KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 22, No. 3, 363~368 (1990)

한국산 콩품종의 두부 가공적성에 관한 연구

이부용 · 김동만 · 김길환
한국식품개발연구원

Studies on the Processing Aptitude of the Korean Soybean Cultivars for Soybean Curd

Boo-Yong Lee, Dong-Man Kim and Kil-Hwan Kim
Korea Food Research Institute

Abstract

As a work on the investigation of the processing aptitude of the Korean soybean cultivars, the soybean curd was made from 19 Korean soybean cultivars on a laboratory scale. The yield, proximate composition and rheological and organoleptic property of the resultant soygean curd were analyzed. The yields of soybean curd were ranged from 262.33% to 311.63%, being positively correlated with the soluble protein contents of the recommended soybean cultivars (r = 0.9621). The recovery rate of protein in Baekun and Yeunha to the soybean curd was 72.94%, 70.62%, respectively. More than 80% of lipid in soybeans of Yeunha, Dankyung, Danyeob was transferred to the soybean curd. Lightness of the soybean curd made from Baekun, Kwanggyo, Saeal, Hill was higher than that of the others. The mechanical hardness of the soybean curd was strongly correlated with the final moisture content of the soybean curd (r = −0.8312), but not with the protein content of the soybean (r = 0.1848). In the organoleptic test for color, texture, flavor and overall preference of the resultant soybean curd, the quality of Dankyung, Namcheon, S-138, Baekun was evaluated highly.

Key words: processing aptitude, Korean soybean cultivars, soybean crud

서 론

우리의 전통식단과 맛의 조화를 잘 이루는 두부는 영양학적으로 체내의 신진대사와 성장발육에 없어서는 안될 필수아미노산과 필수지방산, 그리고 치아나 골격형성의 기본 물질인 칼슘이 풍부하게 들어있고, 그 소화율이 95%나 되는 아주 우수한 식품이다[1]. 두부는 콩에 함유된 수용성단백질을 추출, 응고시켜 성형한 것으로서, 두부의 수득률 및 품질은 콩의 화학적 성분조성과 밀접한 관계가 있으며, 이들의 조성은 품종에 따라 현저한 차이를 나타내고 있다. 단백질 성분만을 볼 때 콩은 중량의 약 40% 정도가 단백질로 이루어져 있으며, 그 중 약 30%가 수용성인 글로부린으로 되어 있다. 김 등[2]의 연구에서보면 콩의 가용성 단백질 함량은 콩건물 중 평균 33.3%이나, 실제로 그 범위는 대단히 넓어서 27~37%나 된다고 한다. 박 등[3]은 대두의 수침시간을 5, 10, 24시간으로 증가시킴에 따라 두유나 두부의 Disc-gel 전기영동상의 단백질 band수는 증가하였고, 두유속의 11S 분획들이 주로 두부로 이행된다고 하였으며, Saio 등[4,5]은 콩의 11S 분획으로 만들어진 겔이 7S 분획으로 만들어진 겔보다 더 견고하고 탄력이 있다고 보고하면서, 위의 두 분획은 두부와 같은 콩가공식품의 기능적 특성을 결정하는데 큰 영향을 미친다고 하였다. 윤 등[6]은 두부 수득률 증가를 위한 두유의 최적 가열조건을 온도 및 가열시간별로 조사한 결과에서 대체로 100℃에서 10분간 가열하였을 때 수득률이 가장 높았다고 하였다. Wang 등[7]은 콩품종에 따른 두부의 수득률과 품질을 조사하기 위하여 각각 5가지 품종의 미국산 대두와 일본산 대두로 두부를 제조한 결과 원료콩의 단백질 함량이 높을 수록 두부의 단백질 함량은 증가하고, 가공과정 중 콩으로부터 단백질 추출률이 증가할 수록 두부 수득률도 증가한다고 하였다.

