

석류 농축액 첨가 두부의 품질특성 및 저장성

김지영 · 박금순*

대구가톨릭대학교 외식산업학과

Quality Characteristics and Shelf-life of Tofu Coagulated by Fruie Juice of Pomegranate

Ji-Young Kim, Geum-Soon Park*

Dept. Food Science and Technology Catholic University of Daegu

Abstract

This study was investigated the utilization of pomegranate(P) as coagulants for tofu manufacture, the quality characteristics and shelf-life of tofu made by P1(fruit juice of pomegranate 1%) and P2(fruit juice of pomegranate 2%) and P3(fruit juice of pomegranate 3%) and P4(fruit juice of pomegranate 4%) and P5(fruit juice of pomegranate 5%) were investigated and compared to G.D.L(C). And also, total microbe and tatal acid of the tofu were determined during storage at 0°C.

The results are summarized as follow P3(493.3g/500ml) compared to C(485g/500ml) showed the highest yield. Turbidity of tofu was increased as the proportion of pomegranate was increased, while pH of tofu was increased as the proportion of pomegranate was decreased. L*** value of C tofu was highest, a*** value of tofu was increased as the proportion of pomegranate was increased and b*** value of C tofu was higher than those of other tofus. The hardness of tofu coagulated with pomegranate showed higher than that of coagulated G.D.L. The cohesiveness of P4, P5 showed higher than C tofu, but those of other tofus showed lower than C tofu. The springiness of tofu showed in the order of P4>P5>C>P3>P2>P1, gumminess of P5 tofu was highest. The Brittleness of tofu was increased as the proportion of pomegranate was increased. The pH value of tofu coagulated with pomegranate increased during storage at 0°C. During the storage period of tofu, pH and total acid showed a maximum change in C tofu. Generally the total plate counts of bacteria of all tofu increased during storage at 0°C, and those of tofu with added pomegranate were shown to be lower than C tofu. The results of S.E.M(scanning electron microscopes), the lower hardness showed the more soft and the smaller particle, The particle of C tofu was small and uniformity but the size of P4, P5 tofu showed coarse. In the sensory evaluation of all tofu, sleekness, nutty, chewiness and smoothness, appearance and overall quality was the highest in C tofu. In the sensory evaluation of tofus coagulated with pomegranate, overall quality was the highest in P2.

Key Words : tofu, pomegranate, quality characteristics, shelf-life

I. 서 론

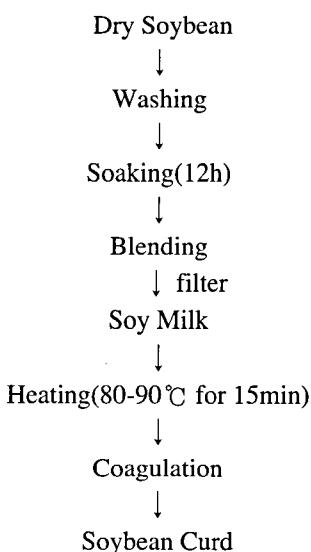
대두(*glycine max*)는 예로부터 장류 등의 발효식품과 두부, 콩나물 등 다양한 용도로 이용되어왔으며(Han 1998) 무기성분으로 칼슘, 인, 철, 칼륨 등이 쇠고기보다 훨씬 많기 때문에 양질의 식물성 단백질공급원으로 예부터 '밭에서 나는 쇠고기'라고 하였다(Shim 등 2003; Kim&Jung 2004). 특히, 두부는 콩단백질을 식용으로 하는 면에서 가장 대표적인 식품으로 우리 서민들의 단백질 공급으로 중요한 자리를 차지하여 왔다. 두부는 BC 2세기 경 한나라에서 처음 만들어졌으며 한반도에 두부가 전래된 것은 고려시대로 추정된다. 우리나라에서 두부에 관한 첫 기록으로 고려 이색(李穡)의 「목은집(牧隱集)」과 권근의 싫

귀에 나온다. 조선시대 「세종실록」에는 명나라 황제가 조선에서 온 여인의 두부 솜씨를 칭찬하였고 「문종실록」에는 제향과 공상 음식으로 이용되는 두부의 가공과정에서 위생 문제와 응고제에 대한 대화가 적혀 있다. 그리고 허균의 「도문대작」(1611)에는 “서울 창의문(彰義門) 밖 사람이 두부를 잘 만들며 그 연하고 매끄러운 것은 이루 말할 수 없다”고 하였다(Han 1998).

두부의 원래 이름은 백아순(白雅馴)이었는데 이를 방언으로 생각해서 따로 포라 이름지어 우리나라에서는 포(泡)라고 불렸고(김진희 2003) 순식물성이라 주로 사찰음식으로 사용되었으며 조포사라 하여 두부를 만드는 절이 따로 있을 정도였다. 미국의 뉴욕 타임즈에서 두부를 가리켜 '살찌지 않는 치즈'라고 할 정도로 단백질이 풍부하며 소화 흡

* Corresponding author : Geum-Soon Park

Tel : +82-53-850-3512 Fax : +82-53-850-3512 E-mail : gspark@cu.ac.kr



<Figure 1> Procedures of preparation for tofu

4. 두부여액의 탁도 및 pH

두부여액의 탁도는 여과지(동양여지 No.2)로 여과한 후 탁도계(UV--9100, Human, Korea)를 이용하여 600 nm에서 5회 반복, 측정하였다. pH는 pH meter (Metrohm AG CH-91, Hanna, Mauritius)를 이용하여 5회 반복 측정하였다.

5. 색도

두부의 색도는 두부를 일정한 크기($3 \times 3 \times 1\text{cm}$)로 측정 대에 고르게 담은 후 색차계(Color Difference Meter, Model JC 801, Color techno system co., LTD. Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 5회 반복 측정, 그 평균값으로 나타내었다.

6. 두부의 Texture

두부의 조직감 측정은 제조된 두부를 일정크기($3.5 \times 3.5 \times 1.0\text{cm}$)로 절단하여 Rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific. co., Japan)를 이용하여 distance 5 mm, adaptor type circle, plunger $\phi 10\text{mm}$, table speed 60 mm/s 의 조건으로 측정하였으며 strength, hardness, cohesiveness, springness, gumminess, brittleness 값을 나타내었다.

