

생강젤리의 텍스처 특성

김용국 · 김석신* · 장규섭**

삼원 식품 주식회사, *카톨릭대학교 식품영양학과, **충남대학교 식품공학과

Textural Properties of Ginger Jelly

Yong-kuk Kim, Suk-Shin Kim* and Kyu-Seob Chang**

Sam Won Co., Ltd.

*Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea

**Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

Abstract

A central composit design involving water(X_1 , 30~150 g), sucrose(X_2 , 30~150 g), glucose syrup(X_3 , 24~120 g) and agar contents(X_4 , 1~5 g) was used to investigate textural properties of ginger jelly in this experiment. Four independent factors(X_1, X_2, X_3, X_4) were chosen for their effects on the various responses. The function of the responses was expressed as $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{44} X_4^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{14} X_1 X_4 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{24} X_2 X_4 + \beta_{34} X_3 X_4$, in terms of a multiple regression analysis to measure the linear, quadratic and interaction effects between factors and the results are summarized as follow: Hardness of ginger jelly was the most significantly affected by agar content and its regression coefficient(β_4) was 26.29×10^{-2} at the level of (α)=0.001. Cohesiveness of ginger jelly was affected in the order of water, agar and glucose syrup, and significantly increased with increasing those factors at the level of (α)=0.005. Adhesiveness of ginger jelly was high correlation with the interaction of sucrose and glucose syrup. Optimum response conditions of springiness of ginger jelly were 607(X_1), -0.167(X_2), 0.526(X_3), 0.519(X_4), respectively. While, Springiness of ginger jelly decreased beyond stationary point. The optimum combination for springiness was 71.79 g of water, 84.99 g of sucrose, 84.62 g of glucose syrup and 3.52 g of agar. Gumminess of ginger jelly was the most affected by agar and its regression coefficient(β_4) was 90.88×10^{-3} . That of ginger jelly was also most significantly affected by the interaction of water and sucrose at the level of (α)=0.1.

Key words: textural properties, ginger jelly

서 론

열대 아시아가 원산인 생강(*Zingiber officinale* Roscoe)은 생강과에 속하는 다년생(多年生)초본 식물로, 김정숙 등(1991)과 신애자(1990)는 우리나라에서는 김치, 젓갈, 과자류 등에 향신료로 첨가되는 등의 용도가 증가하는 추세에 있다고 보고하였다. 근래에 이르러는 소비자의 기호성이 변화됨에 따라 조직감에 의한 제품의 품질관리 제조공정의 개선 및 새로

운 제품의 개발을 위하여 많은 과학자들이 식품의 물성학적 측면에 중점을 두어 식품평가의 하나로써 식품의 texture에 관심을 가지게 되었다. 그러므로 본 연구에서는 현재 우리가 생강을 이용하고 있는 국한된 조리법에서 벗어나 서양에서 후식이나 간식으로 먹고 있는 jelly의 조리법을 접목하여 우리 입맛에 맞는 새로운 식품의 연구를 시도하고자 생강 추출액을 이용한 생강젤리를 제조하였다. 젤리의 일반적인 제조공정은 당류와 겔화제를 혼합하여 농축 성형하여 굳힌 후 건조하여 제조하는데 사용되는 겔화제에 따라 펙틴젤리, 한천젤리, 젤라틴젤리, 전분젤리 등으로 구분되어 진다(이태휘 등 1991). 젤리에 관한 연구로는 이형옥 등(1986)의 인삼젤리의 건조성에 미치는 각 성분의 영

Corresponding author: Kyu-seob Chang, Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

향에 대한 연구와 Kim (1989)의 오미자 추출액을 이용한 젤리 제조에 관한 연구 등이 있으며 Freedman *et al.* (1984)은 젤리의 색에 대한 ascorbic acid의 효과에 대해 보고 하였다. 본 연구에서는 생강의 고미와 어울릴 수 있으며 우수한 조직감을 제품에 줄 수 있는 겔 형성제로서 펙틴대신 한천을 이용하여 젤리를 제조하였다. 각 구성성분이 견고성, 응집성, 부착성, 탄력성, 및 겹성에 대하여 미치는 영향을 다중회귀 분석을 통하여 알아봄과 동시에 각 원료들간의 교호작용을 등고선그림과 삼차원 그래프를 통하여 관찰해 봄으로서 생강젤리의 텍스처 형성을 위한 기초자료로서 사용코자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

