

응고제를 달리하여 제조한 두부의 질감과 구조 특성

이현주 · 황인경

서울대학교 식품영양학과

Textural Characteristics and Microstructure of Soybean Curds Prepared with Different Coagulants

Hun Joo Lee and In Kyeong Hwang

Department of Food & Nutrition, Seoul National University

Abstract

To prepare soybean curds, the concentration of CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 and glucono- δ -lactone fresh solution as coagulants were determined by transmittance of whey using spectrophotometer. The concentrations of four coagulants at which the transmittance had the highest value were chosen. Moisture content, yield and protein recovery of soybean curds prepared with four coagulants were investigated. The textural properties were examined by Instron Universal Testing Machine, and sensory evaluation was carried out. The microstructure of soybean curds was examined by SEM. Soybean curds obtained with CaCl_2 and MgCl_2 were hard and coarse, and had roasted nutty taste, whereas those with CaSO_4 and GDL revealed very smooth, soft and uniform. Soybean curd prepared with GDL had the lowest acceptability because of sour taste. The texture and acceptability of soybean curds were influenced by the type of coagulant.

I. 서 론

두부는 대두 단백질이 2가 금속염이나 산에 의하여 침전, 응고되면서 망상 구조 사이에 다량의 물을 보유하여 겔(gel)을 형성하는 성질을 이용한 가공식품이다. 겔 형성에는 단백질 분자간 수소결합, 이온결합, 이황결합, 소수성 결합(hydrophobic association) 등이 관여하고 응고제로 2가염을 이용했을 때는 금속 가교 결합이 함께 작용하여 두부의 미세 구조를 결정한다¹⁾.

두부의 품질은 대두의 종류에 따른 단백질 양과 질, 두유 중의 고형분 양, 가열 온도와 시간 등에 의해서도 달라지지만^{2,3)}, 응고제의 종류와 양, 응고온도와 시간, 응고 중 젓는 정도, 성형시의 압착 압력 등과 같은 응고 조건이 두부의 질감에 영향을 주어 품질을 좌우한다^{4,5)}.

응고제를 달리하여 제조한 두부의 품질 차이에 관한 연구는 많이 있으나, 대부분 같은 농도의 응고제를 사용하여 비교하였거나 두부 생산량 혹은 수율을 기준으로 한 농도에서 비교한 연구였다^{6,7)}. 그러나 같은 농도라도 응고제 종류마다 대두 단백질이 응고하는 정도가 다르고 같은 응고제의 경우에도 농도에 따라 두부의 수율 및 질감이 크게 변한다⁸⁾. 따라서 다른 응고제를 사용한 두부의 품질 비교시 응고제 농도 설정은 매우 중요하다. 본 연구에서는 두부청의 투과도를 응고력의 지표로 삼아 염화칼슘, 염화마그네슘, 황산칼슘, glucono- δ -lactone (GDL)의 네가지 응고제에서 두부청의 투과도가 가장

높은 각각의 농도를 결정하여 두부를 제조하고 수율, 물성 및 미세구조 차이를 살피고 관능평가를 통하여 질감, 맛 그리고 수용도를 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

두부 제조용 대두로는 1993년에 농촌진흥청에서 수확한 장염을 분양받아 사용하였다. 응고제는 특급의 염화칼슘($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Junsei Chemicals), 염화마그네슘($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Shinyo Pure Chemicals), 황산칼슘($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: Shinyo Pure Chemicals), glucono- δ -lactone (GDL, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$: Sigma Chemical)를 사용하였다.

2. 두유 제조 및 두유의 응고제 농도결정

김과 권⁹⁾의 방법을 참고하여 두유를 제조하였다. 대두 100g을 3회 씻어 400ml의 증류수에 하룻밤 침지시킨 후 건져내어 blender로 3분간 마쇄하였다. 마쇄한 대두에 1000ml의 증류수를 가하여 10분간 끓인 뒤 면포에 넣어 두유를 압출하였다. 두유 23ml를 50ml 원심관에 취하여 항온 수조에서 70°C로 유지하면서 응고제 용액 2ml를 일정 농도(0.005 M, 0.01 M, 0.015 M, 0.02 M, 0.03 M, 0.04 M, 0.06 M, 0.08 M)로 첨가하여 15분간 응고시켰다. GDL은 사용하기 직전에 용액으로 만들어 두유에 가하였다. 응고물을 소형칼로 #자 모양으로 4번 갈라준 후

1,000×g로 20분간 원심분리하여 얻은 두부청을 분광광도계(Histachi, V-1100)로 440 nm에서 투과도를 측정하였다. 응고력의 지표로서 두부청의 투과도를 이용하여 투과도가 가장 높은 농도를 두부 제조시의 응고제 농도로 결정하였다.

