

응고제에 따른 오징어 먹물 두부의 품질 특성

박어진¹ · 안상희² · 박금순^{2*}

¹가톨릭상지대학 호텔외식조리과, ²대구가톨릭대학교 외식산업학과

Quality Characteristics of Cuttlefish Inky Tofu Prepared with Various Coagulants

Eo-Jin Park¹, Sang-Hee An², Geum-Soon Park^{2*}

¹Dept. of Hotel, Food service and culinary art, Catholic Sangji College

²Dept. of Food Science and Technology, Catholic University

Abstract

Some quality characteristics of tofu prepared with cuttlefish ink were investigated to study the effects of various of coagulants. Each concentration of coagulant was determined as 0.2% of GDL, 0.3% of MgCl₂, 1% of CaCl₂, 1.5% of CaSO₄ and 0.6% D-gluconic acid calcium by pre-experiment. Also, the optimum concentration of added cuttlefish ink was chosen as 3%(diluted in twenty times). The yield of inky tofu prepared with GDL as coagulant was the highest. According to prepared with MgCl₂ as coagulant, the pH of inky tofu and inky tofu whey were higher than those of different coagulants. The turbidity of inky tofu was the highest coagulated with GDL. The moisture content of inky tofu coagulated with MgCl₂ was the highest. The result of microstructure was examined by SEM, the particles of inky tofu coagulated with GDL and D-gluconic acid calcium were small and uniformity. In overall acceptability of sensory properties, inky tofu coagulated with GDL was the highest in score. In the color of inky tofu, L value and a value were the highest coagulated with GDL, but that coagulated with CaCl₂ had the highest b value. In the texture properties of inky tofu, hardness, gumminess and brittleness were the highest coagulated with D-gluconic acid calcium. A positive correlation was observed between the pH of tofu whey and acidity. Sensory properties of roasted nutty flavor, hardness, cohesiveness and springiness were positively correlated with the acceptability.

Key Words : tofu, cuttlefish ink, coagulant, quality characteristics

I. 서 론

두부는 대두의 수용성 단백질을 추출 응고시킨 gel상의 식품으로 소화율이 높고, 대두단백질은 lysine 등 필수아미노산 함량이 높아 곡류 위주의 식생활에서 부족되기 쉬운 영양소를 공급하면서도 가격이 저렴한 식품이다(Kim 등 1996). 두부의 제조시 품질과 수율에 영향을 미치는 요인으로는 대두의 단백질, 수침시간, 가수량, 가열온도, 응고제의 종류와 첨가방법, 성형조건 등 다양하지만 그 중에서 품질에 가장 중요한 인자는 응고제의 종류와 양으로 알려지고 있다(Shen 등 1991; Lim 등 1990).

두부 제조시 사용되는 응고제로서 MgCl₂ · 6H₂O, CaSO₄ · 2H₂O, CaCl₂ · 2H₂O 등의 무기염이 있다. 현재 가장 많이 사용 중인 CaSO₄은 사용하기 쉽고 수율이 높으나 맛이 떨어지고, 소위 간수라 일컫는 MgCl₂은 CaSO₄보다 못하나 CaCl₂에 비해서 침전이 부드럽고 수율이 높은 특징을 가지고 있다. 유기산에 의한 응고는 무기염이나 무기산에 의한 응고보다 수율이나 질의 면에서 훨씬 우수하

며, 대표적인 응고제로서 G.D.L(glucono-delta-lacton)은 주로 순두부나 연두부에 사용하고 있다. 글루콘산 칼슘(D-gluconic acid calcium)은 유기산 염으로 GDL을 만드는 중간 과정에서 얻어지는 산물로서 반응 형태가 GDL과 거의 유사해 연두부나 순두부의 제조용으로 쓸 수 있고 수율 또한 높아 맛과 질을 동시에 만족시킬 수 있다(Kang 1997).

이러한 응고제를 달리하여 제조한 두부의 품질 차이에 관한 연구로는 두부청의 투과도를 응고력의 재료로 삼아 응고제의 농도를 결정한 연구(Lee & Hwang 1994; Lee & Hwang 1997), 혼합응고제의 혼합비율에 관한 연구(Kim 등 1994; Kim 등 1997), 단일 응고제와 복합응고제를 함께 사용한 연구(Kim 등 2000) 등 다양한 연구가 있다. 이뿐만 아니라 두부의 기능성 강화와 저장성을 향상시키기 위해 천연소재를 두부에 첨가한 후 응고제 종류에 따른 품질특성을 비교한 연구가 진행되었다. Kim 등(1996)은 인삼첨가 두부의 인삼첨가량, 첨가방법 및 응고제의 영향을 연구하였고, Choi 등(2000)은 다양한 천연물 첨가

* Corresponding author : Geum-Soon Park, Dept. of Food Service Industry, Daegu-Catholic University, 330, Hayangup Gyeongsansi Gyeongbuk 712-702, Korea
Tel : +82-53-850-3512 Fax : +82-53-850-3512 E-mail : gspark@cu.ac.kr

두부 제조시 응고제 종류별 제조 특성을 연구하였다. 그리고 우유두부(Woo 등 2004), 마늘 첨가 두부(Park 등 2004) 제조시 응고제가 두부의 수율, 물성, 관능적 특성에 미치는 영향에 관한 연구 등이 있다. 최근에는 새로운 응고제를 찾기 위한 시도로 오미자즙과 매실즙을 응고제로 한 두부(Jung 등 2000), 젖산칼슘을 응고제로 한 두부(Lee 등 2004) 등의 연구도 있다.

