

젤라틴화 된 모형식품의 조직특성

장규섭 · 이성구 · 장동일* · 윤한교
충남대학교 식품가공학과, *농기계학과

Textural Properties of Gelatinized Model Food system

Kyu-Seob Chang, Seong-Ku Lee, Dong-Il Chang* and Han-Kyo Yun

*Department of Food Technology, *Department of Agricultural Machinery Engineering, Chungnam National University, Taejeon*

Abstract

The gelatinized model food system were prepared by combining moisture, starch and protein, and the textural properties of their gels of different temperatures and times of heating were investigated by the use of Instron Universal Testing Machine. The hardness, springiness, cohesiveness, gumminess and chewiness of model foods had a high correlation with solid content and the regression equations between the hardness of model foods and moisture content heated for 20min. at 80°C were as follows; $H(PS_s) = 18.6405 - 3.8201M + 0.1959M^2$, $H(P_1S_1) = 244.7933 - 5.692M + 0.0332M^2$, $H(P,S) = 693.0292 - 16.6884M + 0.1005M^2$. The correlation coefficients were 0.996**, 0.998** and 0.998**, respectively. Total correlations between textural parameters and temperature and heating times were different according to model foods. The correlation between textural parameters was proportional to protein foods, but the hardness and cohesiveness of starch foods showed the relationship of inverse proportion. Under low solid content, the parameters of model foods appeared to decrease as protein content increased. Under high solid content, the parameters of protein foods were higher than those of starch foods above some level of protein content. The regression equation between the hardness and protein content heated for 20min. at 80°C was as follows; $Hardness(20\%) = 5.6858 - 13.5670P + 9.7758P^2$ and the correlation coefficient was 0.95**. Key words: texture, gel, model food

서 론

텍스처는 리이올로지 이론중 식품의 품질관리면에서 다루는 물성학⁽¹⁾으로서, “물체를 구성하는 각 요소들의 성질이 종합되어 생리적 감각에 작용하는 것”, 또는 “외부에서 가해지는 힘에 대한 걸모양, 느낌 및 저항성의 견지에서 식품이 가지는 구조적 요소의 표명”^(2,3)이라고 정의하고 있으며 그 특성은 일차적 요소로서 hardness, cohesiveness, springiness, viscosity 및 adhesiveness, 그리고 이차적인 요소로서 chewiness, gumminess 및 brittleness가 있다⁽⁴⁾.

생리적 요소와 물리적 요소를 담고 있는 texture의 각

특성치에 대한 관능검사와 기계적 측정치간의 상관관계를 60년대초 Szczesniak⁽⁵⁾이 보고한 이래로 Noble, Peleg, Lee 등⁽⁶⁻⁸⁾ 많은 학자들에 의해 연구 검토되었다. 관능검사 및 기호성과 상관관계가 큰 기계적 측정치는 간편하게 측정이 가능하기 때문에 품질관리에 효율적으로 이용될 수 있을 뿐 아니라 재현성과 객관성이 부여됨에 따라 이들에 관한 연구가 진행되고 있다.

식품과 유사하도록 만든 모형식품에 관한 연구로는 Lee 등⁽¹²⁾의 반응표면에 의한 조성치즈의 조직특성, Mizukoshi⁽¹³⁾의 제빵의 모델연구, Yang 등⁽¹⁴⁾의 대두단백첨가 mozzarella 유사치즈의 조직특성등이 있으나 식품의 주성분인 수분, 단백질 및 전분을 이용한 모형식품에 관한 연구는 장⁽¹⁵⁾의 열 특성에 관한 연구뿐이다.

본 실험에서는 수분, 단백질 및 전분으로 만든 모형식

Corresponding author: Kyu-Seob Chang, Department of Food Technology, Chungnam National University, 220, Kung-dong, Seo-gu, Taejeon 302-764

품의 기계적 특성치에 대한 가열온도, 시간 및 조성성분 간의 영향을 분석하였다.