3. 두부의 제조

2의 방법으로 제조한 두유 575 ml를 70°C로 유지하면서 일정 농도의 응고제 용액(50 ml)을 넣고 일정하게 저은 후 15분간 응고시켰다. 첨가한 응고제의 농도는 2의 방법으로 결정하였고 그 농도는 염화 칼슘과 염화 마그네슘은 0.015 M, 황산 칼슘은 0.025 M, 그리고 GDL은 0.05 M 이었다. 응고물을 일정한 구멍이 뚫린 원통형 두부틀(지름 7.3 cm, 높이 10 cm)에 면포를 깔고 부은 후 500 g의 추로 20분간 압력을 가해 성형하였다. 성형된 두부는 증류수에 30 분간 수침시킨 후 10분간 경사지게 방치하여 두부 표면의 수분을 제거시켰다.

4. 수분 및 조단백질 함량

AOAC 법¹⁰⁾에 따라 두유 및 각 두부의 수분은 상압 가열 건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl 법으로 정량하였다.

5. 수득률

완성된 두부의 무게를 측정하고 이 등¹¹⁾의 방법에 따라 각 두부의 수득율을 구하였다.

$$\text{수득률(\%)} = \text{두부의 무게(g)} \times \frac{\text{두부의 고형량(\%)}}{18\%} \times \frac{100}{\text{원료 사용량(g)}}$$

6. Instron을 이용한 물성 측정

Instron Universal Testing Machine(Model 1140) 을 사용하여 Table 1과 같은 조건으로 압착시험(compression test)을 하여 힘-거리 곡선을 얻었다. 이 곡선에 의하여 두부의 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness) 및 탄성 정도(degree of springiness)를 구하였다¹²⁾. 3회 반복 실시하여 얻은 측정치를 평균과 표준편차로 표시

Table 1. The Condition of Instron Universal Testing Machine used in two-bite Compression Test of Soybean Curds

Type	Two-bite compression test
Weight of load cell	5 Kg
Deformation	40%
Cross head speed	100 mm/min
Chart speed	200 mm/min
Sample size	20×20×20 mm

하였으며 분산 분석과 Duncan의 다중범위검정분석(Duncan's multiple range test)을 실시하여 통계처리 하였다.

7. 관능검사

식품영양학과 대학원생 중 6명을 선발하여 훈련한 후 Fig. 1과 같은 평가지를 사용하여 평가하도록 하였다. 4 차례 반복실시하여 얻은 측정치는 평균으로 나타내었고 분산분석과 Duncan의 다중범위검정분석으로 유의성 검정을 하였다. 두부의 수응도와 관능평가 항목간 상관관계를 Pearson의 상관계수로 알아보았다.

8. 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope)을 이용한 미세구조 관찰

Saio¹³⁾와 deMan 등¹⁴⁾의 방법에 따랐다. 2×2×4 mm의 입방체형으로 자른 두부틀을 5% glutaraldehyde 용액(0.1 M phosphate buffer, pH 6.8)에 90분간 고정시켰다. 이 시료를 10분 간격으로 0.1 M phosphate buffer로 5회 세척한 후 1% osmium tetroxide 용액(0.1 M phosphate buffer)에 담가 90분간 다시 고정시키고 phosphate buffer로 5회 세척하였다. 고정시킨 시료를 60, 70, 80, 90% 및 100% ethanol에 각각 15분씩 정치시켜 탈수시킨 후 100% ethanol로 3회, 그리고 chloroform으로 3회 세척하였다. 액체 질소로 급속 냉동시킨 뒤 동결 건조기를 사용하여 24시간 건조시켰다. 건조시킨 시료는 ion coater를 사용하여 금을 증착시켜 SEM(JEOL, JSM-35)으로 25 KV에서 3000배로 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 두부의 응고제 농도 결정

응고제 농도에 따른 두부청의 투과도 변화를 Fig. 2에 나타내었다.

