1 <sup>b</sup>	3.5 <sup>c</sup>	2.6 <sup>d</sup>	2.8 <sup>d</sup>	4.2 <sup>c</sup>

Las medias con diferente letra, en una misma línea, son diferentes ( $P < 0.05$ ).

#### SUMMARY

#### FUNCTIONAL PROPERTIES AND POSSIBLE USES OF A PEPITONA (*Arca zebra*) HYDROLYSATE IN THE PREPARATION OF FOODS

The present study revealed that the drum-drying and spray-drying procedures used on the pepitona (*Arca zebra*) hydrolysate, as well as the storage time, exert a deteriorative significant effect on the functional properties of both hydrolysates. The greatest and more significant losses of the majority of such properties occur during the first two months of storage period. Thus, in the case of foaming capacity, losses ranging from 17% to 34% were detected in the drum-dried hydrolysate, and of 38% to 49% in the hydrolysate dehydrated using a spray drier, during the first two months of storage. The emulsifying capacity was also altered in 14% of the hydrolysate dehydrated in a drum drier, and in 25% of the hydrolysate dehydrated using a spray drier.

Sensory evaluation tests demonstrated the potential of both hydrolysates for use as supplements of conventional foods such as cookies and extruded products.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Toledo, R. T. Preparation and properties of low temperature-extracted animal protein concentrates. *J. Food Sci.*, 38:141, 1973.
2. Choe, D. H. & C. V. Morr. Symposium: Functionality of protein-water interactions and functional properties. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 56:53, 1979.
3. Baixeras, S. & G. Luna. Fijación de las condiciones de procesamiento para la obtención de un hidrolizado de pepitona (*Arca zebra*) para consumo humano. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 35:666-676, 1985.
4. Arbej, J. & G. Luna. Elaboración y características nutricionales de un hidrolizado de pepitona (*Arca zebra*). *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 35:577-585, 1985.

5. Das, K., N. A. Shukri & S. K. Al-Nasiri. Protein concentrate from waste catfish and its quality improvement by enzyme. *J. Food Sci. Technol.*, **16**:58, 1979.
6. Spinelli, J., H. S. Groninger Jr & B. Koury. Preparation and properties of chemically and enzymically modified protein isolates for use as food ingredients. *J. Food Sci.*, **37**:283, 1972.
7. Rasekh, J. Effect of freeze-drying, spray-drying, and stabilizers on functional characteristics of fish protein concentrates. *J. Milk Food Technol.*, **37**:57, 1974.
8. Larmond, E. **Methods for Sensory Evaluation of Food**. Canada Department of Agriculture, 1970. (Publication 1284).
9. Amerine, M. A., R. M. Pangborn & E. B. Roessler. **Principles of Sensory Evaluation of Food**. New York, N. Y., Academic Press, Inc., 1965.
10. Kang, Ch. K. & E. E. Rice. Degradation of various meat fractions by tenderizing enzymes. *J. Food Sci.*, **35**:563, 1970.