생강은 1997년 가을에 수확한 것을 대전 농수산물 시장에서 구입하여 비교적 상태가 양호한 것을 선별하여 흙, 먼지 등을 세척하고 표면에 물을 제거한 후 녹즙기를 이용하여 착즙하여 시료로 사용하였으며, agar는 시약용 1급 정제분말 (덕산화학)을 사용하였고 sucrose는 시판용 고운정제품(제일제당)을 사용하였으며, glucose syrup은 시판용 맥아물엿(오뚜기 식품)을 사용하였다.

젤리제조

이태휘 등(1991)의 젤리제조 방법을 변형하여 일정 용기에 물과 한천을 넣고 가열하여 한천을 녹인 후 sucrose를 넣어 함께 녹인다. 이 용액에 glucose syrup을 가하여 일정온도의 hot plate에서 약 10분간 농축시킨 다음 별도로 용해시킨 gum arabic과 생강 추출물을 첨가한 다음 잘 교반하여 일정크기의 틀(mold)에 성형한 후 상온에서 하루밤 냉각하였다. 냉각된 제품을 일정크기(3×3×3 cm)로 절단한 후 cabinet dry oven에서 30°C, 8시간 건조하여 수분함량 %의 생강젤리를 시료로 사용하였다.

기계적 물성 측정

생강젤리에 대한 기계적 물성 측정은 Universal Testing machine, Model 1000(Instron Engineering Co. Canton, USA)을 이용하여 측정하였다. 사용조건은 Table 1과 같다. Instron을 사용하여 얻은 곡선으로 TPA curve를 이용하여 각기의 조직감을 측정하였다. Table 2는 젤리의 배합 성분 중 물성에 큰 영향을 미치는 것(Freedman, 1984; Ziegler, 1987)으로 알려진 sucrose,

Table 1. Operating conditions of Instron used in the determination of the TPA curve of ginger jelly

Chart speed	100 mm/min
Cross head speed	100 mm/min
Deformation	80%
Plunger diameter	9 mm
Load cell	5 kgf
Sample height	3 cm

Table 2. Variable and their levels for central composite design of ginger jelly

Variable	Symbol	Coded-variables				
		-2	-1	0	1	2
Water (g)	X ₁	30	60	90	120	150
Sucrose (g)	X ₂	30	60	90	120	150
Glucose syrup (g)	X ₃	24	48	72	96	120
Agar (g)	X ₄	1	2	3	4	5
Gum arabic						
-33% soluton (g)	·	5	5	5	5	5
Extract (g)	·	10	10	10	10	10

glucose syrup, agar와 물을 독립변수로 하여 5수준으로 하였으며 중심점을 기본 배합비로 하였다. Table 3은 5수준 4요인으로 하는 중심합성 실험계획법(central composite design, Kim, 1995)에 의하여 30개의 실험

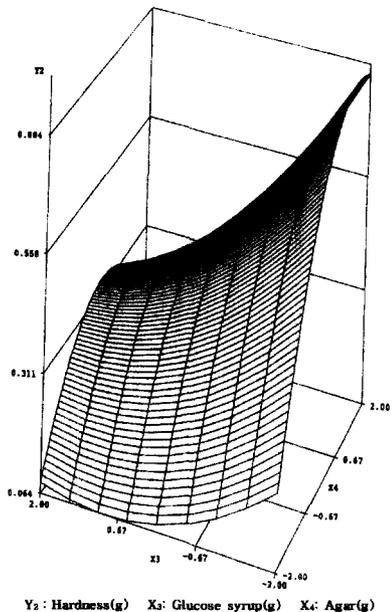


Fig. 1. Response surface of X₃X₄(glucose syrup×agar) for hardness of ginger jelly.