염화칼슘, 염화마그네슘, GDL은 0.005 M에서, 황산칼슘은 0.02 M에서 응고가 시작되었다. 응고가 시작되는 농도에서 두부청의 투과도는 현저히 낮았으나 농도가 증가함에 따라 증가하여 염화칼슘과 염화마그네슘은 0.015 M에서, 황산칼슘은 0.025 M에서 최고치를 나타낸 후 다시 감소했다. GDL은 0.05 M에서 최고치를 나타낸 후 감소하지 않고 거의 일정하게 투과도가 유지되었다. 따라서 각각의 응고제에서 최고 투과도를 보인 농도를 두부 제조시의 응고제 농도로 결정하였다.

2. 수분, 조단백질 함량 및 수득률

각 두부의 수분, 조단백질 함량, 수득률 및 두유로부터 두부로의 단백질 이행률 분석결과를 Table 2에 요약하였다.

각 두부의 수분 함량은 78.02~80.77% 범위였다. 이것은 문헌상에 나타난 것보다 낮은 값이었는데, 두부 제조 방법의 차이 때문인 것으로 생각된다. 응고제로

관 능 평 가 표		
이름() 시료번호() 날짜 ()
1. 색		
매우 희다		누렇다
2. 질감		
1) 칼로 잘라보기		
매우 거칠다		매우 매끈하다
매우 불균일하다		매우 균일하다.
2) 손갈로 으깨보기		
매우 무르다		매우 단단하다
매우 작다		매우 크다
3) 입안에서		
매우 무르다		매우 단단하다
매우 작다		매우 크다
매우 거칠다		매우 매끈하다
매우 많다		매우 적다
매우 크다		매우 작다
3. 맛		
매우 약하다		매우 강하다
매우 약하다		매우 강하다
매우 약하다		매우 강하다
매우 약하다		매우 강하다
매우 약하다		매우 강하다
4. 수용도		
매우 좋다		매우 나쁘다

Fig. 1. The Sheet for Sensory Evaluation of Soybean Curd.

Table 2. Yield, Protein Recovery, Moisture and Crude Protein Content of Soybean Curds

Coagulant of Soybean Curds	Moisture Content(%)	Yield(%)	Crude Protein Content(%)	Protein Recovery(%)
CaCl ₂	78.02	246.88	9.78	78.06
MgCl ₂	78.17	245.96	9.66	77.35
CaSO ₄	79.31	258.70	9.17	81.48
GDL	80.77	274.82	7.97	80.99

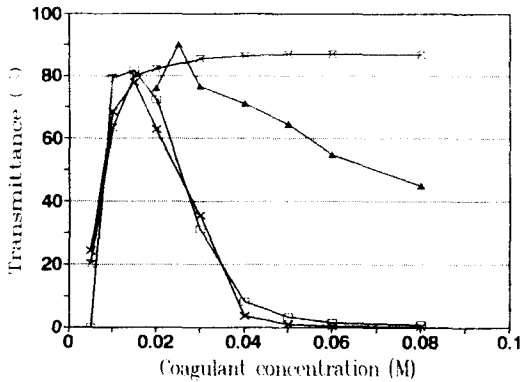


Fig. 2. Transmittance of Whey at 440 nm on Various Coagulant Concentration.

□—□: CaCl₂, ×—×: MgCl₂, ▲—▲: CaSO₄, □—□: GDL

Table 3. Rheological Characteristics of Soybean Curds by Instron Universal Testing Machine

Coagulant of Soybean Curds	Hardness*** (N)	Degree of Springiness***	Cohesiveness*
CaCl ₂	1.29 ± 0.06 ^a	0.82 ± 0.02 ^a	0.78 ± 0.03 ^a
MgCl ₂	1.06 ± 0.07 ^b	0.83 ± 0.03 ^a	0.78 ± 0.03 ^a
CaSO ₄	0.76 ± 0.02 ^c	0.73 ± 0.02 ^b	0.76 ± 0.01 ^a
GDL	0.71 ± 0.04 ^c	0.72 ± 0.03 ^b	0.67 ± 0.01 ^b

***: P<0.001 *: P<0.05

GDL이나 황산칼슘을 사용했을 때 두부의 수분 함량이 많았고 따라서 무게도 무거웠다.