한편 오징어 먹물에는 함황아미노산의 일종인 타우린이 들어 있으며, 이 타우린은 지방의 흡수촉진, 혈중 콜레스테롤 및 중성지방 농도 저하, 뇌 발달, 망막기능, 심장보호기능, 삼투압 조절, 생식기능, 성장발달, 간 기능 보호 및 산화성 독성 물질 제거 등과 같은 다양한 기능을 가지고 있다 (Park 등 1998). 하지만 오징어 먹물은 내장과 함께 제거되어 거의 음식에 이용되지 않고 있는 실정이다. 오징어 먹물을 이용한 식품 제조에 관한 연구로는 오징어 먹물 첨가 떡(Lim 등 1999), 오징어 먹물 첨가 국수(Sim 등 2003), 오징어 먹물 첨가 젓갈(OH 등 2002) 정도만 보고되고 있을 뿐 식품으로의 개발이 매우 미비하다.

이에 본 연구에서는 다양한 기능성 물질을 가지고 있으면서도 버려지는 폐자원인 오징어 먹물을 첨가하여 두부를 제조하고, 각 응고제의 종류에 따른 오징어 먹물두부의 제조가능성과 이화학적, 관능적 물리적 품질특성을 비교 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험재료

대두(국산)는 농수산물유통공사에서 구입하였고, 오징어 먹물은 포항수산시장에서 냉동되지 않은 것으로 구입하여 먹물을 채취한 후 증류수로 20배 회석하여 사용하였다. 두부제조를 위한 응고제로는 glucono- δ -lactone(GDL), 염화마그네슘($MgCl_2$), 염화칼슘($CaCl_2$), 황산칼슘($CaSO_4$)(이상 태진산업), 글루콘산 칼슘(D-gluconic acid calcium, Research Chemicals Ltd.)을 사용하였다.

2) 응고제 종류별 오징어 먹물 두부제조

응고제 종류별 오징어 먹물두부의 최적 농도를 결정하기 위하여 Choi 등(2001)의 방법을 수정, 보완하여 수차례 예비실험을 행한 결과 GDL 0.2%, $MgCl_2$ 0.3%, $CaCl_2$ 1.0%, $CaSO_4$ 1.5%, 글루콘산 칼슘은 0.6%로 설정하였다. 오징어 먹물의 농도는 예비실험을 거쳐 3%를 첨가하여 오징어 먹물 두부의 제조 방법은 대두를 3회 씻어 5배의 증류수에 12시간 침지한 후 대두의 8배에 해당하는 증류수를 가하여 마쇄하였다. 마쇄액을 면포에 넣어 압출하고 압출된 두유 일정량(500 mL)을 가열한 뒤 80~90°C로

일정하게 온도를 유지시키면서 오징어 먹물과 각각의 응고제를 첨가하여 15분간 방치한 후 polypropylene(16×11×4cm) 용기에 담아 비압착식으로 제조하여 냉장고에 보관하며 사용하였다.

2. 실험방법

1) 이화학적 특성

두부의 수율은 Lee & Kim(2004)의 방법으로 대두량에 대하여 가수량을 8배로 하고 얻어진 두유 500 mL로부터 만들어진 생두부의 무게를 측정하였으며, 3회 반복 측정하였다. 두부의 pH는 Choi et al(2000)의 방법으로 시료 두부 10g을 취해서 증류수 20mL를 가해 균질화 시킨 후 pH meter(Metrohm AG CH-91, Hanna, Mauritius)를 이용하여 측정하였다. 총산도는 두부 1g을 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.3까지 중화시키는데 소비된 0.1N NaOH의 mL를 lactic acid(% w/w) 함량으로 환산하여 적정산도(% w/w)로 표시하였다. 먹물두부 제조 직후 순물을 여과지(동양여지 No.2)로 여과한 후 순물의 흡광도(600 nm)를 spectrophotometer (UV-9100, Human co., Korea)로 3회 반복 측정하였다. 먹물두부의 수분함량 측정은 적외선 수분 측정기(Moisture determination balance FD-600, KETT Electric Laboratory, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정 후 그 평균값을 이용하였다.

2) 주사 전자현미경(Scanning Electron Microscope)을 이용한 미세구조 관찰

두부를 1×1×1cm 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 μ A의 주사형 전자 현미경 (S-4100, Hitachi, Japan)을 이용하여 500배 배율로 관찰하였다.

3) 관능검사

관능검사는 대구가톨릭대학교 외식산업학과 대학원생 10명을 대상으로 검사방법과 평가특성을 교육시킨 후 검사를 실시하였다. 두부는 일정한 크기(3×3×1cm) 흰색 접시에 담아 제공하였으며 한 개의 시료를 평가 후 반드시 생수로 입안을 헹구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가내용은 두부의 외관, 냄새, 맛, 질감, 기호도이며, 7점 점수법으로 평가하였다.

4) 색도 측정

제조된 두부를 일정한 크기(3×3×1cm)로 자른 후 색차계(Color Difference Meter, Model JC 801, Color technico system co., LTD. Japan)를 사용하여 L(명도)

값, a(적색도) 값, b(황색도) 값을 3회 반복 측정, 그 평균 값으로 나타내었다. 표준판의 L값, a값, b값은 각각 98.56, 5.53, -6.16이었다.