7. pH 및 산도 측정

Choi 등(2000)의 방법으로 두부 10g에 멸균 증류수 20mL를 가하여 homogenizer(Nohon Seiki, ACE, Japan)로 마쇄한 후 pH는 pH meter를 이용하여 측정하였고 산도는 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 두부 1g을 중화하는데 소요되는 mL수를 lactic acid로

환산하여 적정산도로 나타내었다.

$$\text{총산도}(\%) = / \text{mL of } 0.1\text{N-NaOH} \times 0.009 \times \text{factor of } 0.1\text{N-NaOH/시료량} \times 100$$

8. 총균수 측정

Choi 등(2000)의 방법으로 두부를 무균적으로 homogenizer(Nohon Seiki, ACE, Japan)로 마쇄하여 0.1% peptone수로 적정 배수로 희석하여 희석액 1mL를 plate에 접종하고 plate count agar(Difco, USA) 배지를 부어 혼합한 다음 37°C에서 24~48시간 배양시킨 후 나타난 colony를 계측하였다.

9. 전자현미경

두부를 $1 \times 1 \times 1\text{cm}$ 크기로 절단하여 Freeze Dryer(FD5518, Ilshin Lab, Korea)에 동결건조시킨 뒤 Ion spatter(E-1030, Hitach, Japan, Tokyo)로 도금한 후 전압 15kV 전류 $10\mu\text{A}$ 의 주사형 전자 현미경(S-4100, Hitachi, Japan)을 이용하여 500배 배율로 관찰하였다.

10. 관능검사

관능검사는 대구가톨릭대학교 가정관리학과 대학원생 10명을 대상으로 검사방법과 평가특성을 교육시킨 후 검사를 실시하였다. 두부는 일정한 크기로($3 \times 3 \times 1\text{cm}$) 흰색 접시에 담아 제공하였으며 한 개의 시료를 평가 후 반드시 생수로 입안을 헹구고 다른 시료를 평가하도록 하였다.

11. 통계처리

석류즙 첨가 두부의 이화학적 검사, 관능검사와 기계적 검사의 측정 결과는 분산분석, 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성 검정을 하였다. 모든 통계자료는 통계 package SAS 6.12를 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수율

두유 500mL에 응고제를 첨가하였을 때 얻어진 두부의 수율은 <Figure 2>와 같다.

GDL 첨가 두부인 경우에 485g/500mL이었으며 석류즙 첨가 두부군에서는 석류즙 3%첨가 두부가 가장 높았으며 석류즙 2%, 4%의 순이었다. 석류즙 첨가량을 증가할수록 수율이 감소하는 현상을 보였는데 Choi 등(2000)은 천연물 첨가는 단백질과 결합보다는 오히려 단백질의 결합을 방해하는 것으로 사료되어 천연물의 첨가농도를 증가시킬수록 수율이 낮아진다고 보고하였다. Jung 등(2000)도 오미자와 매실즙 첨가량을 증가시킴으로써 수율이 감소되는 현상을 보였으며 이는 유기산 농도의 증가로 단백질의

수율이 높을 뿐 아니라 콜레스테롤이 없고 무기질이 풍부하여 성장발육기의 어린 아이와 노약자는 물론 환자들에게 좋은 식품으로 알려져 있다.

식품공전에서 정의한 두부(Korea: doobu, China: tou-fu, Japan: tahu or taufoo, Indonesia and Malaysia: tokua, Philippine: soybean curd, U.S.A)는 대두를 자비하여 가용성분을 추출하고 이에 Ca, Mg, Al 등의 염화물 또는 황산염을 첨가하여 그 중의 단백질성분을 침전, 응고시킨 후 성형한 것이라 할 수 있으며 최근에는 glucono-delta-lacton(GDL)이 새로이 응고제로서 개발되어 사용되어지고 있다(한상배 2005).

두부의 품질에 영향을 주는 요인으로는 대두의 종류 및 두유의 농도, 가열온도와 가열시간, 응고제의 종류와 양 그리고 응고제를 첨가할 때의 두유의 온도 및 응고시간, 압착시의 압력 등이 보고되었다(Lee&Hwang 1994; Choi 등 2000; Pyun 등 1991; Kim 1998). 두부 제조시 사용되는 화학첨가물로서 무기염에 의한 응고제로는 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 이 있으며 현재 가장 많이 사용 중인 황산 칼슘($CaSO_4$)은 사용하기 쉽고 수율이 높으나 맛이 떨어지고, 소위 간수라 일컫는 염화 마그네슘($MgCl_2$)은 $CaSO_4$ 만은 못하나 $CaCl_2$ 에 비해서는 침전이 부드럽고 수율이 높은 특징을 가지고 있다. 옛날 우리 선조들이 봄이면 신 김치가 아까워 콩을 갈아 넣고 끓여 멍울명울한 순두부김치를 만들어 먹는 지혜를 엿볼 수 있는데(Kang 1997) 이는 유기산에 의한 응고로 대표적인 응고제로서 G.D.L(glucono-delta-lacton)이 있다. 유기산에 의한 응고는 무기염이나 무기산에 의한 응고보다 수율이나 질의 면에서 훨씬 우수하나 기능면이나 맛에서는 좋지 않은 특징으로 가지고 있다. 최근 인류 문명의 발달과 더불어 심각한 환경오염과 식생활 균형의 부조화는 오늘날 인류의 건강에 심각하게 위협하고 있다. 이로 인해 최근에는 Well-Being 문화의 안착으로 식생활의 고급화 및 건강 지향화로 화학물질 사용에 대한 소비자들의 거부감이 팽배하고 있는 실정이다. 천연 응고제를 이용한 두부제조로는 Kim 등(1998)의 난각을 이용한 두부제조, 기능성 향상을 위한 Baek 등(1996)의 해조류 첨가, Kim 등(1996)의 인삼첨가, Jung 등(2000)의 오미자즙과 매실즙을 이용한 두부제조 및 저장에 대한 연구, Jung & Cho(2002)의 녹차가루를 첨가한 두부, Hwang 등(2001) 등의 기능성 흉두부의 제조와 Kim 등(2003)의 클로렐라를 첨가한 두부의 품질특성과 저장성에 대한 연구, Han 등(2005)의 뽕잎두부 제조시 뽕잎분말과 추출물의 최적 첨가조건 등이 보고 되고 있다.