수분 함량을 보정한 수득율은 GDL 두부가 가장 컸고 황산칼슘 두부, 염화칼슘 두부, 염화마그네슘 두부의 순이었다. 이것은 이와 안⁷⁾, deMan 등¹⁴⁾ 및 Wang과 Hesseltine⁸⁾의 결과와 비슷한 경향이었다. 그리고 두유로부터 두부로의 단백질 이행률은 황산칼슘 두부, GDL 두부, 염화칼슘 두부, 염화마그네슘 두부의 순으로 컸다. Shurtleff 과 Aoyagi¹⁵⁾는 GDL 두부가 높은 단백질 이행을 보인다고 했고, Wang과 Hesseltine⁸⁾은 응고제 농도가 0.02~0.06 M일때 단백질 이행율은 황산칼슘 두부, 염화마그네슘 두부, 염화칼슘 두부의 순이라고 했다.

3. Instron을 이용한 물성 측정

4가지 두부의 질감 특성을 알아보기 위해 Instron을 이용하여 압착시험을 한 결과 얻은 특성치는 Table 3와 같다.

견고성은 염화칼슘 두부, 염화마그네슘 두부, 황산칼슘 두부, GDL 두부의 순으로 높았으나 황산칼슘 두부와 GDL 두부 사이에는 유의적 차이가 없었다. 이 4가지 두부의 견고성은 문헌마다 차이가 있었는데 농도 차이 이외에 GDL의 경우 하룻밤 방치하거나 끓인 용액을 사용한 두부가 용액을 만들어 즉시 제조한 두부보다 견고성이 크고¹⁴⁾ 황산칼슘의 경우는 짓는 정도에 크게 영향을 받는다⁴⁾ 등 여러 제조 조건차이 때문인 것으로 생각된다.

탄성 정도는 염화마그네슘 두부와 염화칼슘 두부가

Table 4. Analysis of variance and Duncan's Multiple Range Test for Sensory Evaluation of Soybean Curds

Characteristics		Sources	F value	CaCl ₂	MgCl ₂	CaSO ₄	GDL
Color			0.80	6.45	6.58	5.68	5.65
T	Knife	Cutted surface	138.53***	3.04 ^c	3.68 ^c	9.53 ^b	10.88 ^a
		Homogeneous	57.61**	4.28 ^c	4.61 ^c	9.02 ^b	10.26 ^a
e	Spoon	Hardness	56.56**	10.43 ^a	8.97 ^b	4.18 ^c	3.89 ^c
		Elasticity	0.48	7.29	6.70	6.82	6.24
x	Mouth	Hardness	47.00***	9.73 ^a	9.21 ^a	4.32 ^b	4.28 ^b
		Elasticity	0.28	5.61	6.29	5.68	5.75
		Smoothness	99.00***	2.59 ^c	3.62 ^b	8.85 ^a	9.71 ^a
		Moist content	57.87***	10.31 ^a	9.39 ^a	4.11 ^b	4.00 ^b
		Adhesiveness	0.80	6.04	5.78	7.13	6.81
t	Taste	Roasted nutty	129.30***	9.50 ^a	9.68 ^a	4.14 ^b	1.84 ^c
		Metallic	10.80***	4.27 ^c	4.56 ^{bc}	6.30 ^b	8.78 ^a
		Astringent	4.73**	5.25 ^b	4.86 ^b	6.71 ^{ab}	8.05 ^a
		Bitter	3.33*	5.47 ^b	5.18 ^b	6.14 ^{ab}	7.78 ^a
		Sour	109.29***	2.83 ^c	2.75 ^c	5.00 ^b	11.61 ^a
Acceptability			57.77***	4.81 ^c	3.58 ^c	7.36 ^b	11.25 ^a