5) Texture 측정

두부의 texture는 두부를 일정크기($3.5 \times 3.5 \times 1.5\text{cm}$)로 자른 다음 Rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific. co., Japan)를 이용하여 distance 5 mm, plunger $\phi 10\text{mm}$, table speed 60 mm/s 의 조건으로 측정하였으며 모든 시료는 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

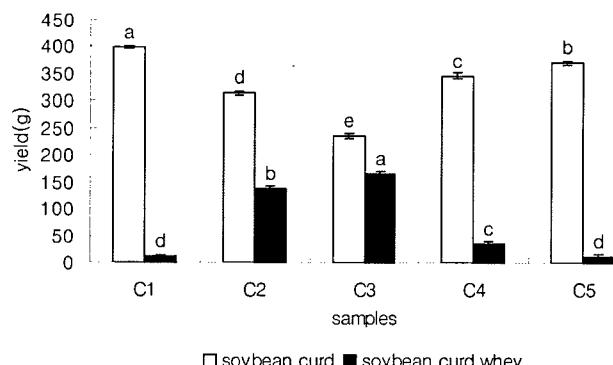
3. 통계 처리

오징어 먹물 첨가 두부의 이화학적 검사, 관능검사와 기계적 검사의 측정 결과는 평균, 분산분석, 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성 검정을 하였으며, 관능검사와 기계적 검사의 상관정도를 분석하기 위해 Pearson's correlation으로 검정하였다(장지인 등 1996; 조중재 등 1999). 모든 통계자료는 통계 package SAS를 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 이화학적 특성

응고제 종류를 달리한 먹물두부의 수율 변화는 <Figure 1>과 같다. 수율은 응고제의 종류에 따라 차이를 보여 GDL을 응고제로 사용한 두부의 수율이 가장 높았으며 그 다음이 글루콘산 칼슘, CaSO_4 였으며, MgCl_2 , CaCl_2 는 낮은 수율을 나타내어 일반적인 응고제 특성이 그대로 나타났다($p<0.001$). Lee 등(1997)은 두부의 수율이 좋으려

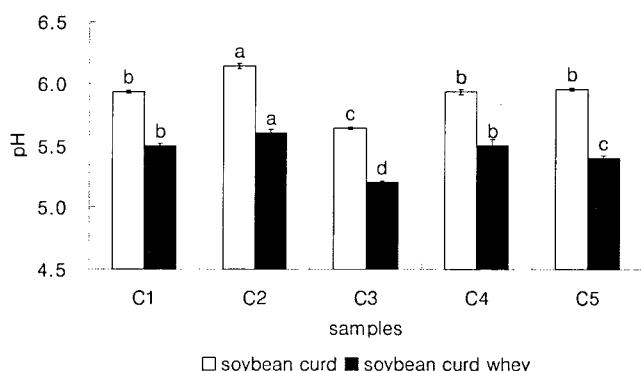


<Figure 1> Yield of inky tofu prepared with various coagulants
1) C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl_2 coagulant
C3: inky tofu using CaCl_2 coagulant C4: inky tofu using CaSO_4 coagulant
C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant
2) Different superscripts(a-d) indicate significant different at $p<0.05$

면 응고가 천천히 일어나야 하는데 GDL은 gluconic acid 가 되는 과정에서 응고가 일어나므로 서서히 균일하게 응고가 일어나고, 글루콘산 칼슘과 CaSO_4 도 서서히 용해되면서 단백질과 반응하여 응고가 일어나 수율이 높아진 것이라 하였다. 그러나 CaCl_2 와 MgCl_2 는 용해도가 높기 때문에 응고가 급격하게 일어나 응고물이 고르지 못하고 수율도 낮아진 것이라 하여 본 연구 결과와 일치하였다. Shuetleff 등(1996)도 GDL을 응고제로 사용한 두부가 높은 단백질 이행률을 보인다고 하였으며, 본 연구에서도 GDL을 응고제로 사용한 두부가 가장 높은 수율을 보여 오징어 먹물 첨가로 인한 응고제 특성이 달라지지 않음을 알 수 있었다. 두부 순물의 양은 두부 수율과 반대로 CaCl_2 가 가장 많았으며, GDL 먹물두부와 글루콘산 칼슘 먹물두부의 순물 양이 가장 작았다($p<0.001$).

먹물두부의 pH는 <Figure 2>에서와 같이 MgCl_2 두부의 pH가 6.14로 가장 높았고, CaCl_2 먹물두부의 pH가 5.64로 가장 낮아 시료간의 유의적인 차이가 있었다 ($p<0.001$). 먹물두부 순물의 pH도 먹물두부와 마찬가지로 MgCl_2 먹물두부 순물이 가장 높아 두부의 pH가 높을수록 순물의 pH도 높게 나타났다($p<0.001$).

