

응고제에 따른 강황 두부의 품질 특성

박금순[†] · 이신호 · 박경남

대구가톨릭대학교 식품외식산업학부

The Quality Characteristics of Kanghwang(*Curcuma aromatica* Salab.) Tofu Prepared with Various Coagulants

Geum-Soon Park[†], Shin-Ho Lee and Kyoung-Nam Park

Faculty of Food Technology and Service, Catholic University of Daegu, Hayang 712-702, Korea

Abstract

The physicochemical and functional properties of tofu prepared with kanghwang(*Curcuma aromatica* Salab.) were investigated, in order to study the effects of six different commercial coagulants. The coagulant concentrations were determined as 0.3% GDL, 0.3% MgCl₂, 1.0% CaCl₂, 1.5% CaSO₄, 0.45% mixed coagulant, and 1.5% Milky-Mg by pre-experiments. Also, the optimum concentration for the added kanghwang(*Curcuma aromatica* Salab.) was chosen as 0.01%. The yields of the kanghwang tofu prepared with Milky-Mg, mixed, and GDL coagulants were higher than those prepared with MgCl₂, CaCl₂, and CaSO₄. The pH of the kanghwang tofu prepared with the MgCl₂ coagulant was higher than when made with the other coagulants. The turbidity of the kanghwang tofu was highest when it was coagulated with GDL, and moisture content was highest or the of kanghwang tofu coagulated with CaCl₂. In the color analysis of the kanghwang tofu, the L^{***} value was highest with the Milky-Mg coagulant, while the a^{***} value was highest and the b^{***} value lowest with the GDL coagulant. For the textural properties, the hardness results were in the order of CaSO₄ > CaCl₂ > MgCl₂ > mixed > GDL > Milky-Mg, springiness, gumminess, and brittleness were highest in the tofu coagulated with Milky-Mg. For the overall acceptability of the sensory properties, the Kanghwang tofu that was made using the mixed coagulant had the highest score.

Key words : Tofu, coagulant, *Curcuma aromatica* Salab., quality characteristics.

서 론

식생활 패턴의 서구화로 고열량, 고지방식과 같은 불균형의 식생활과 운동 부족 등의 생활 패턴으로 인해 비만증이 발생되고 있다(Kim *et al* 2006). 그 결과 고지혈증, 동맥경화증, 심혈관계 질환, 고혈압 등이 유발되고 있는 실정이다(Jo *et al* 2004). 최근에는 콩에 함유된 영양소 외의 생리활성 물질에 많은 관심을 모으고 있으며, 콩에 많이 존재하는 flavonoid 성분들은 항암 효과 외에도 골다공증, 신부전, 심장 질환 등과 같은 만성 질환의 예방에 탁월한 효과가 나타난 것으로 밝혀지고 있다(Kim *et al* 2001). 이러한 성인병 예방에 효과가 입증되면서 콩의 대표적인 식품인 두부는 동양에서 가장 중요한 단백질 공급원으로 대중적인 식품 중에 하나이며, 서양에서도 소비가 증가되고 있다(Oh *et al* 2004). 두부의 제조시 품질과 수율에 영향을 미치는 요인으로 대두의 단

백질, 수침 시간, 가수량, 가열 온도, 응고제의 종류와 첨가 방법, 성형 조건 등 다양하지만 무엇보다 품질에 중요한 인자는 응고제의 종류와 양으로 알려져 있다(Park *et al* 2004). Lee & Hwang(1994)은 응고제를 달리하여 제조한 두부의 질감과 구조 특성에서 응고제의 종류와 양에 따라 두부의 물성이 달라짐을 연구하였으며, Moon *et al*(1979)은 응고제별로 두부의 texture 특성에 관한 연구에서 관능검사와 기계적 검사를 통해 응고제의 최적 농도와 기호도를 조사하였으며, Choi *et al*(2000a)은 응고제에 따른 천연물 첨가 두부의 제조 특성에 관해 연구하여 적절한 응고제 종류와 양을 조사하였다. 품질에 가장 큰 영향을 미치는 응고제의 선택으로 실제 생산되고 있는 대부분의 두부는 2가지 이상의 응고제를 혼합하여 사용하고 있다. 혼합 응고제에 관한 연구가 Kim *et al*(1994)과 Ku & Kim(1994)에 의하여 시도되었으며, Kim *et al*(1997)은 이 성분 혼합 응고제에 의한 두부의 물성 변화를 연구하여 소비자의 취향에 맞는 다양한 제품을 생산하기 위해 혼합 응고제의 필요성을 보여주었다.