***: P<0.001 **: P<0.01 *: P<0.05

Table 5. Pearson Correlation Coefficient between Sensory Characteristics and Acceptability of Soybean Curds(*: P<0.001)**

Characteristics		Correlation Coefficient	
Color		-0.038	
T e x t u r e	Knife	Cutted surface	0.721***
		Homogeneous	0.686***
	Spoon	Hardness	-0.588***
		Elasticity	-0.193
	Mouth	Hardness	-0.541***
		Elasticity	-0.089
		Smoothness	0.695***
		Moist content	-0.571***
		Adhesiveness	0.006
	Taste	Roasted nutty	-0.825***
Metallic		0.470***	
Astringent		0.442***	
Bitter		0.342***	
Sour		0.825***	

황산칼슘 두부와 GDL 두부 보다 높았으며, 응집성은 GDL 두부만 유의적으로 낮았고 다른 두부간에는 유의적 차이가 없었다. 이것은 염화칼슘 두부 및 염화마그네슘 두부와는 달리 GDL 두부는 첫번째 압착시 심하게 부서져 두번째 압착시 내부의 저항력이 작았기 때문으로 생각된다.

4. 관능 검사

응고제를 달리하여 만든 두부 4가지에 대한 관능 검사 결과는 Table 4와 같다. 색, 탄력성과 점착성을 제외한 질감과 맛에 있어 대부분의 특성 및 수용도에서 두부간에 유의적 차이를 보였다.

두부 간에 보이는 차이를 알아보기 위해 Duncan의 다중범위검정 분석을 행한 결과를 Table 4에 요약하였다. 전반적으로 염화칼슘 두부와 염화마그네슘 두부의 특성이 비슷하고 황산칼슘 두부와 GDL 두부의 특성이 비슷했다. 염화칼슘 두부와 염화마그네슘 두부의 견고성은 황산칼슘 두부와 GDL 두부 보다 크게 나타나 Instron을 이용하여 측정할 결과와 일치하였고 칼로 자른 단면은 거칠고 불균일하며 매끄러운 정도도 낮아 두부로서의 질감이 좋지 않게 나타났다. 그러나 고소한 맛이 많고 두부에 있어서 나쁜 맛이라고 생각되는 금속성 맛, 씹은 맛, 쓴맛 및 신맛이 적어 전체적인 수용도는 높았다. 반면, 수용도가 가장 낮은 GDL 두부는 부드럽고 매끄러우며 칼로 자른 단면도 균일했으나 고소한 맛이 가장 적고 나쁜 맛이라고 생각되는 다른 맛들은 강한 것으로 나타났다. Pearson의 상관 관계 분석 결과 GDL 두부에 있어 신맛이 수용도를 낮게 하는데 가장 크게 작용했음을 알 수 있다.

두부의 수용도에 대한 각 특성들의 상관 정도를 알아보기 위해 Pearson의 상관관계 분석 결과, Table 5에서와 같이 고소한 맛과 신맛이 가장 상관 계수가 높았다. 두부의 수용도는 질감에 있어 부드럽고 수분 함량이 많으며 균질하고 매끄러운 두부가 높았으며 맛에 있어서는 고소한 맛은 많고 금속성 맛, 씹은 맛, 쓴맛, 신맛은 적은 두부가 높게 나타났다.

5. SEM을 이용한 미세구조 관찰

응고제를 달리하여 만든 두부의 구조적 차이를 관찰하기 위해 SEM을 사용하여 glutaraldehyde로 고정시킨 두부를 3000배로 관찰한 결과는 Fig. 3와 같다.

앞의 결과에서 가장 부드러운 것으로 나타난 GDL 두부가 가장 작고 균일한 망상 구조(network)를 보였으며 황산칼슘 두부도 GDL 두부와 비슷한 구조였다. 염화칼슘 두부와 염화마그네슘 두부는 상대적으로 단백질 집합체(protein aggregates)가 컸으며 망상 구조의 구멍도 크고 불규칙하여 거칠게 보였다. Saio⁴⁾는 단백질 집합체가 클수록 두부가 단단하다고 했으며 deMan 등¹⁴⁾은 견고성이 낮은 GDL 두부와 황산칼슘 두부의 망상 구조가 규칙적으로 조밀했다고 하여 본 결과와 일치하였다.

