

## 글루텐 人造肉의 品質特性에 影響을 주는 要因과 物性에 관한 研究

1보 : 품질특성에 영향을 주는 요인

박춘란 · 김기숙\* · 윤서석\* · 장주익\*\*

충청 실업 전문 대학 · \*중앙 대학교 가정대학 · \*\*연암 축산 원예 전문 대학

## Studies on the Factors Affecting Quality and Textural Characteristics of Artificial Gluten Meat

Chun Rann Park, Kee Sook Kim, Seo Suck Yun, and Joo Ik Chang

### Summary

These experiments were carried out to study the factors affecting quality and textural characteristics in the preparation of artificial gluten meat (AGM).

These results were compared with the raw beef on its properties.

The results obtained were summarized as follows:

1. The affective factors on the color of AGM were walnut, oil, salt, onion, water, interactions of oil and water, and interactions of heating temperature and heating time.
2. Shear force was affected by the factors of walnut, onion, water and interactions of walnut and oil.
3. Walnut, oil, onion, salt, water, interactions of walnut and oil, interactions of oil and water, and heating temperature affected on hardness, springiness, cohesiveness and chewiness.
4. Walnut and water affected on the water holding capacity.

### I. 緒 論

오늘날 여러 나라에서 食品工業이 급속하게 발전되어 많은 종류의 가공식품이 상품화되어 있다.

그러나 식물성 단백질식품이라는 개념에 대해 관심을 갖게 된 것은 100여년 밖에 되지 않으며, 그 이용범위

도 일부 종교적 이유로 인한 채식주의자와 건강상의 이유로 고기를 먹지 않는 극소수의 사람에게서만 식물성 단백질이 이용되어 왔을 뿐이다<sup>1)</sup>.

그러나 일부 제형에서는 동물성 단백질과 脂肪의 섭취량이 기준량을 초과하면서 비만증과 성인병이 문제점으로 지적되고 있다. 이러한 이유에서 텍스처와 영양가 및 취급상의 특성이 自然肉과 비슷한 식물성 단

백식품의 개발이 시도되었고<sup>2~10)</sup>, 아울러 저칼로리와 저렴한 가격 및 편리성 등을 충족시키고자 하는 노력이 계속되고 있다<sup>11~13)</sup>.

식물성 단백질의 특징은 동물성 단백질에 비하여 값이 싸고, 乳化性, 겔 形成性, 溶解性 등을 가지며, 凍結과 解凍을 여러번 하여도 조직과 외관이 거의 변하지 않고, 공업원료로 할 때 운반과 작업에 유리하고, 저장성도 자연육의 2배정도가 되는 잇점을 가지고 있다<sup>14,15)</sup>. 또한 콜레스테롤 등의 동물성 지질을 함유하지 않는 점도 그 특징이다.

이상의 여러 관점에서 최근 콩 단백질에 대한 관심은 높으나 밀 글루텐에 관한 연구는 적은 편이다.

본 논문은 밀 글루텐 분말을 主材料로 하여 인조육을 제조할 때 품질특성에 영향을 주는 요인을 분석하고자 실시하였다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

- 1) 글루텐 인조육의 조제
  - (1) 밀 글루텐 분말(미국 Union社 제품)
  - (2) 호두
  - (3) 食用油(동방유량 옥수수기름 및 오뚜기(株)참기름)
  - (4) 양파(시중에서 구입하여 블랜더에 5분간 갈아서 사용)
  - (5) 소금(한주 주식회사)
  - (6) 물

위의 材料들을 Fig. 1과 같은 方法으로 혼합하여 제조한 후 직경 7cm 소오시지케이싱(서독 제품)에 넣고 고압술(Electric Steroclave No. 25×U.S.A) 또는 쪄통에서 익혀서 試料로 하였다.

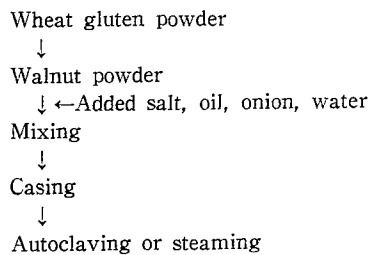


Fig. 1. Preparation of artificial gluten meat (AGM)

2) 쇠고기

시중 정육점에서 대접살을 구입하여 살코기 부위만을 글루텐 인조육의 비교를 위한 시료로 사용하였다.