분은 0:4에서 4:0까지 7개 수준으로 나누어 총 35종의 모형식품을 조성하였다.

재료 및 방법

재료

모형식품을 조제하는 재료로서 단백질은 D사에서 유지를 저온 추출하고 난 탈지 대두박을 Fig. 1과 같이 처리^(5,6)하여 얻었으며 전분은 B사의 감자전분을 구입하여 사용하였다.

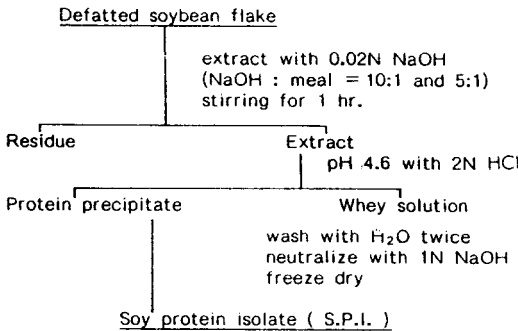


Fig. 1. Preparation of soyprotein isolate.

모형식품의 조성

분리대두단백, 감자전분 및 수분의 세 성분을 Table 1과 같이 조합하였다.

수분은 5%간격으로 70%에서 90%까지, 단백질과 전

조직특성의 측정

Gel의 조제: 시료를 깊이 35mm, 직경 45mm 되는 알루미늄 용기에 평량하고 증류수를 가하여 균일하게 혼합한 다음 항온조를 이용하여 가열온도 70°C, 80°C, 90°C에서 각 10분, 20분, 30분간 처리하였다. Gel화된 모형식품을 즉시 19°C의 유수에 옮겨 30분간 냉각시킨 다음 15mm의 육면체로 절단하였다.

측정기기 및 측정방법: 압착시험은 Universal Testing Machine, Model 1000(Instron Engineering Corp.)으로 하였으며 조건은 50kg compression load cell을 장치하여 cross head speed를 100mm/min, chart speed를 200mm/min 시료의 deformation은 80%까지 하여 two-bite compression을 행하였다⁽¹⁷⁾.

texture의 특성치는 Szczesniak⁽⁴⁾과 Bourne⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 구하였다.

결과분석: 4회 반복실험에서 구한 각 특성치의 처리는 HP3000, LISA 통계 package를 이용하여 분석하고 95%, 99%의 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

TPA curve의 분석

압착시험에서 얻어진 P₁S₁의 typical texture profile analysis(TPA) curve는 Fig. 2와 같다.

그림에서 보는 바와 같이 전분질 식품인 도토리묵의 실

Table 1. Formula of model foods

Food formula*	70	75	Water(%) 80	85	90
P ₀ S ₄	0.0:30.0	0.0:25.0	0.0:20.0	0.0:15.0	0.0:10.0
P ₁ S ₃	7.5:22.5	6.3:18.7	5.1:15.0	3.8:11.2	2.5: 7.5
P ₁ S ₂	10.0:20.0	8.3:16.7	6.6:13.4	5.0:10.0	3.4: 6.6
P ₁ S ₁	15.0:15.0	12.5:12.5	10.0:10.0	7.5: 7.5	5.0: 5.0
P ₂ S ₁	20.0:10.0	16.7: 8.3	13.4: 6.6	10.0: 5.0	6.6: 3.4
P ₃ S ₁	22.5: 7.5	18.7: 6.3	15.0: 5.0	11.2: 3.8	7.5: 2.5
P ₄ S ₀	30.0: 0.0	25.0: 0.0	20.0: 0.0	15.0: 0.0	10.0: 0.0

*: P and S denote protein isolate and starch, respectively, and number represent the ratio of their composition.