응고제 종류별 먹물두부의 산도, 탁도, 수분함량 측정 결과는 <Table 1>과 같다. 먹물 두부의 산도는 pH가 가장 낮았던 CaCl_2 먹물두부의 산도가 가장 높았고, pH가 가장 높았던 MgCl_2 먹물두부보다 글루콘산 칼슘 먹물두부의 산도가 가장 낮아 시료간의 유의적인 차이가 있었다 ($p<0.001$). 응고제 종류별 먹물두부 순물의 탁도변화를 보기 위해 흡광도를 측정한 결과 CaSO_4 , 글루콘산 칼슘, CaCl_2 먹물두부의 순으로 탁도가 높았고 GDL 먹물두부의



<Figure 2> pH of inky tofu prepared with various coagulants
1) C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl_2 coagulant
C3: inky tofu using CaCl_2 coagulant C4: inky tofu using CaSO_4 coagulant
C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant
2) Different superscripts(a-d) indicate significant different at $p<0.05$

<Table 1> Acidity, turbidity and moisture content of inky tofu prepared with various coagulants

	Samples					F-value
	C1	C2	C3	C4	C5	
Acidity	0.396±0.004 ^b	0.342±0.002 ^c	0.450±0.008 ^a	0.342±0.005 ^c	0.324±0.004 ^d	322.70***
Turbidity	0.484±0.003 ^c	0.964±0.022 ^b	1.033±0.069 ^a	1.064±0.024 ^b	1.046±0.005 ^a	146.20***
Moisture content	82.6±0.10 ^a	83.1±0.05 ^a	75.7±0.10 ^c	81.3±0.06 ^b	81.3±0.10 ^b	3639.89***

***p<0.001

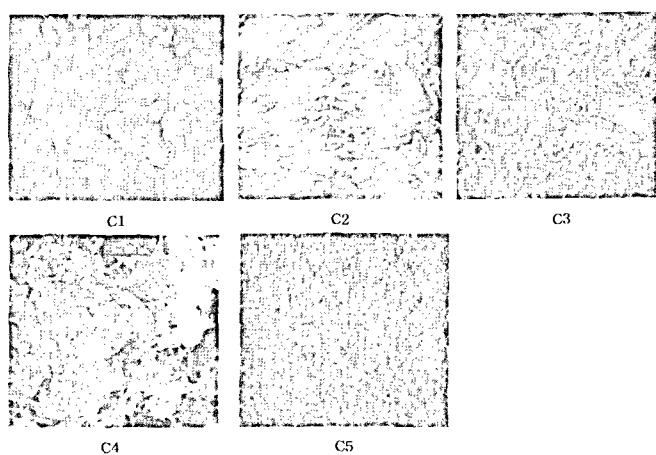
1) C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl₂ coagulant C3: inky tofu using CaCl₂ coagulant C4: inky tofu using CaSO₄ coagulant C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant

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

탁도가 가장 낮았다(p<0.001). Choi 등(2000)은 CaCl₂을 응고제로 사용한 두부 순물의 탁도가 높아 본 연구와 차이가 있었다. 먹물두부의 수분함량은 MgCl₂ 먹물두부가 83.1로 가장 높았고, 순물양이 가장 많았던 CaCl₂ 먹물두부의 수분함량이 가장 낮게 나타났다(p<0.001). Lee & Hwang(1994)의 연구에서는 GDL 두부의 수분함량이 가장 많아 본 연구와 차이가 있었으나, CaCl₂ 두부의 수분함량이 가장 낮게 나타난 것과는 일치하였다.

2. SEM을 이용한 미세구조 관찰

응고제를 달리하여 제조한 먹물두부의 구조적 차이를 관찰하기 위해 SEM을 사용하여 두부를 500배로 관찰한 결과는 <Figure 3>과 같다. Texture 측정에서 견고성이 가장 낮게 나타난 GDL 두부가 가장 작고 균일한 망상구조(network)를 보였으며, 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 진하다고 평가하였고, GDL 먹물두부의 색상이 가장 연하다고 평가하였다(p<0.001). 자른 단면의 매끄러운 정도는 GDL 먹물두부가 가장 높았고, CaCl₂ 먹물두부의 점수가 가장 낮아 거칠다고 평가하였다(p<0.001). 구수한 향과 이취는 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 높았으나 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 구수한 맛은 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 높았고, CaCl₂ 먹물두부가 가장 낮게 나타났다(p<0.01). 콩비린맛은 시료간의 유의적인 차이가 없었으며, 짙은맛(p<0.001), 쓴맛(p<0.001), 신맛(p<0.05)



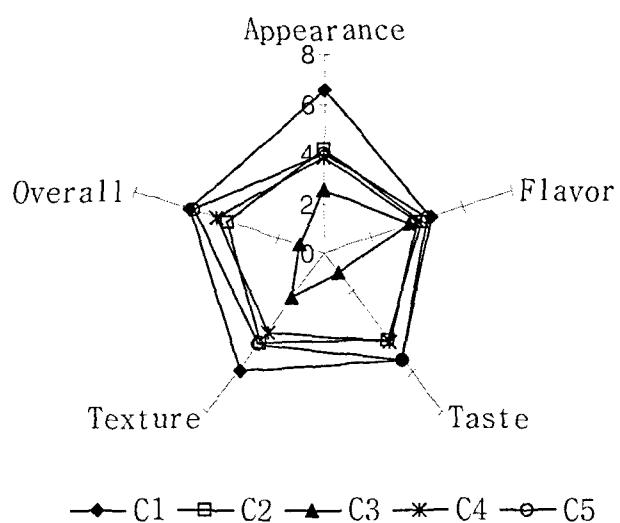
<Figure 3> Scanning electron microscopic photograph of inky tofu tissue(× 500)

C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl₂ coagulant
C3: inky tofu using CaCl₂ coagulant C4: inky tofu using CaSO₄ coagulant
C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant

은 GDL 두부의 망상구조가 규칙적으로 조밀한 구조와 같은 양상을 보였으며 전체적으로 외관의 모습이나 손으로 만졌을 때 부드러운 느낌을 알 수 있었다.