2. 글루텐 人造肉의 품질특성에 영향을 주는 요인 분석 방법

시료를 조제할 때 여러 조건에서 품질특성에 영향을 주는 요인을 규명하기 위하여 예비실험을 행하고 Table 1에 표시한 것과 같이 8개의 요인에 대하여 2개의 수준을 정하고 L16 直交表에 의하여 실험 계획을 세웠다<sup>16)</sup>.

즉, 각 요인에 변화를 준 16가지 방법으로 만든 人造肉에 대해 色(color), 전단력(shear force), 텍스처(hardness, springiness, cohesiveness, chewiness), 보수성(water holding capacity)을 기계적인 방법으로 측정하고 그 결과를 분산 분석하였다.

3. 品質特性 測定方法

1) 色(Color)

Table 1. Experimental plan for L16 factorial design (per 100g gluten)

Factor	Level	
	I	II
A. Walnut (%)	0	30
B. Oil (%)	0	10
C. Salt (%)	0	2
D. Onion (%)	0	10
E. Water (%)	100	120
F. Number of mixing(times)	50	200
G. Heating temperature(°C)	100	120
H. Heating time(mins)	40	50

Order	Factor							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	I	I	I	I	I	I	I	I
2	I	I	II	I	I	II	II	I
3	II	I	II	II	I	I	I	II
4	II	I	I	II	I	II	II	II
5	II	I	I	I	II	I	II	I
6	II	I	II	I	II	II	I	I
7	I	I	II	II	II	I	II	II
8	I	I	I	II	II	II	I	II
9	I	II	I	I	I	I	II	II
10	I	II	II	I	I	II	I	II
11	II	II	II	II	I	I	II	I
12	II	II	I	II	I	II	I	I
13	II	II	I	I	II	I	I	II
14	II	II	II	I	II	II	II	II
15	I	II	II	II	II	I	I	I
16	I	II	I	II	II	II	II	I

글루텐 人造肉과 쇠고기의 색은 色差計(color and color difference meter) (No. Uc. 6000-IV, Yasuda Seiki Seisakusho LTD, Japan)로  $L'$   $a'$   $b'$ 를 測定하였다. 이때 표준판은 白色( $L=89.2, a=0.921, b=0.78$ )을 使用하였고, 전체 色差인  $\Delta E$ 는

$$\sqrt{(L-L')^2+(a-a')^2+(b-b')^2}$$

로 求하였으며 각 시료를 5회 반복 측정하였다.

2) 전단력과 텍스처(shear force and texture)

전단력과 텍스처는 Instron Universal Testing Machine (TM-1140, Instron Co. England)을 사용하여 측정하였으며, Instron으로 시료를 두번 누를 때의 텍스처 프로파일(texture profile)은 Fig. 2와 같으며, 그림에 나타난 곡선을 텍스처 프로파일 분석(texture profile analysis) 방법에 의하여 분석하고 硬度(hardness), 彈力性(springiness), 凝集性(cohesiveness) 및 저작상(chewiness)을 구하였다.

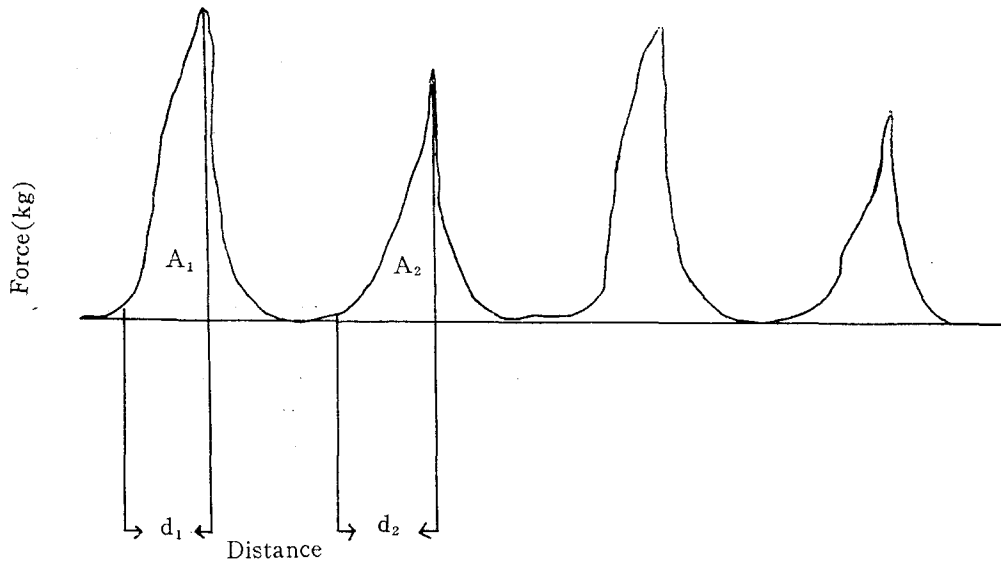


Fig. 2. Typical first and second bite compression curves for Instron texture profile analysis of each sample.