두부에 첨가될 천연응고제로서 석류 (*punica granatum*)는 아시아가 원산지나 서남아시아 지역에서 많이 재배되어 온 과실수로 현재 인도와 미국의 캘리포니아

에서 재배가 많이 되는 낙엽성의 작은 교목이다. 석류나무는 길이가 5~7m 정도에 달하고 밝은 녹색의 창모양 잎을 가지고 있는 큰 사과정도 크기의 과실인데, 그 색은 황갈색에서 붉은색까지 다양하다. 예로부터 한방에서 석류열매, 줄기껍질, 뿌리의 껍질을 전조하여 각종 기생충, 특히 촌충의 구제, 설사, 이질, 구내염, 장출혈에 효과가 있어 한약 재료로 이용되어져 왔으며 탄닌성분이 많아 수렴성 건위약으로도 많이 사용되고 있다(Koh 등 2005). 석류의 약효에 있어서 주요한 유효성분은 alkaloid인 inuline, mannitol, sorbitol, malic acid 등이 알려져 있고 석류피의 항균작용에 관해서는 *in vitro*에서 미생물의 생육을 억제하는 효과와 병원성 virus fungi의 항균성에 대한 보고가 있다. 국내에서 석류에 대한 연구는 Shim 등(2001)이 석류의 암세포 증식억제에 대한 연구와 장내균총 조절에 대한 효과 그리고 과피를 이용한 염색효과에 대한 보고와 Choi 등(2002)은 항암작용과 심장병에 효과가 있는 phyto에스트로겐 고농축물 제조공정의 확립에 대한 보고가 있었다. 최근 Well-Being 문화가 소비시장에 자리매김하면서 천연소재의 식품들이 속출하고 있다. 본 연구는 강장제 역할과 고혈압과 동맥 경화 예방에 좋은 효과를 보이며 천연호르몬 대체 제제 및 암세포 증식 억제 특성을 지닌 이란산 석류 농축액을 두부에 첨가하여 품질특성 및 저장성에 대해 알아보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

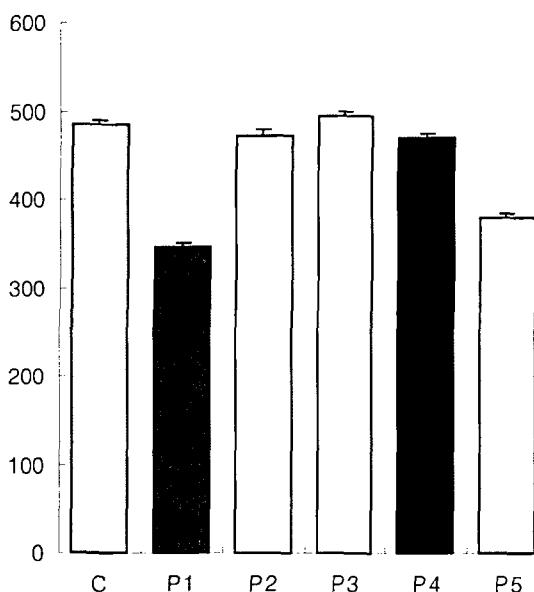
두부제조용 콩과 응고제로서 G.D.L은 영천 해뜨락(주)에서 구입한 것을 사용하였으며 석류농축액(석류지액)은 경남 산마을에서 구입한 것을 사용하였다.

2. 두부 제조

두부의 제조공정은 <Figure 1>과 같다. 대두를 수세하여 5배의 종류수에 12시간 침지하여 대두의 8배에 해당하는 종류수를 가하여 마쇄하였다. 마쇄액을 면포에 넣어 압출하고 압출된 두유 일정량(500ml)을 가열한 후 80~90°C의 일정한 온도를 유지시키고 응고제로 처리(GDL: 0.3%, 석류즙 1, 2, 3, 4, 5%)하여 15분간 방치한 후 폴리프로필렌(16×11×4cm) 용기에 담아 비압착식으로 두부를 제조하였다. 제조한 두부는 냉장 0°C에서 15일간 저장하였다.

3. 수율

두부의 수율은 Lee&Kim(2004)의 방법으로 대두량에 대하여 가수량을 8배로 하고 얻어진 두유 500 mL로부터 만들어진 생두부의 무게를 측정한 후 두유량에 대한 %로 나타내었다.



<Figure 2> Yields of tofu coagulated by fruit juice of pomegranate
C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%,
P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%,
P5: fruit juice of pomegranate 5%

응고가 급격히 일어나면서 덩어리가 커지고 보수력이 떨어져 일어나는 것으로 보고하였다.

2. 두부 여액의 탁도와 pH

석류즙 첨가 두부의 제조시 얻어지는 여액의 탁도는 <Table 1>과 같이 대조군인 GDL첨가 두부가 가장 낮았으며 석류즙 첨가량이 많아질수록 즙액의 미세분자가 단백질에 흡착되지 못하여 여액으로 빠져 두부로 형성되지 못한 단백질 임자가 탁도를 증가시킨 것으로 Choi 등(2000)의 천연물 첨가하여 제조한 두부 여액의 탁도가 무첨가 두부

<Table 1> Turbidity and pH of tofu coagulated by fruit juice of pomegranate

Sample ¹⁾	Turbidity	pH
C	0.35±0.12c ²⁾	5.20±0.00a
P1	0.54±0.01bc	5.25±0.07a
P2	0.67±0.10b	5.17±0.06ab
P3	0.76±0.00b	5.10±0.00b
P4	0.80±0.13b	4.93±0.06c
P5	1.18±0.30a	5.00±0.00c
F-value	11.38**	18.75***

p<0.01 *P<0.001

1) C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%, P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%, P5: fruit juice of pomegranate 5%

2) a-c superscript letters indicate significant different at p=0.05 by Duncan's multiple range test

<Table 2> Color of tofu coagulated by fruit juice of pomegranate

Sample ¹⁾	L	a	b
C	84.42±0.00 ^{a2)}	7.40±0.03 ^e	11.55±0.01 ^a
P1	63.18±0.01 ^d	8.35±0.02 ^d	4.86±0.01 ^d
P2	66.23±0.01 ^b	9.43±0.03 ^c	3.99±0.03 ^e
P3	65.19±0.00 ^c	9.22±0.06 ^{cd}	5.10±0.02 ^d
P4	57.81±1.05 ^e	10.35±0.93 ^b	5.97±0.24 ^c
P5	56.26±0.02 ^f	11.42±0.05 ^a	7.51±3.81 ^e
F-value	1159.28***	25.57***	1690.18***

***P<0.001

1) C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%, P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%, P5: fruit juice of pomegranate 5%

2) a-c superscript letters indicate significant different at p=0.05 by Duncan's multiple range test

에 비해 높게 나타났다는 보고와 일치한다. 여액의 pH는 석류즙 첨가 두부군이 GDL 첨가 두부에 비해 pH가 낮았다. 이는 탁도와 마찬가지로 즙액이 빠져나감으로 석류즙 두부에 pH를 감소시킨 것으로 사료된다.