3. 관능검사

응고제 종류별 먹물두부의 관능검사 결과는 <Table 2>에서와 같이 외관에서 색상은 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 진하다고 평가하였고, GDL 먹물두부의 색상이 가장 연하다고 평가하였다(p<0.001). 자른 단면의 매끄러운 정도는 GDL 먹물두부가 가장 높았고, CaCl₂ 먹물두부의 점수가 가장 낮아 거칠다고 평가하였다(p<0.001). 구수한 향과 이취는 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 높았으나 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 구수한 맛은 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 높았고, CaCl₂ 먹물두부가 가장 낮게 나타났다(p<0.01). 콩비린맛은 시료간의 유의적인 차이가 없었으며, 짙은맛(p<0.001), 쓴맛(p<0.001), 신맛(p<0.05)



<Figure 4> QDA profile of acceptability of inky tofu prepared with various coagulants

C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl₂ coagulant
C3: inky tofu using CaCl₂ coagulant C4: inky tofu using CaSO₄ coagulant
C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant

<Table 2> Sensory properties of inky tofu prepared with various coagulants

Sensory properties		Samples ¹⁾					F-value
		C1	C2	C3	C4	C5	
Appearance	Color	2.9±1.19 ^{c2)}	4.3±0.94 ^b	4.3±1.15 ^b	5.1±0.73 ^b	6.4±0.69 ^a	17.41***
	Sleekness	6.5±0.97 ^a	3.7±0.94 ^b	1.9±0.99 ^c	3.0±0.66 ^b	3.7±1.05 ^b	32.82***
Flavor	Roasted Nutty	3.5±1.64 ^{N.S.3)}	3.9±1.28	3.9±1.52	4.2±1.39	4.6±1.50	0.76
	Off	3.1±1.37 ^{N.S.}	3.1±1.66	3.1±0.99	3.7±1.25	3.9±1.91	0.70
Taste	Roasted	4.2±0.91 ^a	3.9±2.23 ^a	1.7±0.82 ^b	3.9±1.52 ^a	5.2±1.47 ^a	7.43***
	Beany	2.3±1.05 ^{N.S.}	3.8±1.39	3.6±1.71	2.8±1.03	3.1±1.44	2.00
Astringent	2.9±1.52 ^b	4.1±1.96 ^b	6.5±0.52 ^a	3.7±1.25 ^b	3.1±1.28 ^b	10.76***	
	Bitter	1.6±0.69 ^c	3.6±1.77 ^b	6.7±0.48 ^a	3.3±2.00 ^b	2.6±1.26 ^{bc}	19.35***
Texture	Sour	1.6±0.84 ^b	2.5±1.50 ^{ab}	3.8±2.34 ^a	2.3±1.25 ^{ab}	2.3±1.33 ^{ab}	2.72*
	Salty	1.6±1.07 ^c	3.1±1.10 ^b	4.4±2.01 ^a	2.4±0.96 ^{bc}	2.7±1.56 ^{bc}	5.42**
Hardness	GDL	4.3±2.05 ^{N.S.}	3.5±1.17	2.8±1.13	3.4±1.17	4.2±0.78	2.15
	Chewiness	6.1±0.73 ^a	3.9±1.37 ^b	2.5±1.35 ^c	3.6±1.26 ^b	4.5±1.08 ^b	12.47***
Springiness	CaCl ₂	5.4±2.17 ^a	3.7±1.41 ^b	2.7±1.05 ^b	4.0±0.94 ^b	3.7±1.33 ^b	4.49**
	Cohesiveness	4.6±1.95 ^{N.S.}	3.7±1.25	3.9±1.59	4.5±0.97	4.1±1.10	0.73

¹⁾p<0.05 ²⁾p<0.01 ³⁾p<0.0011) C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl₂ coagulant C3: inky tofu using CaCl₂ coagulant C4: inky tofu using CaSO₄ coagulant C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant

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

3) N.S.: not significant

과 짠맛(p<0.01) 모두 CaCl₂ 먹물두부가 가장 높게 나타났으며, GDL 먹물두부가 가장 낮게 나타나 시료간의 유의적인 차이가 있었다. 응고제 종류별 먹물두부의 질감에서 견고성은 시료간의 유의적인 차이가 없었으나, 심험성과 탄력성은 GDL 먹물두부가 가장 높았고, CaCl₂ 먹물두부가 가장 낮았다(p<0.001, p<0.01).

응고제 종류별 먹물두부의 기호도 조사 결과(Figure 4) 외관의 기호도는 GDL 먹물두부가 가장 높았고 CaCl₂ 먹물두부가 가장 낮았다(p<0.001). 향의 기호도는 시료간의 유의적인 차이가 없었으며, 맛의 기호도는 GDL 먹물두부와 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 맛있다고 평가하였다(p<0.001). 질감의 기호도 역시 GDL 먹물두부가 가장 높았고, 전반적인 기호도는 GDL 먹물두부, 글루콘산 칼슘 먹물두부 순으로 높게 나타났다(p<0.001).