한편, 콩의 국내 총소비량은 1987년 8월 현재 약 120여만톤[8]으로 사료용이 큰 비중을 차지하였고 이 중 36

Corresponding author: Kil-Hwan Kim, Department of Food Sci. & Technol. Lab., Korean Food Research Institute, 39-1, Haweolgokdong, Seongbukgu, Seoul, 136-791, Korea

만여톤이 식용 및 가공 원료로 이용되었는데 국내의 콩 생산량은 20여만톤으로 생산기반이 매우 허약한 실정에 있다. 이에 따라 국내의 콩 육종에 관련된 연구기관 등에서는 콩자급률 향상을 위해 수확량이 높은 품종 육종에 관한 연구를 진행하고 있지만, 신품종을 육종키 위해서는 수확량 이외에도 식품가공 적성이 고려되어야 하는데 기존 국산콩 품종의 가공적성에 관련 자료는 매우 미흡한 실정에 있다. 이에 본 연구는 국산콩의 효율적 활용 및 신품종 육종을 위한 기초자료를 제공하고자 현재 국내에서 생산이 장려되고 이는 백운 외 18품종의 콩으로 두부를 제조하고 수득률과 성분분석 등의 이화학적 특성조사 및 색깔 및 조직감 등의 관능검사를 통하여 두부 가공적성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 콩은 1988년에 수확한 백운 외 18품종으로 농촌진흥청으로부터 공급받았으며, 두부 응고제는 특급의 $CaSO_4$ $1/2H_2O$(Junsei Chemicals, Japan)를 사용하였다.

원료콩 및 두부의 일반성분 분석

원료콩 및 제조된 두부의 수분, 조단백질(질소환산계수 : 6.25), 조지방, 회분함량은 A.O.A.C. 방법[9]에 따라 분석하여 건물 중으로 나타내었다.

단백질의 분획 및 정량

에틸 에테르로 탈지하여 상온에서 건조시킨 탈지 대두분 일정량에 pH를 7.5로 조절한 증류수를 가하고 2시간 동안 교반하여 원심분리 한 후 상등액의 pH를 1 N-HCl로 4.5가 되게 조절하여 침전된 부분의 단백질을 글리시닌, 상등액에 함유된 단백질을 알부민으로 분획하였다. 각 분획에 함유된 단백질 함량은 미량 켈달법[9]으로 분석하였다.

두부제조 시험

실험용 두부는 완전립 콩만을 사용, 예비실험을 통하여 설정된 Fig. 1과 같은 냉추출방식의 표준공정으로 제조하였다.

원료콩의 양은 본 실험에 사용한 목재 성형틀(13.5×13.5×4.0 cm)의 크기에 맞추어 250g을 사용하였다. 콩을 10℃에서 15시간 정도 침지 시킨 후 가수량을 10배로

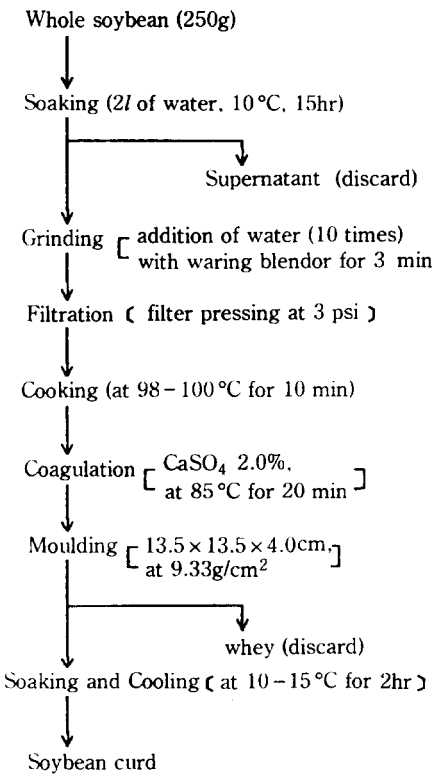

Fig. 1. The procedure for preparation of soybean curd

하여 3분간 와링브렌더로 마쇄하고, 마쇄한 두미를 여과포에 넣에 압착여과기로 압착(3 psi)하여 두유를 얻었다. 두유를 스테인레스 용기(ϕ15×30 cm)에 담아 가압솥에서 98~100℃로 10분간 가열한 후, 두유를 85℃로 유지시키면서 $CaSO_4$를 2% 첨가하고, 20분간 그대로 정치하여 응고시켰다. 응고물은 두부성형틀에 넣고, 9.33g/cm²의 압력으로 응고물의 높이가 4 cm가 될 때까지 압착성형하였다. 압착된 두부를 15℃ 정도의 물에 2시간 정도 수침시킨 후 완성된 두부로 하였다.