3. 색도

석류즙 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 % 첨가군과 대조군 GDL첨가 두부의 색도는 <Table 2>와 같다. 밝기를 나타내는 L값(lightness)은 GDL 첨가 두부가 가장 밝았으며 탁한 붉은색의 석류즙 첨가량이 증가될수록 L값은 감소하여 석류즙 5 % 첨가두부가 가장 낮았다($p<.001$).

적색도인 a값(redness)은 대조군인 GDL 첨가 두부가 가장 낮았으며 석류즙 첨가량이 증가될수록 커져 각 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($p<.001$).

b값(yellowness)인 황색도는 GDL 첨가 두부가 석류즙 첨가 두부군에 비해 높았으며 석류즙 첨가량이 증가될수록 b값(yellowness)이 증가하였다. Tajiri(1993)는 감귤즙을 응고제로 사용했을 때 두부의 색도인 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가한다고 했고 Kim 등(1996)은 인삼첨가로 L값은 떨어지고 a값과 b값은 높아진다는 보고와 같이 본 실험과 일치하였다.

4. 두부의 Texture

석류즙 첨가 두부의 텍스처 측정 결과는 <Table 3>과 같다.

경도(hardness)는 GDL 첨가 두부에 비해 석류즙 첨가 두부가 더 단단하였고 석류즙의 첨가량을 증가될수록 높은 특성을 보였다. Park & Hwang(1994)은 두부의 견고성은 두유 내 고형분의 함량, 응고제 첨가량, 단백질 함량과 조성에 따라 크게 영향을 받으며 응고제의 양이 부족하거나 과잉이 될 경우 응고되지 못하여 유출되거나 과잉의 응고제가 두부 형성을 오히려 저해함으로서 수율은 물론 견고성에 영향을 주게 된다고 보고하였다. 응집성

<Table 3> Texture of tofu coagulated by fruit juice of pomegranate

Samples ¹⁾	Mechanical Properties				
	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Brittleness
C	239309.64± 14202.94 ^c	80.87±11.34 ^{ab}	88.23±8.23 ^{ab}	34.17±5.49 ^b	29.66±8.10 ^{bc}
P1	231037.56± 3580.98 ^c	71.95±1.75 ^c	73.94±3.70 ^c	23.60±1.63 ^c	20.24±2.59 ^d
P2	266163.61± 8520.79 ^b	71.43±4.70 ^c	81.73±4.70 ^b	22.814±2.19 ^c	24.29±2.48 ^{cd}
P3	287312.89± 19408.01 ^a	77.06±3.35 ^{bc}	85.84±6.54 ^{ab}	34.20±3.90 ^b	28.72±4.00 ^{bc}
P4	295522.52± 6122.65 ^a	88.73±4.23 ^a	91.13±2.97 ^a	38.86±4.34 ^{ab}	32.74±5.37 ^{ab}
P5	30168.31± 5361.19 ^a	87.78±5.98 ^a	90.56±4.72 ^a	41.04±2.53 ^a	38.42±2.45 ^a
F-value	36.41***	8.10***	7.18***	22.44***	9.37***

***P<0.001

1) C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%, P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%, P5: fruit juice of pomegranate 5%

2) a-c superscript letters indicate significant different at p=0.05 by Duncan's multiple range test

(Cohesiveness)은 P4>P5>C>P3>P1>P2순으로 석류즙 4%와 5% 첨가 두부는 대조군인 GDL 첨가 두부보다 높았으며 석류즙 1%, 2%, 3% 첨가 두부는 더 낮은 경향을 나타내었다(p<.001).

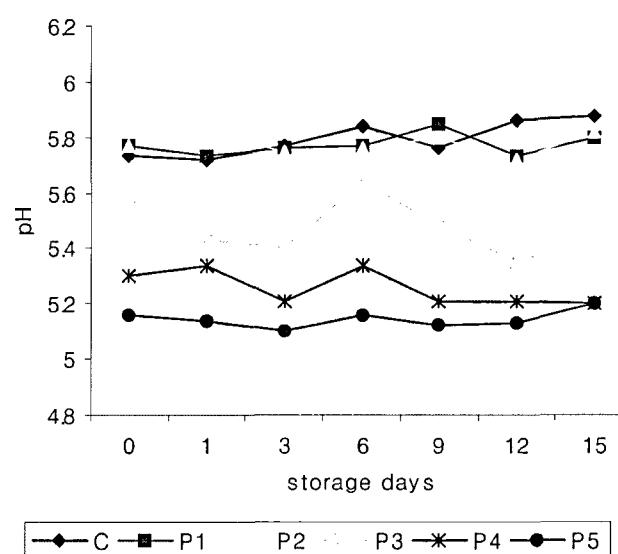
탄력성(springness)은 P4>P5>C>P3>P2>P1순이며 대조군인 GDL 첨가 두부와 석류즙 3% 첨가 두부가 비슷한 특성을 보였으며 P4와 P5는 탄성이 높은 경향을 보였다. 이는 Kim 등(1996)이 보고한 해조류 첨가 두부에서 첨가량이 증가할수록 두부의 탄성과 응집성이 증가하는 부드러운 특성을 나타낸다는 보고와 Jung 등(2000)의 매실즙을 이용한 두부가 CaSO₄ 첨가두부보다 응집성과 탄력성이 높게 나타났다는 보고와 일치하였으나 Choi 등(2000)의 천연물 첨가 두부에서 무첨가 두부에 비해 응집성과 탄력성이 낮아진다고 보고하여 본 실험과 차이가 있었다.

검성(Gumminess)은 P5>P4>P3>C>P1>P2순으로 높았으며 석류즙 3% 첨가 두부가 GDL 첨가 두부와 유사한 특성을 보였으며 석류즙 2% 첨가 두부가 가장 낮은 값을 나타나 p<.001수준에서 시료간의 유의적인 차이가 있었다.

부서짐성(Brittleness)은 P5>P4>C>P3>P2>P1순으로 높아 석류즙을 많이 첨가한 두부일수록 높아지는 경향을 보여 씹는데 많은 에너지가 요구됨과 동시에 약간 단단해지는 경향을 보였다.