Table 3. Experimental combinations and data under various conditions of water(X_1), sucrose(X_2), glucose syrup(X_3), agar(X_4) and their responses

Treatments	Variable level ¹⁾				Responses ²⁾				
	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
1	-1	-1	-1	1	1.550	0.294	0.20	14.00	0.492
2	-1	-1	1	-1	0.900	0.261	1.75	17.50	0.235
3	-1	1	-1	-1	0.680	0.229	2.20	16.50	0.156
4	-1	1	1	1	0.825	0.300	1.90	12.00	0.248
5	1	-1	-1	-1	0.555	0.197	0.10	13.50	0.109
6	1	-1	1	1	1.320	0.233	0.60	13.50	0.355
7	1	1	-1	1	1.230	0.234	0.60	13.00	0.334
8	1	1	1	-1	0.700	0.226	1.25	13.25	0.159
9	0	0	0	0	1.125	0.250	0.20	16.25	0.201
10	0	0	0	0	1.090	0.253	2.00	16.25	0.276
11	-1	-1	-1	-1	0.760	0.267	0.20	13.00	0.203
12	-1	-1	1	1	1.375	0.319	2.25	17.00	0.439
13	-1	1	-1	1	0.895	0.331	3.10	15.00	0.290
14	-1	1	1	-1	0.505	0.299	1.20	16.25	0.145
15	1	-1	-1	1	1.265	0.206	0.75	12.75	0.286
16	1	-1	1	-1	0.700	0.234	0.30	11.00	0.164
17	1	1	-1	-1	0.660	0.166	1.00	12.75	0.104
18	1	1	1	1	1.090	0.265	0.10	15.00	0.288
19	0	0	0	0	1.045	0.295	1.00	16.25	0.309
20	0	0	0	0	1.060	0.241	1.95	17.00	0.257
21	2	0	0	0	1.110	0.250	0.05	12.50	0.326
22	-2	0	0	0	0.285	0.337	3.85	15.00	0.095
23	0	2	0	0	0.845	0.209	1.45	15.50	0.228
24	0	-2	0	0	0.735	0.294	0.10	11.75	0.216
25	0	0	2	0	0.925	0.264	1.10	15.50	0.244
26	0	0	-2	0	1.290	0.214	0.00	11.00	0.270
27	0	0	0	2	1.380	0.273	1.50	18.75	0.404
28	0	0	0	-2	0.270	0.155	1.10	12.00	0.042
29	0	0	0	0	1.145	0.267	1.95	16.00	0.306
30	0	0	0	0	1.060	0.276	1.50	16.50	0.291

¹⁾Coded variables.

²⁾ Y_1 =Hardness, Y_2 =Cohesiveness, Y_3 =Adhesiveness, Y_4 =Springiness, Y_5 =Gumminess.

처리구와 그것에 따른 반응변수를 나타내었으며 각 반응변수(Y)에 대한 모델식은 다음과 같다.

결과 및 고찰

텍스처 측정

각 처리구에 따른 생강젤리의 텍스처 특성은 Table 3와 같다.

다중회귀 및 반응표면 분석

견고성(Hardness)

Table 4는 생강젤리의 견고성에 대하여 분산 분석한 결과로 F검정의 기각치는 0.5% 수준에서 F값이 6.105로서 F분산표에서 얻은 4.07보다 크므로 회귀변동에 유의하였으며 가정된 회귀방정식이 유의함을 알 수 있었고 결정계수(R^2)도 0.851로 높은 정확도를 나타내었다. 견고성에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타난 계수 $\beta(4)$ 인 agar에 대한 glucose syrup과의 교호작용을 살펴보면 Fig. 1과 같이 glucose syrup의 수준이 작고 agar수준이 증가할수록 견고성이 증가함을 알 수 있었

Table 4. Analysis of variance in Hardness of ginger jelly

Source	Sum of squares	DF	Mean square	F
Regression	2.533	14	1.809×10^{-1}	6.105 ¹⁾
Residual	0.445	15	2.964×10^{-2}	
Total	2.978	29		

¹⁾Significant at level of 0.5%.

Coefficient of determinant=0.851.

Table 5. Estimated regression coefficients and T-value for cohesiveness of ginger jelly

Coefficients	Estimated value ($\times 10^{-3}$)	T-Values	Effects
$\beta(0)$	263.67	26.21 ³⁾	Center point
$\beta(1)$	29.71	-5.91 ³⁾	Liner effects
$\beta(2)$	-5.46	-1.09	
$\beta(3)$	13.04	2.59 ²⁾	
$\beta(4)$	22.46	4.47 ³⁾	
$\beta(11)$	8.18	1.73 ¹⁾	Quadratic effects
$\beta(22)$	-2.32	-0.49	
$\beta(33)$	-5.45	-1.16	
$\beta(44)$	-11.69	-2.49 ²⁾	
$\beta(12)$	0.19	0.03	Interactions
$\beta(13)$	6.06	0.98	
$\beta(14)$	-4.56	-0.74	
$\beta(23)$	2.94	0.48	
$\beta(24)$	7.31	1.19	
$\beta(34)$	-6.81	-1.11	

¹⁾Significant at level of 10%.