IV. 요약

4가지의 다른 응고제로 만든 두부 사이에 물성적, 관능적 및 구조적 차이를 알아 보았다.

1. 응고제 각각에서 두부청의 투과도가 가장 높은 값을 보이는 농도를 선택하여 두부제조시 응고제 농도로 하였다.

2. 수분 함량은 GDL 두부, 황산칼슘 두부, 염화마그네슘 두부, 염화칼슘 두부의 순으로 많았다. 수득율에 있어서는 GDL 두부, 황산칼슘 두부, 염화칼슘 두부, 염화마그네슘 두부의 순으로 높았고 두유로부터 두부로의 단백질 이행률은 황산칼슘 두부가 가장 높았고 염화마그네슘 두부가 가장 낮았다.

3. Instron을 이용한 물성 검사 결과 염화칼슘 두부의 견고성이 가장 높았고 염화마그네슘 두부, 황산칼슘 두부, GDL 두부의 순으로 관능 검사 결과와 일치하였다. 응집성은 GDL 두부가 다른 두부보다 유의적으로 낮았다.

4. 관능 검사 결과 염화칼슘 두부와 염화마그네슘 두부는 질감에 있어 견고성이 높고 거칠었으나 고소한 맛이 많아 수용도가 높았다. 황산칼슘 두부와 GDL 두부는 부드럽고 매끄러워 질감이 좋았으나 신맛 등 두부에 있어서 좋지 않은 맛이 강해 수용도가 낮았다. 수용도와 상관계수가 가장 높은 것은 고소한 맛과 신맛이었다.