5. pH 및 산도의 변화

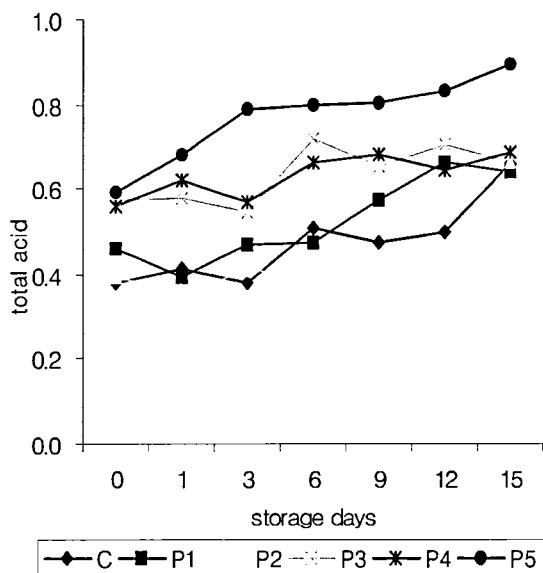
석류즙 첨가 두부와 GDL 첨가 두부를 0°C에서 저장하면서 저장기간별 pH와 산도의 측정결과 <Figure 3>, <Figure 4>와 같다. GDL 첨가 두부는 저장 기간에 따라 pH가 차츰 높아졌으며 석류 첨가 두부군은 GDL 두부에 비해 pH가 낮았다.



<Figure 3> Changes in pH of tofu coagulated of fruit juice of pomegranate

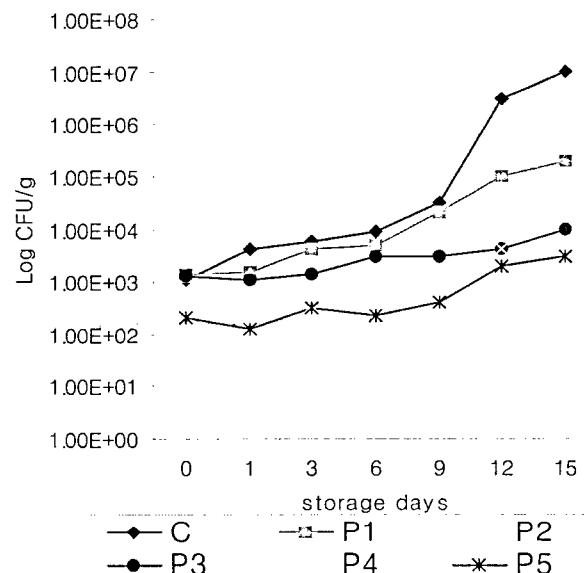
C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%, P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%, P5: fruit juice of pomegranate 5%

석류즙 첨가 두부군과 GDL 첨가 두부의 저장기간 중의 산도는 두부가 부패가 진행됨에 따라 미생물이 증식하게 되고 이때 생성되는 산의 영향으로 산도는 증가하는데, 적정산도는 두부의 저장성을 나타내는 지표가 된다. GDL 첨가 두부와 석류즙 첨가 두부의 저장 기간에 따른 산도는 저장 초기에는 다량 생산되는 저분자량의 peptide 및 아미모산 등과 같은 양성전해질의 유기산에 대한 완충작용으로 거의 변화를 나타내지 않았으나 기간이 지날수록 더욱더



<Figure 4> Changes in total acid of tofu coagulated fruit juice of pomegranate

C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%,
P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%,
P5: fruit juice of pomegranate 5%



<Figure 5> Changes in number of total microbe of tofu coagulated by fruit juice of pomegranate

C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%,
P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%,
P5: fruit juice of pomegranate 5%

분해되면서 decarboxylation 및 deamination 등에 의해 완충능이 저하되어 유기산의 다량 생성으로 증가함을 보였다.

6. 총균수의 변화

<Figure 5>는 GDL 첨가 두부와 석류즙 첨가 두부군들의 저장성을 알아보기 위해 10g씩 멸균된 petri dish에 담아 0°C에서 냉장저장하면서 살펴본 총균수 변화이다.

GDL 첨가 두부와 석류즙 첨가 두부군 모두 저장기간 동안 총균수가 증가하였으며 석류즙 첨가량이 증가할수록 세균수의 증가폭은 감소되는 경향을 나타내었다. Jung&Cho 등(2002)은 두부의 총균수가 107 CFU/g에 이르면 부패가 시작된다고 하였는데 GDL 첨가 두부는 저장 기간 12일이 지나면서 107 CFU/g을 넘어 부패가 진행되었다. 석류즙 첨가 두부군은 세균 수가 GDL 첨가 두부보다 세균의 증식속도를 감소시켜 저장 기간 연장을 볼 수 있다. Jung 등(2000)은 오미자즙과 매실즙을 첨가한 두부의 저장성을 살펴본 결과 pH가 낮아 두부 부패 세균 생육이 억제되었다고 보고하였으며 <Figure 3>에서와 같이 석류즙 첨가가 두부의 pH를 낮추었기 때문이라 사료된다.

7. 전자 현미경 관찰

석류즙 첨가 두부와 GDL 첨가 두부의 미세구조를 전자현미경으로 관찰한 결과는 <Figure 6>과 같다. 텍스처 측정에서 견고도가 낮고 부드러울수록 입자가 작고 균일한