Table 2. Definitions for texture profile analysis and shear force.

Texture attribute	Definition
Hardness(kg/wt)	Maximum height of the first curve (bite)
Springiness	Ratio of distance sample recovers between first and second bites to $0.7(d1/d2 \times 0.7)$
Cohesiveness	Ratio of the two total areas under the curve ( $A2/A1$ )
Chewiness	$Hardness \times Springiness \times Cohesiveness \times 100$
Shear force	Maximum force to cut the sample with upper blade of Warner-Bratzler meat shear-compression

(Fridman, 1963)<sup>17)</sup>

Table 3. Conditions of texture profile analysis for Instron.

Sample height	13mm
Sample diameter	30mm
Clearance	3mm
Chart speed	200mm/min
Cross head speed	200mm/min
Plunger diameter	1cm

Table 4. Conditions of shear force for Instron.

Sample height	13mm
Sample breadth and length	30mm
Chart speed	200mm/min.
Cross head speed	200mm/min.

Table 5. Hunter color reflectance values of 16 samples.

Sample No.	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	$\Delta E$
1	41.97±1.76	2.39±0.40	11.48±0.15	48.40±1.71
2	39.97±1.38	3.48±0.53	12.23±0.23	50.57±1.34
3	33.87±0.83	5.57±0.32	7.19±0.32	55.83±0.74
4	28.50±0.78	5.08±0.37	6.54±0.31	61.03±0.76
5	30.40±0.36	5.25±0.01	7.74±0.43	59.27±0.32
6	35.20±0.75	6.10±0.31	8.03±0.10	54.67±0.75
7	42.47±2.25	2.57±0.19	11.50±0.36	47.93±2.16
8	43.50±0.87	1.78±0.09	11.43±0.31	46.83±0.75
9	38.97±2.46	2.78±0.31	11.00±0.44	51.20±2.31
10	42.00±1.91	2.39±0.09	11.53±0.35	48.37±1.79
11	29.77±0.15	5.05±0.37	7.00±0.25	59.83±0.15
12	33.03±1.25	5.58±0.31	6.88±0.23	56.60±1.14
13	34.53±0.25	5.93±0.31	7.71±0.17	55.27±0.15
14	35.00±1.56	5.18±0.55	9.84±0.46	55.03±1.36
15	48.37±1.46	1.37±0.43	14.30±0.36	42.97±1.37
16	45.40±1.65	2.28±0.48	13.70±0.30	45.60±1.45
Raw beef	27.80±0.00	12.87±0.40	8.51±0.24	62.97±0.06

Mean±S.D.

*L* : Lightness*a* : A small value indicates greenness and a large value for redness*b* : A small value indicates blueness and a large value for yellowness $\Delta E$  : Total color difference.  $\sqrt{(L-L')^2+(a-a')^2+(b-b')^2}$ 

Table 6. Analysis of variance on color of 16 samples.

Factor	<i>L</i>		<i>a</i>		<i>b</i>		$\Delta E$	
	F-value	Significance	F-value	Significance	F-value	Significance	F-value	Significance
A. walnut	417.05	**	173.32	**	406.6	**	425.25	**
B. oil	7.55	*	0.24		11.0	**	6.86	*
C. salt	6.75	*	0.04		8.4	*	6.02	*
D. onion	2.92		5.05	*	0.16		3.05	
E. water	43.69	*	0.31		34.5	**	43.57	**
F. mixing time	0.25		0.08		1.03		0.23	
G. heating temp.	29.39	**	0.04		0.26		34.07	**
H. heating time	1.56		0.004		6.55	*	0.65	
A×B walnut×oil	0.35		0.01		0.87		0.11	
B×E oil×water	9.27	*	0.004		19.15	**	7.44	*
E×F water×mixing time	1.12		0.03		0.29		1.31	
G×H heating temp. heating time	0.93		0.04		0.23		0.82	

\*significant at  $p < 0.05$ \*\*significant at  $p < 0.01$

Table 7. Textural characteristics of 16 samples.