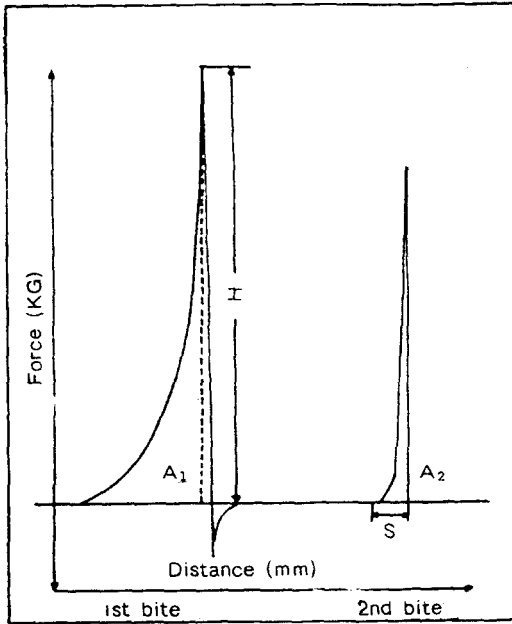


Fig. 2. Textural profile analysis curve of model food gel(H: hardness, S: springiness, A: area).

힘결과⁽¹⁹⁾와 같았고 고농도의 단백질 식품에서는 adhesiveness을 나타내지 않았다.

특성치의 상관성 분석

모형식품의 특성치와 변수인 가열온도, 시간 및 고형분 함량과의 상관분석을 하고 유의성 검정을 행한 결과 Table 2와 같다.

표에서 보는 바와 같이 모든 모형식품의 특성치와 고형분 함량과는 유의성이 인정되었으며 온도와는 P₀S₄의 hardness와 gumminess, P₁S₁의 springiness, cohesiveness에서 유의성이 인정되지 않았고 P₄S₀의 모든 특성치와 유의성이 인정되지 않았다. Foegeding⁽¹⁷⁾등은 meatbatters에서 온도와 cohesiveness 간에, 시간과 hardness 간을 제외한 특성치와 유의성이 인정되지 않았다고 보고한바, 식품에 따라, 또 특성치간의 영향이 다른 것으로 생각된다. Table 3은 특성치간의 상관관계를 분석한 것으로서 P₀S₄에서는 cohesiveness와 gumminess, chewiness 사이에서, P₁S₁에서는 hardness와 cohesiveness, cohesiveness와 gumminess 간에 유의성이 인정되지 않았다.

P₀S₄의 hardness와 cohesiveness는 반비례적인 관

Table 2. Correlation matrix among the source of variation and textural characteristics

Model food	Variance ^b	Textural characteristics ^a				
		Hard.	Spring.	Coh.	Gum.	Chew.
P ₀ S ₄	Temp.	-0.05	-0.65**	-0.68**	-0.09	0.20*
	Time	0.04	0.31**	0.16*	0.04	0.10
	Conc.	0.93**	0.22**	-0.19*	0.89**	0.85**
P ₁ S ₁	Temp.	0.20*	0.11	0.00	0.22**	0.21*
	Time	0.18*	0.30**	0.12	0.26**	0.28**
	Conc.	0.83**	0.17*	-0.34**	0.72**	0.67**
P ₄ S ₀	Temp.	0.11	-0.01	0.04	0.10	0.07
	Time	0.12	0.07	0.10	0.12	0.12
	Conc.	0.87**	0.94**	0.80**	0.82**	0.81**

*: Significant at the 0.05 level of probability

** : Significant at the 0.01 level of probability

a: Hardh=hardness, Spring=springiness, Cohe=cohesiveness, Gum=gumminess, Chew=chewiness

b: Temp=temperature, Conc=solid concentration

Table 3. Correlation matrix among the textural characteristics of model foods

Model food	Textural characteristics ^a				
	Hard.	Spring.	cohe.	Gum.	Chew.
P ₀ S ₄	Hard.	1			
	Spring.	0.21**	1		
	Coh.	-0.16*	0.65**	1	
	Gum.	0.96**	0.33**	0.02	1
	Chew.	0.92**	0.48**	0.08	0.97**
P ₁ S ₁	Hard.	1			
	Spring.	0.48**	1		
P ₁ S ₁	Coh.	-0.01	0.64**	1	
	Gum.	0.97**	0.56**	0.14	1
	Chew.	0.93**	0.63**	0.19*	0.98**
P ₄ S ₀	Hard.	1			
	Spring.	0.81**	1		
	Coh.	0.84**	0.83**	1	
	Gum.	0.98**	0.77**	0.88**	1
	Chew.	0.97**	0.77**	0.88**	0.99**