두부 수득률

수침시킨 두부를 꺼내어 10분 정도 경사지게 방치하여 두부표면의 수분을 제거시킨 후 무게를 측정하고, 두부의 고형분량을 분석하여 두부의 수득률(%)을 구하였다.

$$\text{수득률}(\%) = \text{두부생산량}(g) \times \frac{\text{두부의 고형량}(\%)}{18\%} \times \frac{100}{\text{원료사용량}(g,d.w.)}$$

두부의 색도 측정

두부의 색깔은 색차계(Color/Difference Meter D25-2, Hunter Lab)를 이용하여 명도를 L값, 녹색도를 −a값, 황색도를 b값으로 각각 나타내었다. 이 때 표준백색판의 L, a 및 b값은 각각 90.67, −1.4, −0.4이었다.

두부의 조직감 측정

Instron universal testing machine (Model 1140)으로 2회 반복 압착시험을 실시하여 힘-거리 곡선을 얻었다. 이 곡선을 texture profile 분석방법[10,11]에 따라 분석하여, 두부의 굳기와 관계가 깊은 경도(hardnes)와 관능적 특성의 탄력성과 관련이 있는 회복높이(recovered height)를 구하였다. 이 때 시료의 크기와 압착시험 측정조건 Table 1과 같다.

두부의 관능검사

본 연구실의 훈련된 관능검사 요원들을 통하여 두부의 색깔, 풍미, 조직감 및 종합적 기호도를 기호척도 시험법[11]으로 측정하였다.

결과 및 고찰

두부 수득률과 원료콩의 가용성 단백질 함량

원료콩의 품종에 따른 두부 수득률은 Table 2에서와 같이 262.33~311.63% 범위였다. 가장 높은 두부 수득률을 보인 품종은 백운, 은하 등으로 300% 이상이었고 방사, S-138, 장백 등은 260~270% 범위의 낮은 수득률을 나타내었다. 두부 수득률에 영양을 미치는 수용성 단백질의 주요분획인 글리시닌 함량과 글리시닌 포함한 알부민 함량은 콩건물 중으로 환산했을 때, 각각 20.28~24.06%, 22.97~26.61% 범위로 글리시닌 함량과 수득률 사이의 상관계수는 0.9652이었으며, 글리시닌을 포함한 알부민 함량의 수득률에 대한 상관계수는 0.9621로서 콩의 가용성 단백질 함량이 높을 수록 두부 수득률이 높은 것으로 나타났는데 이와 같은 결과는 박 등[3]이나 Wang 등[5]의 보고와도 일치하고 있다.

두부의 성분

각 품종의 콩을 이용하여 제조한 두부의 성분은 Table 3과 같다. 수분 함량을 보면 두부를 제조할 때 일정 압력으로 일정한 높이까지 압착시킨다 할지라도 두부내의 단백질이나 기타 성분들에 의해 수분을 보유할 수 있는 능력은 콩품종에 따라 조금씩 다르기 때문에 두부의 최종 수분함량은 차이가 있는 것으로 생각된다.

Table 4는 원료콩과 이를 이용하여 제조한 두부의 성분을 나타낸 것으로 원료콩 250g을 건물량으로 환산하여 그 속에 함유된 각 성분의 함량과 그로부터 얻어진 두부에 함유된 각 성분의 함량을 표시하였고, 두 수치의 비로서 각 성분에 대한 두부로의 이동률을 구하였다.

콩으로부터 두부로의 단백질 이동률은 59.90~72.94% 범위로서 백운, 은하 등의 품종이 각각 72.94%, 70.62%로 높았으며, 지방의 이동률은 63.77~84.14% 범위로서

Table 1. The conditions for measurement of soybean curd texture with Instron (Model 1140)

Max. force of load cell	5	kg
Cross head speed	100	mm/min
Chart speed	100	mm/min
Clearance	18	mm
Sample size	60×60×24	mm
Compression ratio	0.75	

Table 2. The contents of water soluble proteins in soybeans and the yield of soybean curd from soybean with different cultivars

Cultivar	Glycinin[a]	Glycinin and albumin[b]	Yield[c]
Saeal	21.79	24.43	275.97
Namcheon	21.41	23.69	269.76
S-133	20.56	23.50	262.33
Danyeob	23.05	26.07	298.53
Baekcheon	21.82	24.49	277.88
Hill	21.78	24.21	284.15
Jangbaek	20.05	23.59	270.40
Dukyo	22.96	25.37	287.20
Baekun	24.06	26.61	311.63
Jangyeob	22.00	24.50	282.77
Hwangkeum	22.35	25.04	288.86
S-138	21.41	24.14	272.42
Kwanggyo	22.84	25.32	295.98
Bokwang	22.05	24.78	282.06
Bangsa	20.28	22.97	265.92
Yeunha	23.31	26.34	303.15
Milyang	22.53	25.15	290.24
Dankyung	22.36	25.05	286.84
Paldal	22.97	24.86	284.61