²⁾Significant at level of 5%.

³⁾Significant at level of 0.1%.

으며 sucrose와 agar의 교호작용에 있어서는 agar가 견고성에 거의 독립적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

응집성(Cohesiveness)

Table 5에서 나타낸 바와 같이 중심점과 1차적인 요소인 수분과 agar에서 0.1%이내로 가장 큰 유의수준을 나타내었고, glucose syrup과 agar에 있어서도 5%의 큰 유의성을 나타내었다. Table 5에서 응집성에 유의한 영향을 미쳤던 수분과 agar의 3차원그래프를 도시해 보면 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 수분의 수준이 작고 agar수준이 클수록 응집성이 커서 견고성과 비슷한 경향을 보여주고 있다. Sucrose와 agar의 교호작용을 살펴보면 agar의 중심점 부근에서 대체로 큰 응집성을 나타내었다.

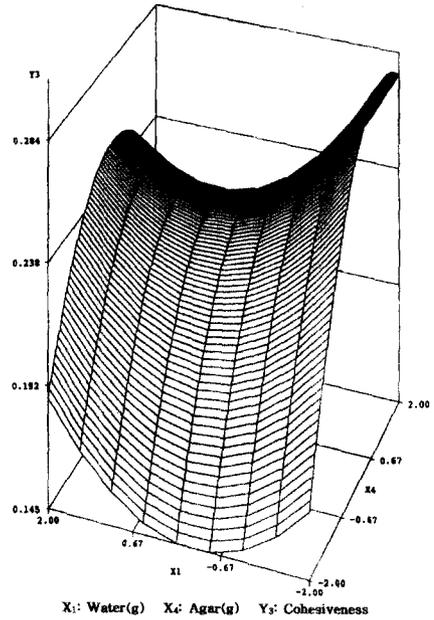


Fig. 2. Response surface of X_1X_4 (water×agar) for cohesiveness of ginger jelly.

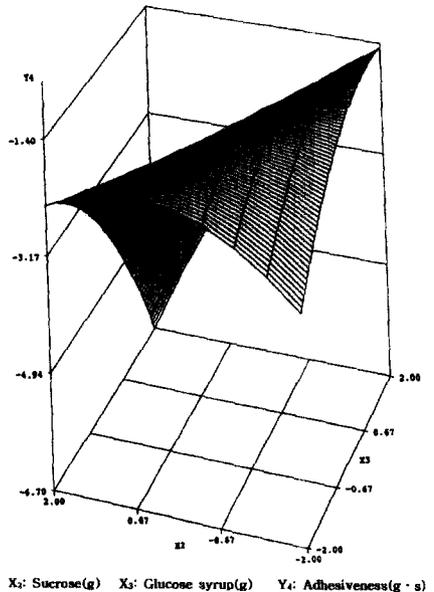


Fig. 3. Response surface of X_2X_3 (sucrose×glucose syrup) for adhesiveness of ginger jelly.

부착성(Adhesiveness)

Fig. 3에서 sucrose와 glucose syrup에서의 상호작용을 보면 glucose syrup의 수준이 작고 sucrose의 수준이 높을 때보다 glucose syrup의 수준이 높고 sucrose

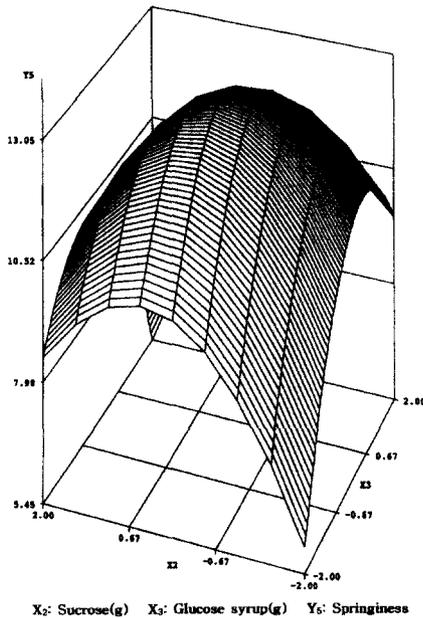


Fig. 4. Response surface of X_2X_3 (sucrose×glucose syrup) for springiness of ginger jelly.