*: Significant at the 0.05 level of probability

** : Significant at the 0.01 level of probability

a: Hard=hardness, Spring=springiness, Cohe=cohesiveness, Gum=gumminess and Chew=chewiness

제를 갖고 있으며, hardness와 gumminess, chewiness의 상관관계가 높은 것으로 보아 hardness가 큰 영향을 미치고 있는 것으로 사료된다.

고형분 농도의 영향

고형분 농도는 모든 모형식품의 특성치와 유의성이 인정되며, hardness와 고형분 농도와의 관계를 Fig. 3에 나타내었다.

고형분 농도가 증가하면 hardness가 증가하는 경향을 보이며, 전분질 식품인 P_0S_4 의 경우 농도가 높아짐에 따라 증가하는 것은 Lorenz 등^(21,22)이 밝힌 바와 같이 수분 함량에 따른 호화와 swelling power에 기인한 것으로 생각된다. 또 단백질 식품인 P_4S_0 는 2차곡선적인 증가현상을 보이는데 이것은 가열시 고농도 단백질 식품에 있어서 물분자를 가교로한 수소결합, disulfide 결합, 비친수성결합등에 의한 고도의 matrix를 형성함에 따른 것^(10,11)으로 보며 P_1S_1 이 낮은 것은 Hirata 등⁽²²⁾이 보고한 바와 같이 단백질의 열응고에 의한 전분의 호화 팽윤이 억제되기 때문인 것으로 본다. Table 4는 수분함량에 대한 hardness의 회귀식을 나타낸 것으로 상관계수가 0.98**이상으로 높은 상관관계를 보였다. Fig. 4와 5는 고형분함량이 springiness와 cohesiveness에 미치는 영향을 본 것으로서 전분질 식품은 큰 변화가 없으나

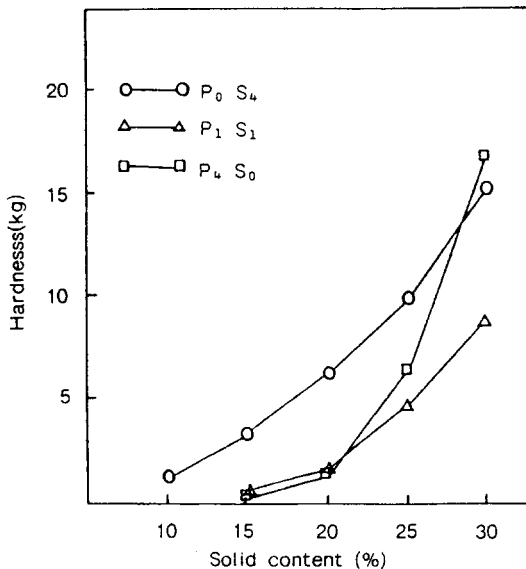


Fig. 3. Effect of solid content on the hardness of model foods heated for 20min. at 80°C.

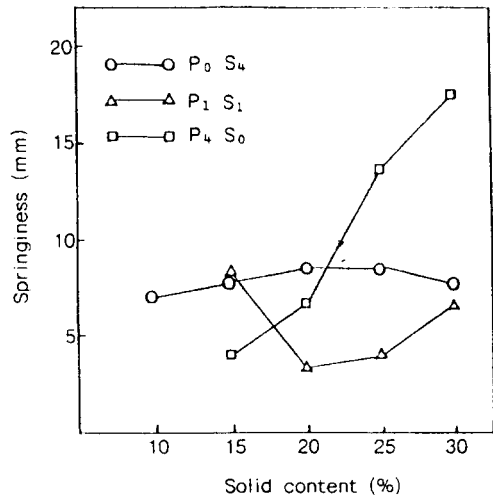


Fig. 4. Effect of solid content on the springiness of model foods heated for 20min. at 80°C.