[a],[b] Unit: %, dry weight basis

[c] Unit: %, based on 82% moisture content

Correlation coefficient (r) between a) and c): 0.9652

Correlation coefficient (r) between b) and c): 0.9621

Table 3. Proximate composition of soybean curd made from different soybean cultivars

Cultivar	Moisture centent (%)	Crude[a] protein (%)	Crude[a] lipid (%)	carbohydrate[a] drate (%)	Ash (%)[a]
Saeal	84.81	9.60	4.73	2.93	0.74
Namcheon	84.62	9.32	5.86	1.88	0.94
S-133	84.07	9.87	4.90	1.13	1.06
Danyeob	84.76	9.36	5.67	2.14	0.83
Baekcheon	84.57	9.08	5.96	2.13	0.83
Hill	84.65	9.60	5.36	1.98	1.06
Jangbaek	84.67	9.15	5.77	2.19	0.89
Dukyo	84.80	9.81	5.60	1.78	0.81
Baekun	84.10	9.62	5.33	2.18	0.87
Jangyeob	85.28	9.49	5.50	2.11	0.90
Hwangkeum	85.09	9.62	5.29	2.25	0.84
S-138	83.36	9.63	5.77	1.82	0.78
Kwanggyo	82.89	10.35	4.51	2.00	1.14
Bokwang	85.65	9.83	4.70	2.52	0.95
Bangsa	86.27	9.19	5.83	2.11	0.87
Yeunha	84.66	9.76	5.38	1.96	0.90
Milyang	83.93	9.80	5.40	1.91	0.89
Dankyung	83.41	9.64	5.53	1.97	0.86
Paldal	86.11	10.02	5.00	2.11	0.87

[a] Unit: %, based on 82% moisture content

Table 4. The recovery rates of protein and lipid from soybeans to soybean curds (Dry weight basis)

Cultivar	Total amount of protein in (g)		$\frac{b}{a} \times 100$ (%)	Total amount of lipid in (g)		$\frac{b}{a} \times 100$ (%)
	Whole soybean (in 250g), a	Soybean curd, b		Whole soybean (in 250g), a	Soybean curd, b	
Saeal	92.07	61.12	66.38	41.45	30.14	72.71
Namcheon	91.97	56.90	61.87	46.20	35.76	77.40
S-133	97.05	59.41	61.22	45.87	29.48	64.27
Danyeob	95.00	60.84	64.04	45.94	36.84	80.19
Baekcheon	89.07	57.86	64.96	45.41	27.99	72.87
Hill	92.29	61.88	69.05	38.75	34.58	75.58
Jangbaek	85.21	56.81	66.67	45.20	35.83	74.34
Dukyo	100.24	66.90	66.74	48.34	38.15	84.14
Baekun	92.76	67.66	72.94	45.88	37.48	79.95
Jangyeob	90.73	59.02	65.05	46.65	34.20	70.30
Hwangkum	94.26	63.49	67.36	48.85	34.96	73.06
S-138	92.47	58.53	63.30	47.61	35.05	75.20
Kwanggyo	101.71	69.44	68.27	46.69	30.25	69.24
Bokwang	91.79	59.48	64.80	43.60	28.44	63.77
Bangsa	91.33	54.71	59.90	44.58	34.74	73.01
Yeunha	94.49	66.73	70.62	47.97	36.79	81.81
Milyang	97.84	64.03	65.44	44.86	35.25	78.58
Dankyung	94.38	63.62	67.41	44.25	36.48	82.44
Paldal	97.48	65.02	66.70	44.68	32.45	72.63

은하, 단경, 덕유, 단엽 등이 80% 이상의 높은 이동률을 나타내었다.

두부의 색깔

품종에 따라 제조된 두부의 색깔을 색차계를 이용하여 비교하였다.