[†] Corresponding author : Geum-Soon Park, Tel : +82-53-850-3455, Fax : +82-53-850-3512, E-mail : gspark@cu.ac.kr

강황(*Curcuma aromatica* Salab.)은 울금이 기원 식물로, 열대 지방 및 중국의 남부 지방에서 자생, 재배되는 생강과의 다년생 초본으로 본초학에서 강황을 생약으로 사용시 성질이 따뜻해서 혈액 순환을 촉진시키고 통증을 제거하는 효과가 탁월하다고 하였다. 강황의 주성분은 향기 성분과 curcuminoid의 색소 성분으로 나뉘질 수 있는데, 향기 성분보다는 curcuminoid에 의한 착색 효과가 중요한 것으로 평가되어 오고 있다. 강황의 생리 활성 물질인 curcuminoid의 약리 효과로 간장염, 담도염, 담석, 항균 효과, 항산화, 항비만 등에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Park *et al* 2007). 식생활의 고급화 및 건강 식품에 대한 기호도가 높아지면서 아름다운 색상과 기능성을 지닌 색상 두부에 관심이 높아지고 있어 당근, 시금치(Choi YO 2000b), 녹차(Jung & Cho 2002) 등 천연의 색상을 지닌 재료로부터 얻은 주스나 추출물을 두유에 혼합한 후 응고제를 처리하여 제조하고 있다. 본 연구에서는 두부의 기능성과 시각적인 기호성을 향상시킬 수 있는 강황 추출물을 혼합하고 응고제 종류에 따라 두부를 제조하여 그 품질 특성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

콩(국산)은 (주) 해뜨락에서 구입하였고, 강황은 대구 약전 골목에서 구입한 것으로, 콩 500 g에 95% 에탄올을 10배 가하여 48시간 2회 추출한 뒤 감압 증발 농축기(WB 2000, Heidolph, Germany)로 1/10 농축한 추출원액을 사용하였다. 두부 제조를 위한 응고제로는 glucono- δ -lactone(GDL), 염화마그네슘(MgCl₂), 염화칼슘(CaCl₂), 황산칼슘(CaSO₄)(태진산업, Korea), 복합 응고제(HI110, 태진식품, Korea), 밀키마그네슘(소이메이트1-1, (주) 태진지엔에스, Korea)을 사용하였다.

2. 응고제 종류별 강황 첨가 두부 제조

응고제 종류별 강황 첨가 두부의 최적 농도를 결정하기 위하여 Choi *et al*(2000a)의 방법을 수정, 보완하여 수차례 예비 실험을 행한 결과 GDL 0.3%, MgCl₂ 0.3%, CaCl₂ 1.0%, CaSO₄ 1.5%, 복합 응고제 0.45%, 밀키마그네슘 1.5%로 설정하였다. 강황의 농도는 예비 실험을 거쳐 두부의 성형과 관능적 선호도가 높게 평가된 0.01%를 첨가하여 강황 두부를 제조하였다. 제조 방법은 대두를 3회 씻어 5배의 증류수에 12시간 침지한 후 불린 대두의 8배에 해당하는 증류수를 가하여 마쇄하였다.

두부 제조기(pk-2003, 펜코21, Korea)를 사용하여 두유 5 L에 90℃의 온도에서 강황과 각각의 응고제를 첨가하여 15분간 방치한 후 사각틀(32.8×21.8×7.5 cm)에 담아 12분간 압

착 후 5분 냉각하여 사용하였다.