Sample No.	Shear force(kg)	Hardness(kg)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
1	6.57±1.28	4.01±0.01	0.7181±0.04	0.6625±0.09	191.75±36.46
2	7.13±1.50	4.01±0.01	0.6421±0.05	0.5614±0.08	143.52±12.26
3	3.64±0.86	1.97±0.08	0.6165±0.02	0.6285±0.05	75.96± 2.48
4	4.32±0.34	2.49±0.17	0.5833±0.04	0.7280±0.02	106.27±15.70
5	2.72±0.49	2.16±0.26	0.6359±0.08	0.5592±0.16	75.84±19.53
6	3.31±0.31	1.44±0.02	0.6788±0.04	0.5117±0.05	49.92± 6.32
7	4.31±0.74	2.12±0.15	0.6767±0.04	0.5466±0.05	78.12± 5.67
8	5.64±0.04	1.99±0.25	0.7122±0.04	0.4620±0.06	65.51±12.86
9	5.44±0.59	3.02±0.35	0.6650±0.04	0.4888±0.09	98.22±20.53
10	4.70±0.33	2.56±0.17	0.6130±0.10	0.5748±0.12	88.15± 6.02
11	3.95±0.67	2.10±0.08	0.6281±0.07	0.5978±0.09	77.97± 6.90
12	3.04±0.10	1.49±0.06	0.7000±0.07	0.5265±0.08	54.14± 2.64
13	3.01±0.72	1.71±0.06	0.6488±0.12	0.5666±0.18	60.37± 7.12
14	4.99±0.77	2.09±0.28	0.5685±0.06	0.7778±0.02	92.42±16.88
15	3.63±0.19	1.71±0.25	0.5939±0.09	0.5630±0.09	57.62±10.99
16	4.17±0.47	1.66±0.11	0.6028±0.09	0.6885±0.15	67.90± 7.68
Raw beef	3.17±0.49	3.36±0.08	0.8675±0.06	0.4376±0.05	127.44±16.99

Mean±S.D.

Table 8. Analysis of variance on textural characteristics of 16 samples.

Factor	Shear force		Hardness		Springiness		Cohesiveness		Chewiness	
	F-value	Signifi- cance	F-value	Signifi- cance	F-value	Signifi- cance	F-value	Signifi- cance	F-value	Signifi- cance
A. walnut	36.81	*	99.0	**	3.5		0.74		7.73	*
B. oil	5.15		46.5	**	7.75	*	0.1		7.13	*
C. salt	0.13		1.0		8.04	*	0.04		0.4	
D. onion	6.19	*	93.5	**	0.3		0.01		9.27	*
E. water	11.37	*	143.0	**	0.22		0.05		16.41	**
F. mixing time	3.78		3.5		0.64		0.29		0.29	
G. heating temp.	2.45		24.0	**	10.13	*	3.46		1.85	
H. heating time	0.48		1.5		1.75		0.07		0.36	
A×B walnut×oil	10.41	*	19.5	**	12.15	**	0.01		4.09	
B×E oil×water	4.37		24.0	**	14.67	**	13.95	**	8.54	*
E×F water×mixing time	5.44		0.005		0.87		0.22		0.39	
G×H heating temp. ×heating time	0.1		0.15		0.67		0.17		0.68	

\*significant at p&lt;0.05

\*\*significant at p&lt;0.01

전단력은 Warner-Bratzler 의 전단장치를 Instron 에 부착하여 인조육을 자를 때에 드는 최대 힘을 구하여 전단력으로 하였다(Table 2, 3, 4).

전단력과 텍스처의 측정은 각 시료에 대해 5회 반복하였다.

3) 保水性 (water holding capacity)

保水性 測定은 압착법에 의하였으며<sup>18-21)</sup> 각 시료에 대해 6회 반복하였다.

이상의 기계적인 測定 結果는 F test 에 의하여 통계 처리하고, 평균치간의 유의성을 검증하였다.