Tabel 5에서 보면 명도를 나타내는 L값이 높은 것들은 백운, 광교, 새알, 흰콩 등이었고, 녹색도는 S-133, 방사 등이, 황색도는 S-133, 방사, 남천, 보광, S-133 등이 높았다.

두부의 조직감 특성

두부의 조직감을 기계적으로 측정한 결과는 Table 6과 같다. 각각 제조된 두부의 경도는 콩품종에 따라 큰 차이를 보여주고 있으나, 원료콩의 단백질 함량 등과 같은 품종간의 성분차이에 의한 것(r=0.1848)이라기 보다는 오히려 제조된 두부의 최종 수분함량과 밀접한 관계(r=−0.8312)가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이 등[12]의 연구보고와도 일치하는 것으로 두부의 최종 수분함량이 적을 수록 경도는 증가하여 더 단단한 조직감을 나타내는 것으로 사료된다. 한편, 힘-거리곡선에서 두부의 탄력성을 나타내는 회복 높이는 두부의 수분함량과는 별상관없이(r=−0.2478) 보광, 장엽 등이 높았고, 단엽, 팔달 등이 낮게 나타나, 콩품종에 따라 조직의 탄력성이 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Color of soybean curds made from different soybean cultivars

Cultivar	L value	a value	b value
Saeal	78.3	-11.0	12.4
Namcheon	76.8	-11.5	14.1
S-133	75.7	-12.0	14.8
Danyeob	77.4	-11.0	12.9
Baekcheon	77.6	-11.2	13.0
Hill	77.9	-11.2	13.1
Jangbaek	77.6	-10.8	12.7
Dukyo	77.2	-11.0	13.1
Baekun	77.9	-11.2	12.5
Jangyeob	76.7	-11.1	12.8
Hwangkeum	77.8	-11.2	13.2
S-138	77.0	-11.5	13.7
Kwanggyo	77.9	-11.0	12.6
Bokwang	76.7	-11.6	13.7
Bangsa	76.9	-12.8	14.1
Yeunha	77.1	-11.2	13.1
Milyang	77.6	-10.0	12.6
Dankyung	77.3	-10.3	11.6
Paldal	76.4	-10.2	10.9

두부의 관능검사

두부의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 두부의 색깔이나, 조직감, 풍미 등의 종합적 기호도로 평가할 때, 단경, 남천, 백운 등의 품종으로 제조한 두부의 품질이 비교적 우수한 것으로 평가 되었다.

요 약

국내에서 재배가 장려되고 있는 콩품종이 두부 가공성을 조사하기 위하여, 19품종의 콩으로 두부를 제조하고, 수득률과 성분분석 등의 이화학적 특성조사와 색깔 및 조직감 등의 관능검사를 실시하였다. 두부 수득률이 가장 높은 품종은 백운, 은하 등으로 300% 이상이었고 방사, S-138, 장백 등은 260~270%의 낮은 수득률을 나타내었다. 수용성 콩 단백질의 주요 분획인 글리시닌을 포함한 알부민 함량은, 콩건물 중으로 22.97~26.61%이

Table 6. The mechanial texture properties of soybean curd made from different soybean cultivars

Cultivar	Hardness (g)	Recovered hiehgt[a)]
Saeal	1970	0.876
Namcheon	2225	0.874
S-133	2800	0.852
Danyeob	2290	0.836
Baekcheon	2620	0.868
Hill	1890	0.902
Jangbaek	2370	0.903
Dukyo	2275	0.884
Baekun	2400	0.867
Jangyeob	1590	0.915
Hwangkeum	2150	0.847
S-138	3450	0.893
Kwanggyo	4650	0.905
Bokwang	1675	0.922
Bangsa	1860	0.874
Yeunha	2570	0.879
Milyang	2880	0.859
Dankyung	3840	0.861
Paldal	2275	0.855

a) Recovered height = $\frac{\text{the height of second peak}}{\text{the height of first peak}}$

Correlation coefficient (r) between hardness and water content: -0.8312

Correlation coefficient (r) between recovered height and water content: -0.2478

Table 7. Organoleptic properties of soybean curd made from the different soybean cultivars.