4. 색도 측정

응고제 종류별 먹물두부의 색도 측정 결과는 <Table 3>

에서와 같이 명도 L값은 GDL 먹물두부가 가장 높았고, 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 낮았다(p<0.001). 이는 관능검사의 색상에서 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 진하고 GDL 먹물두부가 가장 연하다고 평가한 결과가 같다. 적색도값(a)은 GDL 먹물두부가 가장 높았고, 황색도값(b)은 CaCl₂ 먹물두부가 가장 높아 시료간의 유의적인 차이가 있었다(p<0.001). Tasi 등(1981)은 두부의 색도가 응고제 종류에 따라 달라 L값이 65.5~69.6, a값이 -1.5~-3.19, b값이 9.42~11.10으로 차이가 있다고 하였으며, 본 실험에서도 오징어 먹물의 양이 동일하므로 등고제의 색상이 반영된 것이라 생각된다.

5. Texture 측정

응고제 종류별 먹물두부의 texture 측정은 <Table 4>와 같다. 견고성은 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 높았고 MgCl₂, CaCl₂ 먹물두부 순으로 높게 나타났으며, GDL 먹물두부가 가장 낮았다(p<0.001). Choi 등(2000)은

<Table 3> Color of inky tofu prepared with various coagulants

Hunter color value	Samples					F-value
	C1	C2	C3	C4	C5	
L	67.47±0.005 ^a	61.38±0.005 ^c	63.59±0.005 ^b	59.89±0.01 ^d	56.30±0.01 ^e	781029***
a	7.49±0.03 ^a	6.83±0.07 ^d	7.33±0.03 ^b	6.82±0.02 ^d	7.21±0.04 ^c	140.0***
b	4.97±0.005 ^c	4.89±0.005 ^d	6.03±0.01 ^a	4.60±0.00 ^e	5.03±0.01 ^b	10242.8***

***p<0.001

1) C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl₂ coagulant C3: inky tofu using CaCl₂ coagulant C4: inky tofu using CaSO₄ coagulant C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant

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

<Table 4> Texture of inky tofu prepared with various coagulants

Properties	Samples					F-value
	C1	C2	C3	C4	C5	
Hardness (10^3 dyne/cm 2)	182.43 ± 1.21 ^c	232.76 ± 1.03 ^b	228.58 ± 15.98 ^b	195.77 ± 4.92 ^c	356.65 ± 9.86 ^a	188.19***
Cohesiveness(%)	96.90 ± 4.57 ^a	81.02 ± 2.04 ^c	93.51 ± 2.77 ^{ab}	92.99 ± 2.22 ^{ab}	90.14 ± 3.20 ^b	11.35**
Springiness(%)	91.56 ± 1.81 ^a	84.44 ± 3.33 ^b	90.87 ± 2.69 ^a	91.19 ± 2.57 ^a	93.50 ± 0.71 ^a	6.16**
Gumminess(g)	33.23 ± 2.76 ^d	40.75 ± 1.87 ^c	46.20 ± 3.97 ^b	33.70 ± 3.51 ^d	64.49 ± 1.44 ^a	57.40***
Brittleness(g)	30.53 ± 0.76 ^c	34.45 ± 2.92 ^c	42.21 ± 0.60 ^b	30.69 ± 2.83 ^c	58.85 ± 2.51 ^a	88.81***

p<0.01, *p<0.001

1) C1: inky tofu using GDL coagulant C2: inky tofu using MgCl₂ coagulant C3: inky tofu using CaCl₂ coagulant C4: inky tofu using CaSO₄ coagulant C5: inky tofu using D-gluconic acid calcium coagulant

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

<Table 5> Correlation coefficient between physicochemical and physicochemical evaluation of inky tofu prepared with various coagulants

Properties	pH(soybean curd)	pH(soybean whey)	Acidity	Turbidity	Moisture
pH (soybean curd)	1.00				
pH (soybean whey)	-0.14	1.00			
Acidity	-0.30	0.93***	1.00		
Turbidity	-0.43	-0.79***	-0.67**	1.00	
Moisture	-0.22	-0.27	-0.34	0.51*	1.00

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

MgCl₂와 CaCl₂을 응고제로 사용한 두부의 조직이 단단하였으며, GDL을 응고제로 사용한 두부의 견고성이 가장 낮아 본 연구 결과와 유사하였다. 반면 응집성은 GDL 먹물두부가 가장 높았고 MgCl₂ 두부가 가장 낮게 나타나 시료간의 유의적인 차이가 있었다($p<0.01$). 탄력성은 글루콘산 칼슘 먹물두부, GDL 먹물두부 순으로 높게 나타났으며 ($p<0.01$), 껌성과 파쇄성은 글루콘산 칼슘 먹물두부가 가장 높게 나타나 $p<0.001$ 수준에서 유의적인 차이를 보였다.

6. 이화학적 평가간의 상관관계

응고제 종류를 달리한 먹물두부의 이화학적 평가간의 상관관계 결과는 <Table 5>와 같다. 먹물두부의 pH는 두부

순물의 pH, 산도, 탁도, 수분함량과 부의 상관관계를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 두부순물의 pH는 산도와는 정의 상관관계가 있었으나($p<0.001$), 탁도($p<0.001$)와 수분함량과는 부의 상관관계가 있었다. 산도는 탁도, 수분함량과 부의 상관관계를 보여 산도가 높을수록 탁도와 수분함량이 낮았다($p<0.01$). 탁도는 수분함량과 $p<0.05$ 수준에서 정의 상관관계가 있었다.