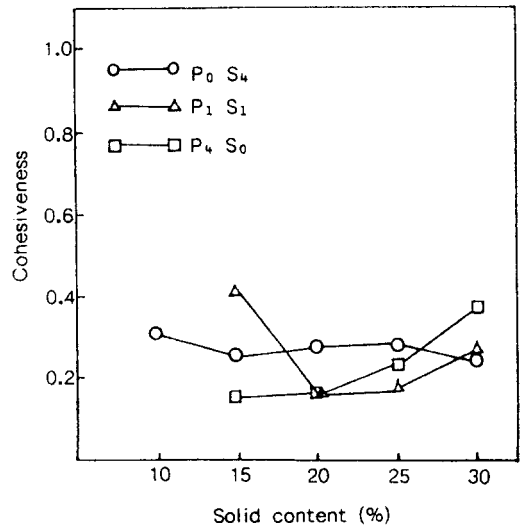


Fig. 5. Effect of solid content on the cohesiveness of model foods heated for 20min. at 80°C.

단백질 식품에 있어서는 급격한 증가현상을 보이고 있고 P_1S_1 의 경우 15%농도에서 높은 값을 보이는 것은 압착이완시 생기는 점착성 때문인 것으로 생각된다⁽¹⁷⁾.

가열온도와 가열시간의 영향

Fig. 6은 20%고형분을 함유한 모형식품의 hardness

Table 4. Regression coefficients of hardness on the moisture content of model foods heated for 20min. at 80°C

Model food	a	b	c	Correlation coefficient
P ₀ S ₄	186.4050	-3.8201	0.1959	0.996**
P ₁ S ₃	125.3214	-2.7612	0.0150	0.995**
P ₁ S ₂	213.4834	-4.9925	0.0293	0.987**
P ₁ S ₁	244.7933	-5.6922	0.0332	0.998**
P ₂ S ₁	422.3274	-10.0623	0.0598	0.998**
P ₃ S ₁	693.8543	-16.8599	0.1024	0.990**
P ₄ S ₀	693.0292	-16.6884	0.1005	0.998**

a, b and c are constants for the equation $y = a + bx + cx^2$, where, x is moisture content(%)

*: Significant at the 0.01 level of probability

에 대한 각 온도에서 가열시간의 영향을 나타낸 것으로 P₀S₄는 다른 모형식품보다 높은 값을 나타내며 70°C에서는 가열시간이 증가함에 따라 증가하였고 80°C에서는 평형, 90°C에서는 감소하는 경향을 보였다. 이것은 Kusaka⁽²³⁾가 amylogram을 통해 보고한 바와 유사한 경향을 나타냈다.

P₁S₁과 P₄S₀는 가열시간에 따라 증가하는 경향을 보이나 큰차이가 없었고 90°C, 30분 처리시 P₄S₀에서 감소하는 경향을 보이는데 이는 고온에서 gel의 continuity가 떨어진 것으로 생각된다.

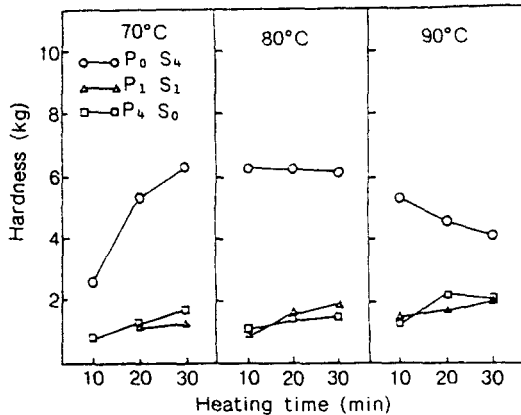


Fig. 6. Effect of heating time on the hardness of model foods at 70, 80, and 90°C(20% solid content).