III. 結果 및 考察

L16 直交表에 의해 시료를 조제하고 色, 전단력, 텍스처 및 保水性을 측정한 결과를 통계처리하여 인조육의 품질특성에 영향을 주는 요인을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 色(color)

색차계를 사용하여 각 시료의 色을 측정한 결과는 Table 5와 같고 이를 분산 분석한 결과는 Table 6과 같다.

色에 있어서 호두의 첨가 여부는 L, a, b 값과 ΔE의 모든 항목에서 유의차를 나타내어 호두가 人造肉의 色에 가장 크게 영향을 미치는 要因으로 나타났으며, 食用油, 소금의 첨가 여부, 물의 첨가량 및 食用油의 첨가 여부, 물의 첨가량 및 食用油 量과의 상호작용은 L 과 b 값 및 ΔE에서, 양파의 첨가 여부는 a 값에서 유의적인 차이를 나타냈고, 가열온도는 L 값과 ΔE에서 가열시간은 b 값에서 유의적인 차이를 나타냈다.

2) 전단력과 텍스처

Instron 을 사용하여 각 시료의 전단력과 텍스처를 측정한 결과는 Table 7과 같고, 이를 분산분석한 결과는 Table 8과 같다.

전단력에 영향을 주는 要因은 호두와 양파의 첨가 여부, 물의 첨가량 및 호두와 食用油의 상호작용이었고 (p<0.05), 硬度에 영향을 주는 要因은 호두, 食用油, 양파의 첨가 여부, 물의 첨가량, 가열온도, 호두와 食用油 및 食用油와 물의 상호작용이었다(p<0.01). 탄력성은 食用油와 소금의 첨가 여부, 가열온도, 호두와 食用油 및 食用油와 물의 상호작용이 영향을 주었고, 응집성은 食用油와 물의 상호작용에서만 유의적인 차이를 나타냈다.

저작성은 물의 첨가량에 크게 영향을 받았고(p<0.01), 호두, 食用油, 양파의 첨가 여부, 食用油와 물과의 상호작용에도 영향을 받았다.

3) 保水性

保水性을 측정한 결과와 이를 분산 분석한 결과는 Table 9, 10과 같으며, 호두의 첨가량은 5% 수준, 물

Table 9. Water holding capacity of 16 samples.

Sample No.	Water holding capacity
1	12.19±4.17
2	17.10±5.34
3	13.57±2.69
4	13.56±4.61
5	27.68±5.76
6	22.46±2.47
7	19.22±2.56
8	28.10±2.62
9	10.02±1.83
10	7.02±0.84
11	28.18±3.44
12	10.38±2.11
13	19.60±0.90
14	26.98±3.99
15	16.52±3.44
16	13.64±2.20
Raw beef	74.04±1.37

Mean±S.D.

Table 10. Analysis of variance on the water holding capacity of 16 samples.

Factor	Water holding capacity	
	F-value	Significance
A. walnut	6.94	
B. oil	0.05	
C. salt	0.14	
D. onion	0.23	
E. water	16.07	
F. mixing times	0.06	
G. heating temp.	0.93	
H. heating time	0.02	
A×B walnut×oil	0.75	
B×E oil×water	3.28	
E×F water×mixing times	0.74	
G×H heating temp. ×heating time	0.43	

\*significant at p<0.05

\*\*significant at p<0.01

Table 11. Analysis of variance of 16 samples.

Factor	Color				Textual characteristics					Water holding capacity
	L	a	b	ΔE	Shear force	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	
A. walnut	**	**	**	**	*	**			*	*
B. oil	*		**	*		**	*		*	
C. salt	*		*	*			*			
D. onion		*			*	**			*	
E. water	*		**	**	*	**			**	**
F. mixing time										
G. heating temp.	**			**		**	*			
H. heating time.			*							
A×B walnut×oil					*	**	**			
B×E oil×water	*		**	*		**	**	**	*	
E×F water×mixing time										
G×H heating temp.× heating time										

\*significant at  $p < 0.05$ \*\*significant at  $p < 0.01$ 

의 첨가량은 1% 수준에서 유의차를 나타냈다.

이상의 분산분석 결과를 종합하여 보면 Table 11과 같이 主效果에서는 8가지 要因 중에서 반죽회수를 제외한 7가지 要因들이 각각 몇 가지 特性에서 유의적인 차이를 나타냈으며, 호두와 食用油 및 食用油와 물의 상호작용도 유의적인 차이를 나타내어 이러한 要因들이 人造肉의 品質特性에 影響을 미치는 要因으로 생각되었다.