7. 관능평가와 기계적검사간의 상관관계

먹물두부의 관능평가와 기계적검사간의 상관관계 결과(<Table 6>) 수분함량은 관능검사의 다른 항목 모두와 부의 상관관계를 나타내었다. 수분함량이 높을수록 견고성, 씹힘성, 탄력성, 응집성, 부드러운 정도, 맛의 기호도, 질감

<Table 6> Correlation coefficient between sensory and mechanical evaluation of inky tofu prepared with various coagulants

Sensory \ Mechanical	Moisture		Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Brittleness
Sensory	Hardness	Chewiness	Springiness	Cohesiveness	Taste acceptability	Texture acceptability	Overall acceptability
Hardness	-0.85***	0.14	0.14	0.15	0.22	0.01	
Chewiness	-0.83***	0.28	0.28	0.13	0.27	0.16	
Springiness	-0.73**	-0.07	-0.07	0.23	0.16	-0.15	
Cohesiveness	-0.72**	-0.36	-0.36	0.31	0.11	-0.45	
Taste acceptability	-0.74**	0.18	0.18	0.09	0.17	0.08	
Texture acceptability	-0.82**	0.18	0.18	-0.06	0.09	0.01	
Overall acceptability	-0.72**	-0.04	-0.04	0.05	0.03	-0.17	

p<0.01, *p<0.001

<Table 7> Correlation coefficient between sensory properties and acceptability of inky tofu prepared with various coagulants

Sensory		Acceptability	Appearance quality	Flavor quality	Taste quality	Texture quality	Overall quality
Appearance	Color	-0.24	-0.36	0.09	0.004		-0.17
	Sleekness	-0.59*	-0.53*	-0.12	0.12	-0.25	
Flavor	Roasted nutty	0.97***	0.99***	0.90***	0.72**		0.94***
	Off	-0.56*	-0.49	-0.09	0.16		-0.22
Taste	Roasted	-0.27	-0.17	0.14	0.43		0.06
	Beany	0.41	0.56*	0.81***	0.95***		0.79***
Astringent		-0.71**	-0.73**	-0.61*	-0.57*		-0.65**
	Bitter	-0.61*	-0.77***	-0.88***	-0.99***		-0.91***
Texture	Sour	-0.72**	-0.86***	-0.91***	-0.97***		-0.96***
	Salty	-0.74**	-0.89***	-0.87***	-0.94***		-0.96***
Hardness		0.80***	0.87***	0.97***	0.93***		0.96***
	Chewiness	0.77***	0.81***	0.98***	0.90***		0.92***
Springiness		0.94***	0.97***	0.96***	0.81***		0.96***
	Cohesiveness	0.89***	0.97***	0.82***	0.76***		0.92***

*p<0.01, **p<0.01, ***p<0.001

의 기호도, 전반적인 기호도는 낮게 나타났다. 견고성과 응집성은 관능검사 항목과 유의적인 관계가 없었으며, 탄력성은 관능검사의 부드러운 정도와 $p<0.01$ 수준에서 정의 상관관계가 있었다. 껌성과 파쇄성도 관능검사 항목과 유의적인 관계가 없었다.

8. 기호도와 관능항목간의 상관관계

<Table 7>은 기호도와 관능항목간의 상관관계 결과이다. 외관의 기호도는 외관의 매끄러운 정도와 부의 상관관계가 있었고($p<0.05$), 질감의 견고성, 씹힘성, 탄력성, 응집성과 정의 상관관계가 있었다($p<0.001$, $p<0.05$). 단단하고 탄력성이 좋을수록 외관의 기호도가 좋다고 평가하였다. 냄새의 기호도는 구수한 향과는 정의 상관관계가 있었으나($p<0.001$) 이취와는 부의 상관관계가 있었다. 맛의 기호도는 구수한 향, 콩비린 맛, 견고성, 씹힘성, 탄력성, 응집성과는 정의 상관관계를, 떫은맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛과는 부의 상관관계를 보였다. 질감의 기호도는 견고성, 씹힘성, 탄력성, 응집성과 높은 정의 상관관계($p<0.001$)를 보였다. 전반적인 기호도는 구수한 향, 콩비린 맛, 견고성, 씹힘성, 탄력성, 응집성과는 정의 상관관계를 보였으나($p<0.001$), 떫은맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛과는 부의 상관관계를 보였다($p<0.001$). 전반적으로 구수한 향이 강하고 어느 정도의 견고성, 응집성과 탄력성을 가질수록 기호도가 높게 나타났다.

IV. 요약

오징어 먹물두부의 응고제 종류에 따른 품질 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다. 먹물두부의 수율은 GDL 먹물두부가 가장 높았으며, $MgCl_2$, $CaCl_2$ 먹물두부가 낮은 수율

을 나타내었다($p<0.001$). 그러나 두부 순물의 양은 두부 수율과 반대였다. 먹물두부의 pH는 $MgCl_2$ 두부가 가장 높았고, $CaCl_2$ 두부의 pH가 가장 낮았다($p<0.001$). 먹물 두부 순물의 pH도 두부의 pH와 같은 결과였다($p<0.001$). 먹물두부의 산도는 $CaCl_2$ 두부가 가장 높았고, 글루콘산 칼슘 먹물두부의 산도가 가장 낮아 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). 먹물두부 순물의 탁도는 $CaSO_4$, 글루콘산 칼슘, $CaCl_2$ 먹물두부 순으로 높았고, GDL 두부의 탁도가 가장 낮았다($p<0.001$). 수분함량 측정 결과 $MgCl_2$ 두부의 수분이 가장 많았고, $CaCl_2$ 두부의 수분이 가장 작게 나타났다($p<0.001$). SEM을 이용한 미세구조 관찰에서 GDL 두부와 글루콘산 칼슘 두부의 망상구조가 다른 응고제를 사용한 두부보다 크기가 작고 군일했다.