3. 실험 방법

1) 이화학적 특성

두부의 수율은 Lee & Kim(2004)의 방법으로 불린 대두량에 대하여 가수량을 8배로 하고 얻어진 두유 5 L로부터 만들어진 생두부의 무게를 측정하였으며, 3회 반복하여 구하였다. 두부의 pH는 Park KN(2007)의 방법으로 두부 50 g에 증류수 100 mL를 첨가하여 stomacher로 60초간 마쇄한 뒤 여과지(Whatman No.2)에 걸러 여과액 20 mL를 pH meter(Metrohn AG CH-91, Hanna, Mauritius)에 측정하였다. 총 산도는 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3까지 중화시키는데 소비된 0.1N NaOH의 mL를 lactic acid(% w/w) 함량으로 환산하여 적정 산도(% w/w)로 표시하였다. 탁도는 600 nm의 흡광도에서 두부의 여과액을 spectrophotometer(UV-9100, Human Co., Korea)로 3회 반복 측정하였다. 강황 첨가 두부의 수분 함량 측정은 적외선 수분 측정기(Moisture determination balance FD-600, KETT Electric Laboratory, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정 후 그 평균값을 이용하였다.

2) 색도 측정

제조된 두부를 일정한 크기(3×3×1 cm)로 자른 후 색차계(Color Difference Meter, Model JC 801, Color techno system co., LTD, Japan)를 사용하여 L(명도) 값, a(적색도)값, b(황색도) 값을 3회 반복 측정, 그 평균값으로 나타내었다. 표준백판의 L값, a값, b값은 각각 98.61, 5.76, -6.10이었다.

3) Texture 측정

두부의 texture는 두부를 일정 크기(3.0×3.0×1.5 cm)로 자른 다음 Rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific. Co., Japan)를 이용하여 distance 5 mm, plunger ϕ 10 mm, adapter type circle, table speed 60 mm/s의 조건으로 측정하였으며, 모든 시료는 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

4) 관능검사

관능검사는 대구가톨릭대학교 식품·외식산업학부 전공자 15명을 대상으로 검사 방법과 평가 특성을 교육시킨 후 검사를 실시하였다. 두부는 일정한 크기(3.0×3.0×1.5 cm)로 흰색 접시에 담아 제공하였으며, 한 개의 시료를 평가 후 반드시 생수로 입안을 행구하고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가 내용은 두부의 외관, 향미, 맛, 조직감, 전반적인 기호도로 7점 척도로 평가하고 전반적인 기호도는 QDA file로 나타내었다.

4. 통계 처리

강황 첨가 두부의 이화학적 검사, 관능검사와 기계적 검사의 측정 결과는 평균, 분산 분석, 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성 검정을 하였으며, 관능검사와 기계적 검사의 상관 정도를 분석하기 위해 Pearson's correlation으로 검정하였다(장지인 등 1996, 조중재 등 1999). 모든 통계 자료는 통계 package SAS를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 두부의 이화학적 특성

Fig. 1은 응고제에 따른 강황 두부의 수율을 나타낸 것으로 응고제에 따라 수율의 차이를 보였다. 강황 두부의 수율은 1,320~2,080 g이며, 밀키 마그네슘을 첨가한 두부의 수율이 가장 높았다. 그 다음이 복합 응고제, GDL이 높았으며 CaSO₄, CaCl₂, MgCl₂ 순으로 낮게 나타났다. 높은 수율로 두부를 제조하기 위해서는 응고가 천천히 진행되어야 하는데, GDL은 gluconic acid로 전환되는 과정에서 두부의 응고가 서서히 균일하게 일어나므로 두부의 함유율이 높아짐에 따라 수율이 증가하는 것으로 판단된다. Kim *et al*(1994)은 단일 응고제를 사용한 실험구보다 혼합 첨가가 수율이 높은 경향이 나타난다고 하였으며, Lee & Hwang(1997)은 CaCl₂, MgCl₂은 용해도가 높기 때문에 응고가 급격히 일어나 응고물이 고르지 못해 수율이 낮아진다고 하여 본 연구와 일치하였다.

응고제별 강황 두부의 산도, pH, 탁도, 수분 함량은 Table 1과 같다. 산도는 0.005~0.012로 나타났으며 $p < 0.001$ 에서 유의한 수준을 보였으나, 각 시료간에 차이는 없었다. pH는 복합 응고제를 첨가한 강황 두부가 5.66으로 가장 낮았으며, 강

황 두부의 pH는 5.66~6.17을 나타냈다. 탁도는 GDL을 첨가한 강황 두부가 가장 높았으며, MgCl₂, Milky-Mg, CaSO₄, 복합 응고제, CaCl₂ 순으로 나타났다. Choi *et al*(2000a)은 GDL을 사용한 녹차 첨가 두부에서 응고 속도가 늦어 단백질이 응고되기 전 녹차 분말이 침강함으로써 흡착되지 못하고 빠져나와 탁도가 가장 높게 나타났다고 보고한 바 있다. 강황 두부의 수분 함량은 CaCl₂가 가장 높게 나타났으며, 복합 응고제와 CaSO₄, GDL 첨가 두부가 68.90, 68.80, 68.70으로 비슷했으나, MgCl₂, Milky-Mg보다는 수분 함량이 많았다.