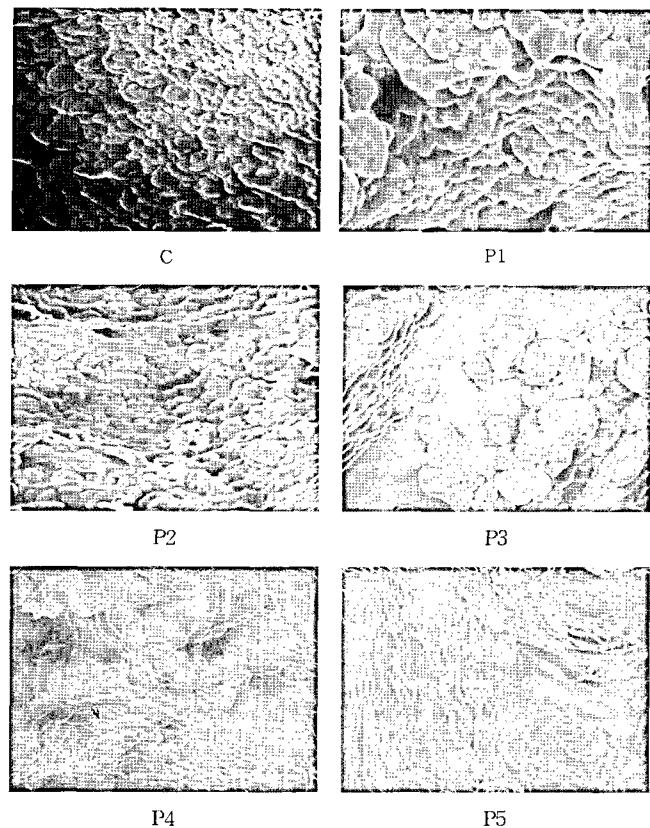
구조를 보였다. GDL 첨가 두부가 가장 균일했으며 석류즙 첨가량이 증가될수록 망사구조의 입자가 크고 불규칙하며 거칠었다.

8. 두부의 관능검사

석류즙 첨가 두부의 관능 특성은 <Table 4>와 같이 외관의 매끄러운 정도(sleekness)는 대조군인 GDL 첨가 두부가 가장 높았으며 석류즙 5% 첨가 두부가 가장 낮았다. 외관의 색(color)은 석류즙의 첨가량이 증가될수록 진하여 석류즙 5% 첨가 두부가 가장 진한 색을 보였다.

향미(flavor)는 석류즙 4% 첨가 두부가 가장 강했으며 시료간의 유의한 차이가 없었다. 석류즙 첨가 두부의 관능 특성 중 맛에 대한 특성에서 고소한 맛(nutty taste)은 석류즙 첨가 두부보다 대조군인 GDL 첨가 두부가 4.89로 가장 높았으며 석류즙 1%, 2% 첨가 두부가 비교적 점수가 높았고 석류즙을 첨가할수록 고소한 맛이 약해지는 경향을 보였다. 콩 비린맛(beany taste)은 석류즙 4% 첨가 두부가 가장 높았으며 석류즙 1%, 2% 첨가 두부가 비교적 낮아 시료간에 유의한 차이가 없었다. 떫은 맛(astringent taste)은 대조군 GDL 첨가 두부보다 석류즙 첨가 두부군이 더 높은 값을 나타내어 석류즙 5% 첨가 두부가 가장 높았으며 대조군 GDL 첨가 두부(2.78)와 석류즙 2% 첨가 두부(2.67)가 비슷한 값을 나타내었다($p<.05$).

두부의 신맛(sour taste)에서 석류즙의 첨가량이 증가할수록 강하게 나타나 $p<.01$ 수준에서 유의한 차이를 보였



<Figure 6> Scanning electron microscopic photograph of tofu tissue($\times 500$)
C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%,
P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%,
P5: fruit juice of pomegranate 5%

다. 단맛(sweet taste)은 P5>P4>P3>P2>P1>C순으로 높아 대조군인 GDL 첨가 두부가 가장 낮았으며 석류즙 5% 첨가 두부가 4.89로 가장 높아 석류즙 첨가로 두부의 향기로운 단맛이 증가했다고 사료된다. 석류즙 첨가 두부의 관능적 텍스처 특성 중 경도(hardness)는 C>P2>P3>P5>P2>P4순으로 대조군인 GDL 첨가 두부가 가장 높았고 석류즙 2% 첨가 두부가 그 뒤를 이었으나 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 씹힘성(chewiness)은 GDL 첨가 두부가 6.22로 가장 높았으며 다음으로 석류즙 2% 첨가 두부가 가장 높게 나타났다. 탄력성(springness)은 GDL 첨가 두부가 가장 높게 나타났고 석류즙 첨가 두부군 중에 석류즙 4% 첨가 두부가 가장 높은 점수를 나타내어 시료간의 유의적인 차이가 없었다. 입안에서의 매끄러운 정도(smoothness)는 대조군인 GDL 첨가 두부가 6.89로 가장 높았으며 석류즙 첨가 두부군 중 석류즙 2% 첨가 두부가 5.89로 높은 점수에 비해 두부로서의 질감의 정도가 좋게 나타났다. 응집성(cohesiveness)은 대조군 GDL 첨가 두부에 비해 석류즙 첨가 두부군이 더 높은 점수를 보였다.

<Figure 7>은 석류즙 첨가량에 따른 두부의 기호도로 외관의 기호도(appearance quality), 향미의 기호도(taste quality), 맛의 기호도(taste quality), 질감의 기호도(texture quality), 전반적인 기호도(overall quality)에 대하여 QDA profile로 나타낸 결과이다. 외관의 기호도(appearance quality)는 GDL 첨가 두부가 가장 높았고 석류즙 첨가 두부군에서는 석류즙 2%가 5.44로 가장 높았으며 $p<.001$ 에서 유의적인 차이가 있었다. 향미의 기호도(flavor quality)도 대조군인 GDL 첨가 두부가 가장 높았으며 석류즙 2% 첨가 두부가 그 다음으로 높

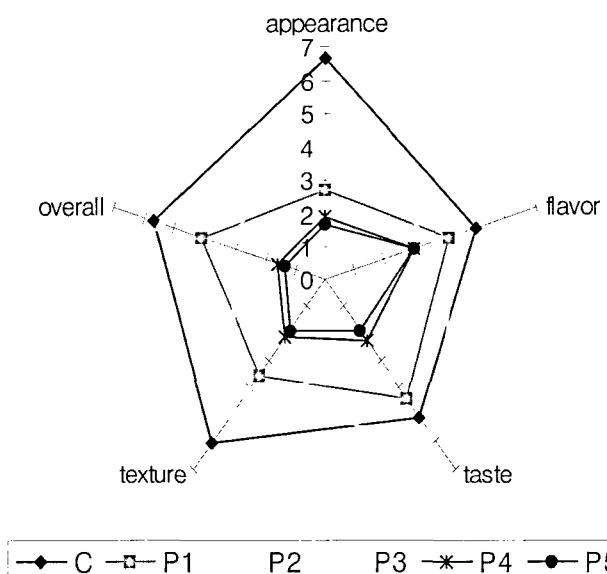
<Table 4> Sensory evaluation of tobu coagulated by fruit juice of pomegranate