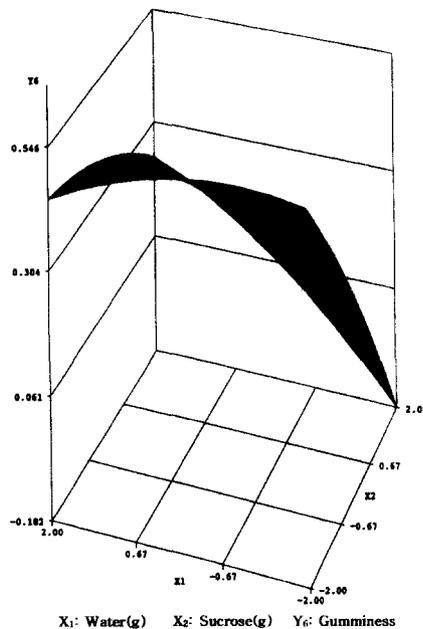


Fig. 5. Response surface of X_1X_2 (water×sucrose) for gumminess of ginger jelly.

의 수준이 작을 때 부착성이 더 증가하는 것을 나타내었으며, 이 두인자 모두를 작게 하거나 크게 할수록 부착성은 감소함을 알 수 있었다. 수분과 glucose

Table 6. Analysis of variance in gumminess of ginger jelly

Source	Sum of squares ($\times 10^{-3}$)	DF	Mean square ($\times 10^{-3}$)	F
Regression	24.38	14	17.41	4.199 ¹⁾
Residual	6.24	15	4.16	
Total	30.61	29		

¹⁾Significant at level of 0.5%
Coefficient of determinant= 0.796

syrup과의 교호작용에 있어서는 수분의 수준이 작아질수록 부착성이 증가하는 경향을 보여 주었다.

탄력성(Springiness)

Fig. 4는 탄력성에 대해 sucrose와 glucose syrup과의 교호작용을 3차원 그래프로 나타낸 것으로 정상점이 중심점 부근에 있음을 알 수 있다. 반응표면 분석에 의하면 각 영향인자의 정상점(Stationary point)은 X_1 은 -0.607, X_2 는 -0.167, X_3 는 0.526, X_4 는 0.519이며, 이때의 종속값인 탄력성은 16.899이었다. 이 정상점으로부터 water 71.79 g, sucrose 84.99 g, glucose syrup 84.62 g, agar 3.52 g 일 때 최고의 탄력성을 나타내는 배합 조건임을 알 수 있었다.

겉성(Gumminess)

Table 6에서는 겉성에 대한 분산분석을 한 결과로서 F값이 4.199로 0.5%수준에서 F분산표의 4.07보다 크므로 이 회귀식이 매우 유의함을 알 수 있었다. 이때 회귀방정식의 정확도를 측정된 결과 결정계수(R^2)값이 0.796으로 크기 때문에 높은 신뢰도를 얻고 있었다. Fig. 5를 보면 sucrose 수준이 작았을 때 수분의 수준과 관계없이 대체로 겉성이 큰 것으로 나타났으며 sucrose와 agar와의 상호작용을 보면 서로의 수준이 클수록 대체로 높은 겉성을 가지고 있음을 알 수 있었다.