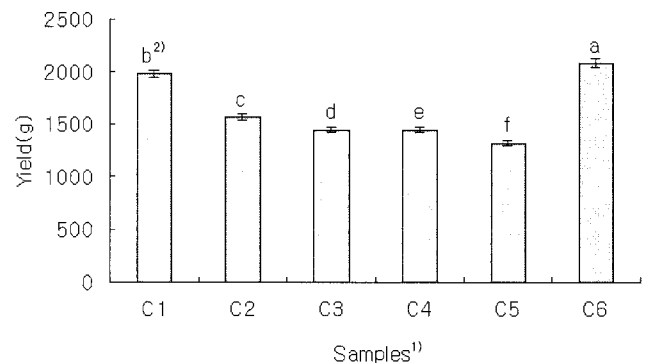


Fig. 1. Yield of Kanghwang tofu prepared with various coagulants.

- ¹⁾ C1: Kanghwang tofu using mixed coagulant,
 C2: Kanghwang tofu using GDL coagulant,
 C3: Kanghwang tofu using CaSO₄ coagulant,
 C4: Kanghwang tofu using CaCl₂ coagulant,
 C5: Kanghwang tofu using MgCl₂ coagulant,
 C6: Kanghwang tofu using Milky-Mg coagulant.

²⁾ Different superscripts within a row(a~f) indicate significant different at $p < 0.05$.

Table 1. Acidity, pH, turbidity and moisture content of Kanghwang tofu prepared with various coagulants

	Samples ¹⁾						F-value
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
Acidity	0.010±0.000 ^{c2)}	0.011±0.000 ^b	0.005±0.000 ^e	0.005±0.000 ^e	0.010±0.000 ^d	0.012±0.000 ^a	2014.92 ^{***}
pH	5.66 ±0.01 ^e	5.70 ±0.02 ^d	5.77 ±0.01 ^c	5.71 ±0.02 ^d	6.17 ±0.01 ^a	5.82 ±0.02 ^b	617.53 ^{***}
Turbidity	1.079±0.045 ^{ab}	1.312±0.166 ^a	1.158±0.056 ^b	0.974±0.001 ^{bc}	1.207±0.046 ^{ab}	1.194±0.014 ^{ab}	6.91 ^{**}
Moisture content	68.90 ±0.10 ^b	68.70 ±0.10 ^c	68.80 ±0.10 ^{bc}	71.10 ±0.10 ^a	64.80 ±0.10 ^d	57.50 ±0.10 ^e	7250.00 ^{***}

*** $p < 0.001$.

- ¹⁾ C1: Kanghwang tofu using mixed coagulant,
 C2: Kanghwang tofu using GDL coagulant,
 C3: Kanghwang tofu using CaSO₄ coagulant,
 C4: Kanghwang tofu using CaCl₂ coagulant,
 C5: Kanghwang tofu using MgCl₂ coagulant,
 C6: Kanghwang tofu using Milky-Mg coagulant.

²⁾ Different superscripts within a row(a~e) indicate significant different at $p < 0.05$.

2. 두부의 색도

Table 2는 응고제별 강황 첨가 두부의 색도를 나타낸 것이다. 강황 첨가 두부의 색도는 응고제 종류에 따라 차이가 있어 L값은 71.00~76.50이었으며, a값은 2.71~7.94, b값은 26.05~36.10을 보였다. L값에서 MgCl₂ 첨가 두부가 가장 낮게 나타났으며, b값은 GDL첨가 두부가 가장 낮게 나타났다. Kim *et al*(1996)의 인삼 첨가 두부에서 L값은 CaCl₂ 첨가 두부가 가장 낮게 나타나 본 연구와 차이가 났으나 GDL첨가 두부가 b값이 가장 낮게 보고되어 본 실험과 일치하였다.