Sensory Properties	Samples ¹⁾						F-value	
	GC	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5		
Appeal	Sleekness	6.00 \pm 1.12 ^{a2)}	2.44 \pm 1.13 ^d	4.78 \pm 1.72 ^b	3.56 \pm 0.88 ^c	1.89 \pm 1.27 ^d	1.44 \pm 0.53 ^d	20.82***
rance	color	1.00 \pm 0.00 ^d	2.00 \pm 2.00 ^c	2.67 \pm 0.50 ^c	3.89 \pm 0.33 ^b	4.33 \pm 1.66 ^b	6.67 \pm 0.50 ^a	64.38***
	Flavor	4.11 \pm 1.36 ^a	4.11 \pm 1.36 ^a	4.22 \pm 0.67 ^a	4.11 \pm 0.33 ^a	4.89 \pm 0.60 ^a	4.44 \pm 1.01 ^a	0.91
Taste	Nutty	4.89 \pm 2.15 ^a	4.44 \pm 1.88 ^{ab}	4.00 \pm 2.24 ^{abc}	2.78 \pm 1.39 ^{bc}	2.22 \pm 1.39 ^c	2.78 \pm 1.20 ^{bc}	3.36**
	Beany	3.67 \pm 1.94 ^a	3.44 \pm 1.81 ^a	3.56 \pm 1.01 ^a	4.00 \pm 0.87 ^a	4.22 \pm 1.20 ^a	3.89 \pm 1.45 ^a	0.38
	Astringent	2.78 \pm 1.99 ^b	3.00 \pm 1.66 ^b	2.67 \pm 1.73 ^b	3.33 \pm 1.66 ^b	4.67 \pm 0.87 ^b	4.67 \pm 1.41 ^b	3.00*
	Sour	2.89 \pm 2.02 ^c	2.89 \pm 1.76 ^c	3.22 \pm 1.39 ^{bc}	3.67 \pm 1.32 ^{bc}	4.78 \pm 1.72 ^{ab}	5.78 \pm 1.86 ^a	4.27**
	Sweet	2.44 \pm 1.67 ^c	3.33 \pm 1.32 ^{bc}	3.78 \pm 1.09 ^{ab}	4.00 \pm 1.00 ^{ab}	4.00 \pm 1.12 ^b	4.89 \pm 1.54 ^b	3.45**
Texture	Hardness	5.44 \pm 2.40 ^a	3.44 \pm 1.01 ^b	4.56 \pm 1.24 ^{ab}	4.00 \pm 1.22 ^{ab}	3.22 \pm 2.17 ^b	3.44 \pm 2.55 ^b	1.85
	Chewiness	6.22 \pm 0.83 ^a	3.89 \pm 1.67 ^b	5.56 \pm 1.13 ^a	3.22 \pm 0.83 ^b	2.11 \pm 0.78 ^c	2.22 \pm 0.67 ^c	31.03***
	Springiness	5.22 \pm 2.68 ^a	2.78 \pm 1.39 ^b	3.56 \pm 1.42 ^{ab}	4.22 \pm 0.83 ^{ab}	3.56 \pm 1.94 ^{ab}	4.11 \pm 2.32 ^{ab}	1.74
	Moistness	6.89 \pm 0.33 ^a	3.89 \pm 1.90 ^c	5.89 \pm 0.78 ^b	3.56 \pm 0.88 ^c	1.89 \pm 0.60 ^d	1.89 \pm 0.60 ^d	38.95***
	Cohesiveness	3.00 \pm 2.34 ^a	3.33 \pm 1.00 ^a	3.22 \pm 1.72 ^a	3.78 \pm 0.67 ^a	4.89 \pm 2.20 ^a	4.67 \pm 2.12 ^a	1.75

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $P<0.001$

1) C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%, P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate 3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%, P5: fruit juice of pomegranate 5%

2) a-c superscript letters indicate significant different at $p=0.05$ by Duncan's multiple range test



<Figure 7> QDA profile of sensory characteristics of tobu coagulated by fruit juice of pomegranate
C : Control(GDL), P1 : fruit juice of pomegranate 1%,
P2: fruit juice of pomegranate 2%, P3: fruit juice of pomegranate
3%, P4: fruit juice of pomegranate 4%, P5: fruit juice of pomegranate 5%

았다. 질감의 기호도(texture quality)에서는 석류즙 2% 첨가 두부가 가장 높은 점수를 얻어 석류즙을 많이 첨가한 두부일수록 유의적으로 낮은 점수를 얻었다($p<.001$). 전반적인 기호도(overall quality)는 GDL 첨가 두부가 5.67로 가장 높은 점수를 얻었으며 석류즙 첨가군 두부에서는 외관(appearance), 향미(flavor), 맛(taste), 질감(texture)에서 높게 나타난 석류즙 2% 첨가 두부가 5.44로 가장 높아 두부의 기호도를 높일 수 있는 응고제량으로서 가치가 있는 것으로 판단된다.

V. 요 약

두부는 식물성 단백질 자원의 식품으로 세계적으로 잘 알려져 있으며 우리나라의 전통식품이다. 최근 두부가 건강식품으로 인식되면서 품질 고급화를 위한 방안으로 화학첨가물이 아닌 천연응고제로서 석류즙을 사용하여 두부를 제조하여 기계적 및 관능적 특성의 품질특성을 조사하고 저장성을 살펴보았다. 두부의 수율은 대조군이 485g/500mL이었으나 석류즙 첨가 두부군에서는 석류즙 3%(493.3g/500mL)가 가장 높고 석류즙 2%, 4% 순이었다. 두부여액의 탁도는 석류즙 첨가량이 많아질수록 높게 나타났으며 여액의 pH는 석류즙 첨가 두부가 대조군보다 낮게 나타났다. 두부의 색도에서 L(lightness)값은 대조군이 가장 높았으며 탁한 붉은색의 석류즙 두부는 첨가량