요 약

생강젤리의 텍스처를 알아보기 위하여 water(X_1 , 30~150 g), sucrose(X_2 , 30~150 g), glucose syrup(X_3 , 24~120 g), agar(X_4 , 1~5 g)를 독립변수로 설정하였다. 선정된 독립인자(X_1, X_2, X_3, X_4)의 반응표면에 대한 영향을 분석하고 다중회귀모형식을 $Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_{11}X_1^2 + \beta_{22}X_2^2 + \beta_{33}X_3^2 + \beta_{44}X_4^2 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{14}X_1X_4 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_{24}X_2X_4 + \beta_{34}X_3X_4$ 로 하여 liner, quadratic 및 interaction effects를 관찰하여 텍스처에 대한 결과는 다음과 같다. 견고성(hardness)에 가장 큰 영향

을 미치는 것은 agar로 회귀계수는 $\beta(4)$ 26.29×10^{-2} 였으며 중심점에서 0.001(99.9%)수준으로 유의였다. 응집성(cohesiveness)에 영향을 미치는 인자는 수분, agar, glucose syrup 순서로 영향을 미쳤으며 이러한 인자들이 증가할수록 응집성이 증가함을 알 수 있었다. 또한 F검정에서도 F값은 5.489로 0.995(0.5%)에서 유의성이 인정되었으며 이때 결정계수(R_2)값은 0.841이었다. 부착성(adhesiveness)에서는 sucrose와 glucose syrup의 교호작용에서 높은 상관관계를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 탄력성(springiness)의 최적반응 조건인 정상점(Stationary point)은 $-0.607(X_1)$, $-0.167(X_2)$, $0.526(X_3)$, $0.519(X_4)$ 로 분석되었으며 이 정상점을 벗어나면 탄력성이 감소함을 알 수 있었고, 이때의 배합조건은 water 71.79 g, sucrose 84.99 g, glucose syrup 84.62 g, agar 3.52 g이었다. 검성(gumminess)에서는 agar가 가장 큰 영향을 미쳤으며 이때 회귀계수는 $\beta(4)$ 90.88×10^{-3} 이었으며 수분과 sucrose의 교호작용이 검성에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 10%이내에서 유의성을 가지고 있음을 알 수 있었다.

문 헌

- 강규찬, 박재한, 백상봉, 진홍승, 이규순. 1992. 반응표면방법에 의한 오미자음료제조의 최적화. 한국식품과학회지 **24**(1): 74-81
- 김명환. 1990. 열풍건조 전 감자의 삼투압농축시 물질이동과 공정의 최적화. 한국식품과학회지 **22**(5): 497-502
- 김정숙, 고부석, 김영희, 김명근, 홍재식. 1991. 한국산 생강의 휘발성 향기성분. 한국식품과학회지 **23**(2): 141-149
- 김동원, 김우정. 1994. 비압착 SPI 두부의 제조를 위한 가열 및 수분, 기름, 텍스트린 첨가의 최적화. 한국식품과학회지 **26**(1): 37-43
- 이철호, 박상희. 1982. 한국인의 조직감 표현용어에 관한 연구. 한국식품과학회지 **14**(1): 21-29
- 이철호, 손혜숙. 1985. 반응표면분석에 의한 imitation cheese의 조직감 형성. 한국식품과학회지 **17**(5): 361-370
- 이형욱, 성현순, 서기봉. 1986. 반응표면 시험계획법에 의한 인삼젤리의 건조성에 미치는 각 성분의 영향. 한국식품과학회지 **18**(4): 259-263
- 이태휘, 이윤형, 유명식, 이규순. 1991. 젤리의 기계적 및 관능적 물성. 한국식품과학회지. **23**(3): 336-340
- 신애자. 1990. 열분석에 의한 생강엑기스의 품질평가. 한국식품과학회지 **22**(3): 229-233
- Freedman, L. and F.J. Francis. 1984. Effect of ascorbic acid on color of jellies. *Journal of Food Science* **49**(4): 1212-1213
- Ismail Y.S. 1991. Optimization of extraction of peanut proteins with water by response surface methodology. *Journal of Food Science* **56**(6): 1660-1663
- Kim, Y.H. 1995. Optimizing process for the carotenes in the carrot by supercritical fluid extraction. Ph.D. Thesis, Chungnam National University, Korea
- Kim J.E. 1989. A study on making jelly with omija extract. M.S. Thesis, Sook Myung Women's University, Seoul, Korea. pp1-30
- Kim M.H. and B.Y. Kim. 1990. Development of optimum processing conditions in air dried garlics using response surface methodology. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **19**(3): 234-238
- Mudahar. G.S., R.T. Toledo., J.D. Foloros and J.J. Jen. 1989. Optimization of carrot dehydration process using response surface methodology. *Journal of Food Science* **54**(3): 714-719