단백질 및 전분의 영향

단백질함량과 hardness와의 관계를 Fig. 7에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 15% 및 20%의 저농도에서는 단백질함량이 증가할수록 감소하나 30%인 고농도에서 0.25 fraction 이상이 되면 증가하기 시작하여 단백질식품이 전분질 식품보다 높은 값을 나타냈다.

그림에 나타낸 곡선은 Table 5의 회귀식으로 부터 구한 것으로 상관계수는 0.85**에서 0.96**으로 높은 상관성을 보였다.

Hirata 등⁽²²⁾은 팔단백질과 전분혼합액의 가열시그리

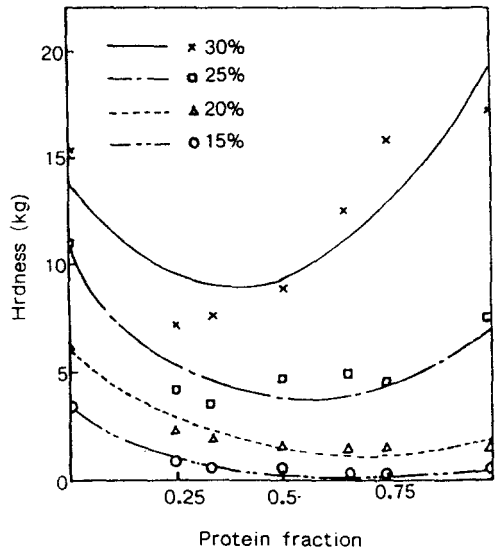


Fig. 7. Relation between hardness and protein fraction of model food heated for 20min. at 80°C.

Table 5. Regression coefficients of hardness on the protein content of model food heated for 20min. at 80°C

Solid content (%)	a	b	c	Correlation coefficient
15	2.9749	-8.4523	6.0010	0.96**
20	5.6858	-13.5670	9.7758	0.95**
25	9.0056	-18.9280	16.9446	0.87**
30	13.3287	-22.2686	28.2911	0.85**

a, b and c are constants for the equation $y = a + bx + cx^2$, where, x is protein fraction.

*: Significant at the 0.01 level of probability

고 並木⁽²⁴⁾은 감자전분과 난백혼합액의 가열시 같은 보고를 하였다. 이것은 가열응고 단백질에 전분입자가 포위되어 호화팽윤이 억제되거나 전분 호화에 필요한 수분을 단백질이 빼앗기 때문으로 생각된다. 그러나 고농도의 단백질은 고온에서 전분의 팽윤을 촉진 또는 전분입의 붕괴를 방지하므로 높은 값을 보이는 것으로 사료된다.

요 약

식품과 유사하도록 수분, 전분, 단백질을 조합하여 모형식품을 만들고 가열온도와 가열시간을 변화시켜 가며 만든 gel의 texture를 universal testing machine으로 측정, 비교 분석하였다. 모형식품의 hardness, springiness, cohesiveness, gumminess 및 chewiness는 모두 고형분 함량과 높은 상관관계를 보였으며 80°C, 20분 가열한 모형식품의 수분함량과 hardness에 대한 회귀식은 $H(P_0, S_0) = 18.6405 - 3.8201M + 0.1959M^2$, $H(P_1, S_1) = 244.7933 - 5.6922M + 0.0332M^2$, $H(P_2, S_2) = 693.0292 - 16.6884M + 0.01005M^2$ 이였으며 이때의 상관계수는 각각 0.996**, 0.998** 및 0.998**이였다. 조직특성치와 가열온도 및 시간과의 상관관계는 모형식품에 따라 달랐으며 단백질 식품에서는 유의성이 인정되지 않았고 특성치간의 상관관계는 비례적이나 전분질 식품의 hardness와 cohesiveness는 반비례적이였다. 저고형분 함량에서는 일정수준의 함량이 넘어서면서 부터 증가하기 시작하여 순단백질 젤이 전분 젤보다 높은 값을 나타냈다. 80°C, 20분간 가열한 모형식품의 hardness와 단백질 함량의 회귀식은 $Hardness(고형분 20\%) = 5.6858 - 13.5670P + 9.7758P^2$ 이며 이때의 상관계수는 0.95**였다.