3. 두부의 Texture

응고제별 강황 첨가 두부의 물성 특성은 Table 3과 같다. 견

고성(hardness)는 염에 의한 응고제인 CaSO₄, CaCl₂, MgCl₂가 높게 나타났으며, 복합 응고제, GDL, Milky-Mg순으로 낮게 나타났으며, Lee *et al*(1997)은 응고제별 두부의 견고성에서 CaCl₂, MgCl₂이 가장 높게 나타났다고 보고하였다. 강황 첨가 두부의 응집성(cohesiveness)은 복합 응고제 첨가 두부가 가장 높게 나타났으며, Milky-Mg 첨가 두부가 가장 낮게 나타났으나, GDL, CaSO₄, CaCl₂, MgCl₂, 응고제 첨가 두부군에서는 67.26~69.35로 시료간의 유의한 차이가 없었다. 탄력성은 Milky-Mg 첨가 두부를 제외한 다른 응고제 첨가 두부군에서 82.36~87.65로 시료 간에 비슷한 경향을 보여 유의한 차이가 없었다. 검성(gumminess)과 부서짐성(brittleness)은 견고성(hardness)과 같이 CaSO₄, CaCl₂, MgCl₂가 높게 나

Table 2. Color of Kanghwang tofu prepared with various coagulants

Hunter color value	Samples ¹⁾						F-value
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
L	73.93±0.00 ^{b2)}	71.47±0.03 ^e	72.99±0.03 ^d	73.41±0.22 ^c	71.00±0.00 ^f	76.50±0.00 ^a	1372.42 ^{***}
a	3.79±0.00 ^e	7.94±0.07 ^a	4.73±0.09 ^e	4.13±0.08 ^d	6.09±0.05 ^b	2.71±0.06 ^f	2371.12 ^{***}
b	33.72±0.09 ^c	26.05±0.17 ^f	35.37±0.05 ^b	32.16±0.10 ^d	36.10±0.00 ^a	26.38±0.02 ^e	7046.33 ^{***}

*** p<0.001.

- ¹⁾ C1: Kanghwang tofu using mixed coagulant,
- C2: Kanghwang tofu using GDL coagulant,
- C3: Kanghwang tofu using CaSO₄ coagulant,
- C4: Kanghwang tofu using CaCl₂ coagulant,
- C5: Kanghwang tofu using MgCl₂ coagulant,
- C6: Kanghwang tofu using Milky-Mg coagulant.

²⁾ Different superscripts within a row(a~f) indicate significant different at p<0.05.

Table 3. Texture of Kanghwang tofu prepared with various coagulants

Properties	Samples						F-value
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
Hardness(g/cm ³)	609.34±39.81 ^{c2)}	514.77±31.38 ^d	1261.13± 5.68 ^a	1077.56 ±59.02 ^b	1074.31±51.99 ^b	390.2 ±3.16 ^e	265.07 ^{***}
Cohesiveness(%)	75.07± 6.09 ^a	68.94± 2.57 ^{ab}	67.31± 2.88 ^{ab}	67.26 ± 3.03 ^{ab}	69.35± 5.55 ^{ab}	62.62±4.82 ^b	2.55 [*]
Springiness(%)	82.36± 0.30 ^a	82.88± 2.01 ^a	82.68± 4.49 ^a	87.65 ± 3.30 ^a	85.40± 5.40 ^a	75.59±2.99 ^b	3.42 ^{**}
Gumminess(g)	155.78± 1.97 ^c	130.31± 6.46 ^c	358.48±42.23 ^a	217.936±26.89 ^b	279.74±29.84 ^b	81.67±1.64 ^d	58.99 ^{***}
Brittleness(g)	128.58± 1.62 ^c	108.14±10.17 ^c	297.68±51.08 ^a	238.67 ±29.20 ^b	239.50±35.23 ^b	91.51±2.21 ^c	27.20 ^{***}

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

- ¹⁾ C1: Kanghwang tofu using mixed coagulant,
- C2: Kanghwang tofu using GDL coagulant,
- C3: Kanghwang tofu using CaSO₄ coagulant,
- C4: Kanghwang tofu using CaCl₂ coagulant,
- C5: Kanghwang tofu using MgCl₂ coagulant,
- C6: Kanghwang tofu using Milky-Mg coagulant.

²⁾ Different superscripts within a row(a~e) indicate significant different at p<0.05.