이 증가될수록 감소하였다. a(redness)값은 석류즙 첨가량이 증가될수록 커졌으며 b(yellowness)값은 대조군이 석류즙 첨가 두부군보다 높았다. 두부의 texture에서 경도(hardness)는 석류즙 첨가 두부가 더 단단하였고 응집성(cohesiveness)은 석류즙 4%, 5%첨가군이 대조군보다 높고, 석류즙 1%, 2%, 3% 첨가군보다 낮았다. 탄력성(springness)은 P4>P5>C>P3>P2>P1순이며 겹성을 석류즙 3%첨가군이 GDL두부와 유사한 특성을 보였으며 ($p<.001$), 부서짐성(brittleness)은 석류즙을 많이 첨가할 수록 높아지는 경향이 있었다. 두부를 0°C에 저장하는 동안 pH는 대조군은 증가하며 석류즙 첨가 두부는 감소하는 경향을 보였으며 산도에서 대조군은 석류즙 첨가 두부와 같이 증가하였으며 두부의 저장성에서 대조군은 12일 지나면서 107 CFU/g을 넘어 부패가 진행되었으나 석류즙 첨가 두부는 세균의 증식속도가 감소되어 전 기간동안 대조군에 비해 저장성 연장을 볼 수 있었다. 두부의 미세구조에서 석류즙 2%, 3% 첨가 두부가 대조군과 균일한 구조를 나타냈으며 석류즙 첨가량이 증가할수록 입자가 크고 불규칙하며 거칠었다. 두부의 관능특성에서는 외관의 기호도는 대조군이 가장 높았으나 석류즙 첨가 두부군에서 석류즙 2% 첨가 두부가 외관(appearance), 향미(flavor), 맛(taste), 질감(texture)에서 가장 높았다.

■ 참고문헌

- 김진희. 2003(4). 우리 콩으로 만든 두부가 좋아요. 월간말(녹색 소비자연대). pp 210-213
- 한상배. 2005. 우리나라 두부류의 관리체계. 한국식품영양과학회. 춘계산업심포지움. pp 1-7
- Baek SH, Kang KH, Choe SN. 1996. Effect of Seaweeds added in preparation of Tofu. J. KOR Soc. Food Sci.. Nutr., 9(4): 529-535
- Choi OK, Chung KS, Cho GS, Hwang MO, Yoo YS. 2002. Proximate Compositions and Selected Phytoestrogens of Iranian Black Pomegranate Extract and Its Products. J. KOR Soc. Food Sci. Nutr., 15(2): 119-125
- Choi YO, Chung HS, Youn KS. 2000. Effects of Coagulants on the Manufacturing of Soybean Curd Containing Natural Materials. Korean J. Postharveat Sci. Technol, 7(3): 249-255
- Choi YO, Chung HS, Youn KS. 2000. Effects of Various Concentration of Natural Materials on the Manufacturing of Soybean Curd. Korean J. Postharveat Sci. Technol 7(3): 256-261
- Han BJ. 1998. The comparative study of curinary of tofu of the world. J. East Asian SOC. Dietary Life, 8(4): 536-553 .
- Han MR, Kim AJ, Chung KS, Kim MH. 2005. Optimization for Manufacturing Soybean Curd Adding Mulberry Leaf Powder and Extract. Food Engineering Progress, 9(4):

276-282

- Hwang TI, Kim SK, Park YS. 2001. Byoun KE. Studies on the Storage of Functional Red Soybean Curd. *J. KOR Soc Food SCI Nutr.*, 30(6): 1115-1119
- Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. 2000. Preparation and Shelf-life of Soybean Curd Coagulated by Fruit Juice of *Schizandra chinensis* RUPRECHT (Omija) and *Prunusmume* (Maesil). *Korean J. Food SCI. Technol.*, 32(5): 1087-1092
- Jung JY, Cho EJ. 2002. The effect of Green tea powder levels on Storage Characteristics of Tofu.. *Korea J. Soc. Food Sci.*, 18(2): 129-135
- Kang HY. 1997. Tofu Taste and Quality as Affected by Coagulants. *Korea Soybean Digest*, 14(2): 37-42
- Kim CJ. 1998. Processing and using of Tofu. *J East Asian Soc. Dietary Life*, 8(4): 508-535
- Kim DH, Lim MS, Kim YO. 1996. Effect of Seaweeds Addition on the Physicochemical Characteristics of Soybean Curd. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 25(2): 249-254
- Kim ES, Jung BM. 2004. A study on the consumption patterns of soybean curd and processed soybean products of residents on the kwangwon area of Korea. *Korea J. Food Cookery Sci.*, 20(1): 17-25
- Kim JM, Baek SH, Hwang HS. 1988. Preparation of the Tofu Coagulant from Egg - shell and It's Use. *J KOR Soc Food Sci. Nutr.*, 17(1): 25-31
- Kim KT, Im JS, Kim SS. 1996. A Study of the Physical and Sensory Characteristics of Ginseng Soybean Curd Prepared with Various Coagulants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(5): 965-969
- Kim SS, Park MK, Oh NS, Kim DC, Han MS, In MJ. 2003. Studies on Quality Characteristics and Shelf-life of Chlorella Soybean Curd (Tofu). *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 46(1): 12-15
- Koh JH, Hwang MH, Moon JS, Son JY. 2005. Antioxidative and Antimicrobial Activities of Pomegranate Seed Extracts. *Korea J. Food Cookery Sci.*, 21(2): 171-179
- Lee HJ, Hwang IK. 1994. Texture characteristics and microstructure of soybean curds prepared with different coagulants. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 10(3): 284-290
- Lee MY, Kim SD. 2004. Shelf - life and Quality Characteristics of Tofu Coagulated by Calcium Lactate. *J. Korean Soc. Food Sci.. Nutr.*, 33(2): 412-419
- Park CK, Hwang IK. 1994. Effects of Coagulant Concentration and Phytic Acid Addition on the Contents of Ca and P and Rheological Property of Soybean Curd. *Korea J. Food Sci. Technol.*, 26(4): 355-358.
- Pyun JW, Kim HS, Park CK, Hhwang IK. 1991. Effect of coagulant and additives on qualities of soybean curd 'Tofu'. *Korea Soybean Digest*, 8(2): 15-24
- Shim JJ, Seo JH, Soh HS, Yoo BS, Lee SP. 2003. Rheological properties of soymilk and curd prepared with micronized full-fat soyflour. *J. KOR Soc. Food SCI. Nutr.*, 32(1): 75-81
- Shim SM, Choi SW, Bae SJ .2001. Effects of *Punica granatum* L. Fractions on Quinone Reductase Induction and Growth Inhibition on Several Cancer Cells. *J. KOR Soc. Food Sci. Nutr.*, 30(1): 80-85
- Tajiri, T. 1993. Physical properties of tofu produce using cirtus fresh fruit and Ume-zu as coagulation agent, *Nippon Chokuhin Kogyo GakKaishi*, 40: 814-823

(2006년 8월 4일 접수, 2006년 11월 10일 채택)