#### IV. 要 約

밀단백분말을 주재료로 한 人造肉을 제조할때, 品質特性에 影響을 주는 要因을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 색에 影響을 주는 要因은 호두, 식용유, 소금, 양파, 물, 식용유와 물의 상호작용 및 가열온도와 가열시간이었다.

2. 전단력에는 호두, 양파, 물, 호두와 식용유의 상호작용이 影響을 주는 것으로 나타났다.

3. 경도, 탄력성, 응집성 및 저작성에는 호두, 식용유, 양파, 소금, 물, 호두와 식용유, 식용유와 물의 상호작용 및 가열온도가 影響을 주었다.

4. 보수성에는 호두와 물이 影響을 주는 요인이었다.

#### 參 考 文 獻

1) Robinson, R.F., What is the future of textured

protein products? Food Tech., 59~63, 1972.

2) Victor, Y and G.E. Inglett, Denaturation of Plant proteins related to functionality and food applications. J. Food. Sci., 39 : 218~225, 1974.

3) Shafer, M.A. and Zabik, M.E. Dieldrin, fat and moisture loss during the cooking of beef loaves containing textured soy protein. J. Food Sci., 40 : 1068, 1975.

4) Taranto, M.V., W.W. Meinke, C.M. Cater and K.F. Mattil. Parameters affecting production and character of extrusion textured defatted glandless cottonseed meal. J. Food Sci., 40 : 1264~1269, 1975.

5) Kellor, R.L. Defatted soy flour and grits. J. Am. Oil. Chem. Soc., 51 : 77~80, 1974.

6) Williams, C.W. and M.E. Zabik. Quality characteristics of soy-substituted ground beef, pork and turkey meat loaves. J. Food Sci., 40 : 502~505, 1975.

7) Cumming, D.B., D.W. Stanley and J.M. DeMan. Fate of water soluble soy protein during thermoplastic extrusion. J. Food Sci., 38 : 320~323, 1973.

8) Taranto, M.V., G.F. Cegla and K.C. Rhee. Morphological, ultrastructural and rheological evaluation of soy and cottonseed flours texturized by extrusion and nonextrusion processing. J. Food

- Sci., 43 : 973~979, 1978.
- 9) Aguilera, J.M. and F.V. Kosikowski. Soybean extruded product: A response surface analysis. *J. Food Sci.*, 41 : 647~651, 1976.
  - 10) Berardi, L.C., W.H. Martinez and C.J. Fernandez. Cottonseed protein isolates: Two step extraction procedure. *Food Tech.*, 23(1305) : 75~82, 1969.
  - 11) Cole, S.J. Simulated meats from soy protein. *Food Tech. in Australia.*, 388~396, 1973.
  - 12) Anderson, R.H. and K.D. Lind. Retention of water and fat in cooked patties of beef and of beef extended with textured vegetable protein. *Food Tech.*, 44~45, 1975.
  - 13) Nielson, L.M. and Carlin, A.F. Frozen, Precooked beef and beef soy loaves. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 65 : 35, 1974.
  - 14) Martin, R.E., R. Wiggins and J.V. Ziemba. Textured vegetable proteins come of age. *Food Eng.*, 5 : 80~82, 1971.
  - 15) 荒井綜一, 見沼圭二, 本間青一, 一島英活. 食品の貯藏と加工. 東京同文書院. 94~95, 1985.
  - 16) 磯部邦夫. 實驗計劃法入門(條件の決めち), (解析の手順), 日刊工業新聞社. 10~17.
  - 17) Friedman, H.H., Whitney, J.E. and Szczesniak, A.S. The texturometer-a new instrument for objective texture measurement. *J. Food Sci.*, 28 : 390, 1963.
  - 18) Briskey, E.J., Bray, R.W., Hoekstra, W.G., Phillips, P.H. and Grummer, R.H. The chemical and physical characteristics of various pork ham muscle classes. *J. Anim. Sci.*, 18 : 146, 1959a.
  - 19) Hamm, R. Biochemistry of meat hydration. *Food Res.*, 10 : 355, 1960.
  - 20) Quinn, J.R. and D. Paton. A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. *Cereal Chem.*, 56(1) : 38~40, 1979.
  - 21) Chen, J.Y., M. Piva and T.P. Labuza. Evaluation of water binding capacity of food fiber source. *J. Food Sci.*, 49 : 59~63, 1984.