타났으며, 복합 응고제, GDL, Milky-Mg순으로 낮게 나타나 복합 응고제와 GDL 첨가 강황 두부 간에 비슷한 경향을 보여 유의한 차이가 없었다.

4. 두부의 관능검사

응고제별 강황 첨가 두부의 관능검사 결과는 Table 4와 같이 외관, 향, 맛, 삼킨 후 느낌, 텍스처, 부드러운 정도를 살펴 보았다. 외관(appearance)에서 색은 MgCl₂ 첨가 두부가 가장 진하게 평가되었고, 매끄러운 정도(sleekness)에서는 CaSO₄이 높게 평가되었다. 고소한 향(roasted flavor)은 GDL, Milky-Mg, 복합 응고제가 가장 높게 평가되었으나 유의한 차이는 없었다. 맛은 고소한 맛(roasted)에서 복합 응고제가 4.60으로 가장 높았으며, 콩 비린맛에서는 가장 낮게 평가되어 두부의 맛으로서 긍정적인 평가를 보였다. 관능 평가의 텍스처에서 견고성(hardness)은 CaSO₄, CaCl₂, MgCl₂가 높게 나타나 기계적 특성의 견고성(hardness)과 일치하였으며, 씹힘성(chewiness)도 견고성(hardness)이 높을수록 높게 평가되었다.

Fig. 2는 응고제별 강황 첨가 두부의 기호도를 QDA file로

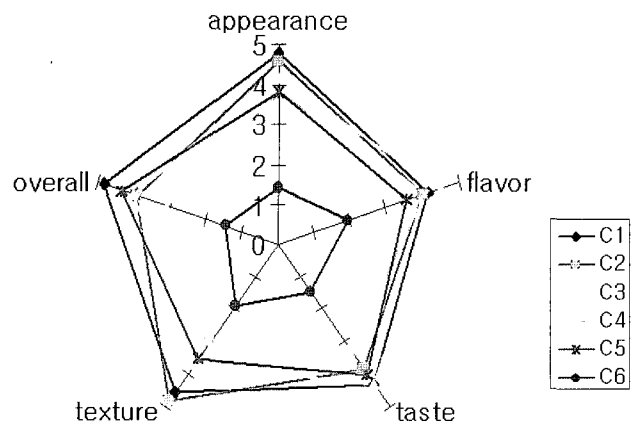


Fig. 2. QDA files of Kanghwang tofu prepared with various coagulants.

- C1: Kanghwang tofu using mixed coagulant,
- C2: Kanghwang tofu using GDL coagulant,
- C3: Kanghwang tofu using CaSO₄ coagulant,
- C4: Kanghwang tofu using CaCl₂ coagulant,
- C5: Kanghwang tofu using MgCl₂ coagulant,
- C6: Kanghwang tofu using Milky-Mg coagulant.