Cultivar	Color	Flavor	Texture	Overall preference
Saeal	6.7[a)]±2.1[b)]	5.7±0.4	5.3±1.9	5.3±1.2
Namcheon	6.0±0.0	70±0.0	6.0±0.8	7.3±0.5
S-133	4.7±0.5	5.7±0.9	5.0±0.8	4.3±0.5
Danyeob	6.0±1.6	5.7±1.7	5.3±2.1	5.7±1.7
Baekcheon	6.7±0.9	6.0±0.8	5.7±0.5	5.3±0.9
Hill	6.3±1.7	5.3±0.4	4.0±1.4	5.3±1.2
Jangbaek	6.0±0.0	6.3±1.7	6.0±0.0	6.0±0.8
Dukyo	6.0±1.4	5.7±1.2	5.7±0.5	5.3±0.9
Baekun	7.0±0.8	7.0±0.8	7.3±1.2	7.0±1.4
Jangyeob	6.7±1.9	5.0±0.8	5.3±1.9	5.7±1.2
Hwangkeum	6.0±1.6	5.3±1.2	5.3±1.2	6.0±0.0
S-138	6.7±0.5	6.7±0.9	6.3±0.5	5.3±1.2
Kwanggyo	5.7±0.5	6.0±0.8	6.3±0.5	6.3±0.5
Bokwang	7.0±0.0	5.7±1.2	4.0±0.0	5.3±1.2
Bangsa	6.0±0.8	4.7±1.7	3.7±0.5	5.3±1.2
Yeunha	5.0±1.0	5.7±1.2	5.0±1.4	5.3±1.2
Milyang	6.7±0.5	5.7±0.5	6.7±1.2	6.7±0.5
Dankyung	6.7±2.1	7.3±1.2	6.7±0.9	7.7±0.9
Paldal	7.0±2.2	6.0±0.0	6.3±0.9	5.3±0.9

a) Mean

b) Standard deviation

Score; 9: like extremely, 5: neither like nor dislike, 1: dislike extremely

었으며, 두부의 수득률과는 0.9621의 매우 높은 상관성을 보였다. 콩으로부터 두부로의 단백질 이동률은 백운, 은하 등의 품종이 각각 72.94, 70.62%로 높았으며, 은하, 단경, 덕유, 단엽 등의 지방이동률은 80% 이상을 나타내었다. 한편, 두부색깔의 경우 백운, 광교, 새알, 흰콩 등으로 제조한 것과 명도가 높았으며, 두부의 기계적 조직감은 원료콩의 단백질 함량 차이와 같은 품종간의 성분 차이에 의한것(r=0.1848)이라기 보다는 오히려 두부의 최종 수분함량과 밀접한 관계(r=−0.8312)가 있는 것으로 나타났다. 관능검사에 의한 두부의 색깔, 조직감, 풍미 등을 고려한 종합적 기호도는 단경, 남천, 백운 등의 품종으로 제조한 두부의 품질이 우수한 것으로 평가되었다.

문 헌

1. 김길환 : 콩, 두부와 콩나물의 과학, 한국과학기술원 (1982)
2. 김재욱, 변시명 : 한국산 대두의 단백질에 관한 연구. 한국농화학회지, 7, 79(1966)
3. 박용곤, 박부덕, 최광수 : 대두의 수침시간에 따른 조직의 미세구조, 단백질 특성 및 두부수율의 변화. 한국영양식량학회지, 14, 381(1985)
4. Saio, K., Kamiya, M. and Watanabe, T. : Food processing characteristics of soybean 11S proteins (I). *Agr. Biol. Chem.*, 33, 1301(1969)
5. Saio, K., Kajikawa, M. and Watanabe, T. : Food processing characteristics of soybean 11S and 7S proteins(II). *Agr. Biol. Chem.*, 35, 890(1971)
6. 윤장식, 최춘언, 장건형 : 두부에 관한 연구(I). 기술연구보고(육기), 3, 1 (1)(1964)
7. Wang, H.L., Sloain, E.W. and Kwolek, W.F. : Effect of soybean varieties on the yield and quality of tofu. *Cereal Chemistry*, 60(3), 245(1983)
8. 미국대두협회 : 미국대두협회 한국지부 통계자료(1988)
9. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*, 11th ed, Washington, D.C.(1980)
10. Sherman, P. : A texture profile of foodstuffs based upon well defined rheological properties, J. Food Sci., 34, 458(1969)
11. 이철호 외 : 식품공업 품질관리론, 유림문화사(1984)
12. 이명환, 안혜숙 : 두부제조시 응고제 및 성형압력이 미치는 영향. 서울여대논문집, 12, 345(1983)

(1990년 4월 14일 접수)