먹물두부의 관능검사 결과 외관의 기호도, 맛의 기호도에서 GDL 먹물두부가 가장 높은 점수를 얻었으며, 질감의 기호도 역시 GDL 먹물두부가 가장 높았다. 전반적인 기호도는 GDL, 글루콘산 칼슘 먹물 두부 순으로 높게 나타나 수용도가 높았다. 먹물두부의 색도 측정 결과 명도 L값과 적색도 a값은 GDL 먹물두부가 가장 높았고, 황색도 b값은 $CaCl_2$ 두부가 가장 높았다($p<0.001$). 먹물 두부의 texture 측정에서 견고성, 껌성, 파쇄성은 글루콘산 칼슘 두부가 가장 높았다. GDL 두부는 견고성은 가장 낮았으나, 응집성은 가장 높게 나타났다.

이화학적 평가간의 상관관계 결과 두부 순물의 pH가 높을수록 산도는 높아지고, 탁도는 낮아졌다. 산도는 탁도, 수분함량과 부의 상관관계가 있었다. 관능검사와 기계적 검사간의 상관관계에서 수분함량은 다른 관능검사 항목과 부의 상관관계를 나타내었다. 기호도와 관능항목간의 상관관계 결과 전반적으로 구수한 향이 강하고, 응집성, 탄력성이 높을수록 기호도가 높게 나타났다.

■ 참고문헌

- 장지인, 박상규, 이경주. 1996. SAS/PC를 이용한 통계자료 분석. 법문사. 서울. pp 75
- 조중재, 한정혜, 박병선. 1999. 쉽게 배울수 있는 windows용 SAS 통계자료분석. 교문사. 서울. pp 134-197
- Choi YO, Chung HS, Youn KS. 2000. Effects of coagulants on the manufacturing of soybean curd containing natural materials. Korean J. Postharvest Sci Technol, 7(3): 249-255.
- 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 *Prunus mume*(maesil). Korean J. Food Technol, 32(5): 1087-1092
- Kang HY. 1997. Tofu taste and quality as affected by coagulants. Korean Soybean Digest, 14(2): 37-42.
- Kim DH, Lee KS. 1992. Effects of Coagulants on Storage of Packed Tofu. Korean J. Food Sic Technol, 24(1): 92-96
- Kim DH, Lim MS, Kim YO, 1996, Effect of seaweeds addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. J. Korean Soc Food Nutr., 25(2): 249-254
- Kim DW, Ko SN, Kim WJ, 1994. Effect of the mixed coagulants ratio on SPI-tofu characteristics. J Korean Soc Food Nutr., 23(1): 98-103.
- 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 JW, Lee JK, Hong JH, 1997, Effect of mixed coagulants on the rheological properties of soybean curd. J. Korean Soc Food Sci Nutr., 26(6): 1096-1101
- Kim JY, Kim JH, Kim JK, Moon KD, 2000, Quality attributes of whole soybean flour tofu affected by coagulant and theirs concentration. Korean J. Food Sci Technol, 32(2): 402-409
- Lee HJ, Hwang IK, 1994. Textural 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 coagulaed by calcium lactate. J. Korean Soc Food Sci Nutr., 33(2): 412-419
- Lee SM, Hwang IK. 1997. Texture characteristics of soybean curds prepared with different coagulants and compositions of soybean-curd whey. Korean J. Soc Food Sci., 13(2): 78-85
- Lim BT, Man JM, Man LD, Buzzel RI. 1990. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics(calcium sulfate coagulant). J. Food Sci, 55: 1088-1092
- Lim YH, Kim MW, Kim AJ, Kim MH. 1999. The sensory and texture characteristics of inkyrice cake in according to concentrations of squid ink. J. East Asian Soc Dietary Life, 9: 468-474
- Oh SC, Cho JS. 2002 The change of non-volatile organic acids in low salt fermented squid affexted by adding to squid ink. J. Korean Oil Chemist' Soc., 20(1): 64-71
- Park TS, Park JE, Chang JS, Son MW, Sohn KH. 1998. Taurine content in Korea foods of plant origin. J. Korean Soc Food Sci Nutr., 27(5): 801- 807
- 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(3): 370-372
- Shen CF, Man LD, Buzzel RI, Man JM. 1991. Yield and quality of tofu as effected by soybean and soymilk characteristics(glucono-delta-lactone coagulant). J. Food Sci., 56: 109-112
- Shurtleff W, Aoyagi A. 1996. Tofu and soymilk production. The Book of Tofu(Ⅱ): Soyfoods center, Lafayette CA. USA: pp 115
- Sim JH, Kim KM, Bae DH. 2003. Comparisons of physicochemical and sensory properties in noodles containing spinach juice, beetroot juice and cuttlefish ink. Food Engineering Progress, 7(1): 37-43
- Tasi SJ, Lan CY, Kao CS, Chen SC. 1981. Studies of the yield and quality characteristics of tofu. J. Food Sci., 46: 733-737
- Woo NRY, Lee MS, Park SJ, Kang MH. 2004. Effect of various coagulants on the texture and the sensory properties of milk curd. J. East Asian Soc Dietary Life, 14(5): 449-456