사 의

본 연구는 한국과학재단의 1985년도 연구조성비에 의해 수행된 일부이며, 이 자리를 빌어 감사드립니다.

문 헌

1. 이철호 : Food Texture 연구에 관한 최근 동향, 한국식품과학회지, 11(4), 314(1979)
2. Szczesniak, A.S. : Classification of mouthfeel Characteristics of beverages, In *Food Texture and Rheology*, Academic Press, New York, p.1(1979)
3. C.M. Christensen : *Food texture perception, Advances in food research*, Academic Press, New York, Vol. 29, p.162(1984)
4. Szczesniak, A.S. : Classification of textural characteristic. *J. Food Sci.*, 28, 385(1963)
5. Szczesniak, A.S. : Brandt, M. and Skinner, E.Z. : Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *J. Food Sci.*, 28, 397(1963)
6. A.C. Noble : Instrumental analysis of the Sensory properties of food. *Food Technol.*, 56(1975)
7. Peleg, M. : The semantics of rheology and texture, *Food Technol.*, 54(1983)
8. Lee, C.H., Imoto, E.M. and Rha, C.K. : Evaluation of Cheese texture. *J. Food Sci.*, 43(5), 1600(1978)
9. J.G. Brennon, R. Jowitt, and O.A. Mughsi : Some experiences with the general foods texturometer, *J. Texture studies*, 1, 164(1970)
10. M. Miura and F. Yamauchi : Rheological behavior of soybean protein-lipid-water gel, from a small distortion to rupture. *Agric. Biol. Chem.*, 48(10), 2449(1984)
11. S. Utsumi and J.E. Kinsella : Forces involved in soyprotein gelation, *J. Food Sci.*, 50, 1278(1985)
12. 이철호, 손혜숙 : 반응표면 분석에 의한 Imitation Chesse의 조직감 형성, 한국식품과학회지, 17(5), 361(1985)
13. M. Muzukoshi : Model studies of cake baking. *Cereal chem.*, 62(4), 242(1985)
14. C.S.T. Yang and M.V. Taranto : Textural properties of Mozzarella Cheese analogs manufactured from Soybeans. *J. Food Sci.*, 47, 904(1982)
15. 장규섭, 전재근, 윤한교 : 모형식품의 열전도도에 관한 연구, 한국식품과학회지, 17(6), 409(1985)
16. 변시명, 김철진 : 탈지대두박에서 추출한 분리대두 단백질 식품학적 성질, 한국식품과학회지, 9(2), 123(1977)
17. C. Patana-Anake and E.A. Foegeding : Rheological and stability transitions in meat batters containing Soyprotein concentrate and vital wheat. *J. Food Sci.*, 50, 160(1985)
18. M.C. Bourne : Texture profile analysis, *Food Technol.*, 32(7), 62(1978)
19. 김영아, 이혜수 : 도토리묵의 물리적 특성, 한국식품과학회지, 17(5), 345(1985)

20. K. Kuip and K. Lorenz : Heat-moisture treatment of starchs, L. Physiochemical properties, *Cereal Chem.* **58**(1), 46(1981)
21. T. Ogawa, S. Abe and M. Kugimiya : Gelatinization of starch in dried Azuki Ann granules. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **30**(6), 323(1983)
22. T. Hirata and M. Kugimiya : Effect of Azuki bean protein on gelatinization of Azuki bean starch. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, **32**(1), 35(1985)
23. T. Kusaka : *New Food Industry*, Vol. 19, p.33(1977)
24. 並木滿夫, 松下電郎 : 食品成分間 相互作用, 講談社, 東京 (1980)

(1988년 1월 27일 접수)