5. SEM을 이용한 미세 구조 관찰에서는 GDL 두부와 황산칼슘 두부의 망상 구조가 염화칼슘 두부와 염화마그네슘 두부보다 크기가 작고 균일했다.

이러한 결과로 볼때, 사용된 응고제에 따라 단백질이 응집하면서 만드는 3차원적 망상 구조가 다르고, 두부의

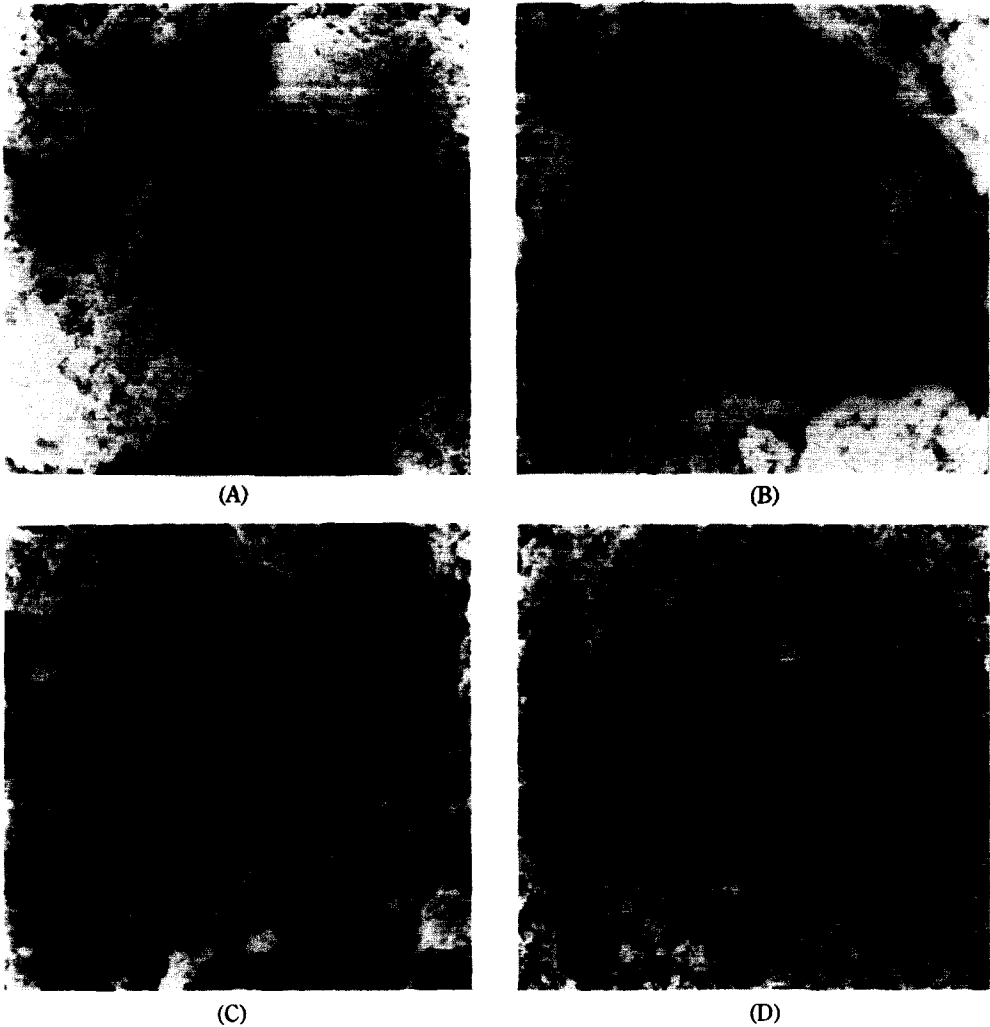


Fig. 3. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curds Prepared with A: CaCl₂ B: MgCl₂ C: CaSO₄ D: GDL($\times 3000$).

수분 함유율이 다르며 두부로의 단백질 이행율도 달라 응고제 종류는 결국 두부의 물성에 영향을 준다고 할 수 있다. 그리고 응고제 종류에 따른 두부의 질감 비교시 응고제 농도가 매우 중요한 데 적당한 농도 설정 방법으로 투과도를 이용하는 것이 한 방법일 수 있다.

참고문헌

1. Lee, C.H., and Rha, C.K., Microstructure of Soybean Protein Aggregates and its Relation to the Physical and Textural Properties of the Curd, *J. Food Sci.*, **43**: 79 (1978).
2. Johnson, L.D., and Wilson, L.A., Influence of Soybean Variety and the Method of Processing in Tofu Manufacturing: Comparison of Methods for Measuring Soluble Solids in Soymilk, *J. Food Sci.*, **49**: 202 (1984).
3. Wang, H.L., Swain, E.W., and Kwolek, W.F., Effect of Soybean Variety on the Yield and Quality of Tofu, *Cereal Chem.*, **60**(3): 245 (1983).
4. Saio, K., Tofu-Relationships between Texture and Fine Structure, *Cereal Foods Worlds*, **24**(8): 342 (1979).
5. Tsai, S.J., Lan, C.Y., Kao, C.S., and Chen, S.C., Studies on the Yields and Quality Characteristics of Tofu, *J. Food Sci.*, **46**: 1734 (1981).
6. 문수재, 손경희, 김영희, 각종 응고제에 따른 두부의 Texture 특성에 관한 연구, 대한가정학회지, **17**: 11 (1979).
7. 이명환, 안혜숙, 두부 제조시 '응고제 및 성형 압력'이 미치는 영향, 서울여자대학 논문집, **12**: 345 (1983).
8. Wang, H.L., and Hesseltine, C.W., Coagulation Conditions in tofu Processing, *Process Biochem.*, **17**(1): 7 (1982).

9. 김길환, 권태완, 콩 품질과 가공이용, 농촌진흥청 심포지움, 3: 5 (1988).
10. AOAC, Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Washington D.C. (1990).
11. 이부용, 김동만, 김길환, 한국산 콩 품종의 두부 가공적성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 22(3): 363 (1990).
12. Beleg, M., Texture Profile Analysis, Parameters obtained by on Instron Universal Testing Machine, *J. Food Sci.*, 41: 721 (1986).
13. Saio, K., Microstructure of traditional Japanese Soybean Foods, *Scanning Electron Microsc.*, III: 553 (1981).
14. deMan, J.M., deMan, L., and Gupta, S., Texture and Microstructure of Soybean Curd (Tofu) as Affected by Different Coagulants, *Food Microstructure*, 5: 83 (1986).
15. Shurtleff, W., and Aoyagi, A., Tofu and Soymilk Production, *The Book of Tofu (II)*: 115, Soyfoods Center, Lafayette, CA, USA, 115