Table 4. Sensory properties of Kanghwang tofu prepared with various coagulants

Sensory properties	Samples ¹⁾							F-value
	C1	C2	C3	C4	C5	C6		
Appearance	Color	3.07±1.75 ^{cd2)}	4.00±1.52 ^{bc}	3.93±1.03 ^{bc}	4.67±1.35 ^{ab}	5.40±1.35 ^a	2.20±1.21 ^d	10.06 ^{***}
	Sleekness	3.20±1.47 ^{bc}	3.86±1.36 ^{abc}	4.87±1.19 ^a	4.13±1.77 ^{abc}	4.33±2.29 ^{ab}	2.80±2.08 ^e	2.84 [*]
Flavor	Roasted	4.00±1.46 ^a	4.29±1.27 ^a	4.07±1.10 ^a	3.47±1.68 ^a	3.93±1.39 ^a	4.13±1.60 ^a	0.56
	Roasted	4.60±1.50 ^a	3.14±1.61 ^{ab}	3.67±2.16 ^{ab}	3.40±1.72 ^{ab}	4.00±2.17 ^{ab}	2.67±1.59 ^b	2.07
Taste	Beany	2.40±1.12 ^c	3.00±1.52 ^{bc}	3.00±1.20 ^{bc}	4.53±1.88 ^a	4.07±2.02 ^{ab}	4.53±1.88 ^a	4.55 ^{**}
	Sour	2.67±1.88 ^c	3.43±2.06 ^{bc}	3.00±1.51 ^{bc}	4.47±2.45 ^{ab}	3.07±1.58 ^{bc}	5.33±1.68 ^a	4.46 ^{**}
After swallowing		3.73±1.94 ^a	3.43±0.79 ^a	4.47±1.50 ^a	3.67±2.02 ^a	3.73±0.88 ^a	3.07±1.79 ^a	1.10
Texture	Hardness	3.40±1.50 ^b	4.00±1.04 ^b	5.00±1.31 ^b	5.60±5.12 ^a	5.40±1.50 ^a	1.33±0.82 ^c	25.07 ^{**}
	Chewiness	3.33±1.59 ^b	3.71±1.07 ^b	5.27±1.10 ^a	5.13±1.46 ^a	5.27±1.03 ^a	1.87±1.41 ^c	16.96 ^{***}
	Springiness	3.33±1.63 ^b	3.86±1.17 ^b	4.87±1.36 ^a	5.13±1.36 ^a	5.27±1.22 ^a	1.27±0.59 ^e	21.75 ^{***}
	Cohesiveness	3.67±1.59 ^{bc}	3.43±0.94 ^{bc}	4.47±1.51 ^{ab}	5.07±1.22 ^a	5.00±1.31 ^a	3.13±2.29 ^e	4.31 ^{**}
Softness		3.67±1.72 ^{ab}	3.21±0.97 ^b	4.20±1.90 ^{ab}	4.73±1.49 ^a	4.33±1.63 ^{ab}	1.87±1.25 ^e	6.80 ^{***}

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

¹⁾ C1: Kanghwang tofu using mixed coagulant,
 C2: Kanghwang tofu using GDL coagulant,
 C3: Kanghwang tofu using CaSO₄ coagulant,
 C4: Kanghwang tofu using CaCl₂ coagulant,
 C5: Kanghwang tofu using MgCl₂ coagulant,
 C6: Kanghwang tofu using Milky-Mg coagulant.

²⁾ Different superscripts within a row(a~d) indicate significant different at p<0.05.

나타낸 것이다. 외관의 기호도에서는(appearance quality) 복합 응고제 첨가 두부와 GDL첨가 두부가 4.80, 4.57로 가장 높게 평가되었으며, 향의 기호도(flavor quality)는 CaSO₄과 복합 응고제 첨가 두부가 가장 높게 나타났다. 맛의 기호도(taste quality)에서도 CaSO₄과 복합 응고제 첨가 두부가 4.33으로 가장 높았으며, GDL, MgCl₂, CaCl₂, Milky-Mg 순이었다. 질감의 기호도(texture quality)에서는 GDL과 복합 응고제 첨가 두부가 가장 높은 평가를 나타냈으며, 전반적인 기호도(overall quality)에서는 복합 응고제 첨가 두부가 높게 평가되었다. 이로써 기호도가 높은, 좋은 품질의 강황 두부를 제조 할 때 강황 0.01%, 복합 응고제 0.45% 및 GDL 0.3%를 첨가하는 것이 가장 바람직한 조건인 것으로 나타났다.

요 약

강황 첨가 두부의 응고제 종류에 따른 품질 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다. 강황 첨가 두부의 수율은 Milky-Mg, 복합 응고제, GDL첨가 두부의 순으로 높은 수율을 나타냈으며, MgCl₂ 첨가 두부가 가장 낮은 수율을 나타내었다. 응고제별 강황 첨가 두부의 산도는 0.005~0.012이었으며 각 시료간의 유의한 차이가 없었다. pH는 복합 응고제를 첨가한 강황 두부가 가장 낮았고, MgCl₂ 첨가 두부가 가장 높았다 ($p<0.001$). 탁도는 응고속도가 늦은 GDL 첨가 두부가 가장 높았으며 $p<0.01$ 에서 유의한 차이가 나타났다. 수분 함량은 CaCl₂ 첨가 두부가 가장 높게 나타났으며, Milky-Mg 첨가 두부가 가장 낮게 나타났다($p<0.001$). 강황 첨가 두부의 기계적 특성 중 색도에서 L값(명도)은 Milky-Mg 첨가 두부가 가장 밝았으며, a값(적색도)은 GDL 첨가 두부가 가장 높게 나타났으나 b값(황색도)은 가장 낮게 나타났다. 강황 첨가 두부의 texture 측정결과 견고성은 CaSO₄ > CaCl₂ > MgCl₂ > 복합 응고제 > GDL > Milky-Mg 순이었으며, 응집성은 시료간에 $p>.05$ 에서 유의한 차이를 보였다. 탄력성, 검성, 부서짐성은 견고성이 높은 CaSO₄, CaCl₂, MgCl₂ 첨가 두부가 높게 나타났다. 외관과 질감의 기호도에서 복합 응고제와 GDL 첨가 두부가 가장 높은 점수를 얻었으며, 맛과 향의 기호도에서도 복합 응고제와 CaSO₄, GDL 첨가 두부가 높은 평가를 얻어 전반적으로 강황 0.01% 첨가 두부에 복합 응고제 0.45% 첨가와 GDL 0.3% 첨가 시 시각적 기호도와 기능적인 면에서 우수한 강황 두부로 제조될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구 결과로 수행되었습니다.

문 헌

- 장지인, 박상규, 이경주 (1996) SAS/PC를 이용한 통계자료 분석. 범문사, 서울. pp 75.
- 조중재, 한정혜, 박병선 (1999) 쉽게 배울 수 있는 window용 SAS통계자료 분석. 교문사, 서울. pp 134-197.
- Choi YO, Chung HS, Youn KS (2000a) Effects of coagulants on the manufacturing of soybean curd containing natural materials. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 249-255.
- Choi YO, Chung HS, Youn KS (2000b) Effects of various concentration of natural materials on the manufacturing of soybean curd. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 256-261.
- Jo SY, Kim MJ, Lee MG, Park EM, Jang JY, Choe JM, Kim DJ (2004) Effect of Korean traditional tea materials on minerals content and histological changes in Pb-administered rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 311-317.
- Jung JY, Cho EJ (2002) The effect of green tea powder levels on storage characteristics of tofu. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 129-135.
- Kim AJ, Kim MH, Chung KS (2006) Effects of mulberry-leaf powder tofu consumption on serum lipid profiles, Ca, Ca/P ratio and Pb status in middle-aged women. *Korean J Food Sci Technol* 38: 432-437.
- Kim DW, Ko SN, Kim WJ (1994) Effects of the mixed moagulants ratio on SPI - tofu characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 23: 98-103.
- Kim JW, Lee JH, Hong JH (1997) Effect of mixed coagulant on the rheological properties of soybean curd. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 1096-1101.
- Kim JY, Kim JH, Kim JK, Moon KD (2001) Quality and sensory evaluation of whole soybean flour tofu prepared from various processing conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:455-459.
- Kim KT, Im JS, Kim SS (1996) A study of the physical and sensory characteristics of ginseng soybean curd prepared with various coagulants. *J Korean Food Sci* 28: 965-969.
- Ku KH, Kim WJ (1994) Effect of heating time and mixed coagulants for prepared SPI tofu. *J Korean Food Sci* 26: 26-30.
- Lee HJ, Hwang IK (1994) Textural characteristics and microstructure of soybean curds prepared with different coagulants. *Koran J Soc Food Sci* 10: 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: 412-419.
- Lee SM, Hwang IK (1997) Texture characteristics of soybean - curds prepared with different coagulants and compositions of soybean - curd whey. *J Soc Food Cookery Sci* 13: 78-85.
- Moon SJ, Sohn KH, Kim YH (1979) The study of textural characteristics of soybean curd prepared with various coagulants. *J Korean Human Economics Association* 7: 11-19.
- Oh YJ, Lee SP, Kim CS (2004) Optimization for the industrial production of traditional Jeju tofu. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 603-608.
- Park KN (2007) Physiological characteristics of *Curcuma aromatica* Salab. and its potential use in food industry. *Doctorate Thesis* Catholic University of Daegu. p 22.
- Park KN, Park NY, Kim DG, Park GS, Lee SH (2007) Effect of turmeric(*Curcuma aromatica* Salab.) on shelf life of tofu. *Korean J Food Preserv* 14: 136-141.
- Park YJ, Oh NS, Han MS, Park MK, In MJ (2004) Effects of coagulants on the yield and textural properties of soybean curd (tofu) containing garlic. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 370-372.
- (2007년 6월 8일 접수, 2007년 7월 6일 채택)