

유기산처리 갑오징어갑 분말을 이용한 두부의 제조 및 특성

김진수 · 조문래 · 허민수*

경상대학교 해양생물이용학부, 경상대학교 해양산업연구소

(2002년 12월 13일 접수, 2003년 2월 18일 수리)

수산가공 부산물인 갑오징어갑의 효율적 이용을 목적으로 아세트산 처리 갑오징어갑 분말(이하 갑오징어갑 분말)을 이용한 일반 두부의 제조를 시도하였고, 아울러 이의 특성에 대하여 살펴보았다. 두유의 응고능 실험에서 대두 단백질의 응고는 염화칼슘 0.7% 이상, 염화마그네슘 1.2% 이상 및 갑오징어갑 분말 0.9% 이상 첨가하는 경우 진행되었다. 따라서, 갑오징어갑 분말은 우수한 두부 응고제로 판단되었다. 수율, 백색도, 조직감 및 관능검사의 결과로 미루어 보아 갑오징어갑 분말로 두부를 제조하고자 하는 경우 최적 첨가비율은 2.0%로 판단되었다. 갑오징어갑 분말을 응고제로 하여 최적조건에서 제조한 두부의 일반성분으로는 수분이 75.9%, 조단백질이 12.6%, 조회분이 1.9% 및 조지방이 5.3%이었으며 pH는 6.60, 생균수는 1.0×10^4 CFU/g으로 식품위생법규에서 규제하고 있는 이미 및 이취(없어야 함), 고형물량(건물당 12% 이상), 회분(건물당 7% 이하) 및 조단백질(건물당 40% 이상) 함량에 대한 것을 모두 충족하였다. 또한 이 두부는 염화칼슘으로 제조한 두부에 비하여 색조 및 칼슘과 같은 기능성 무기성분의 함량은 유사하였고, 조직감은 부드러운 소비자의 기호를 충족시킬 수 있는 제품으로 판단되었다.

Key words: 유기산 처리 갑오징어갑, 칼슘제, 두부, 응고제

서 론

두부는 식품위생관계 법규¹⁾에서 두유를 주원료로 하여 얻은 두유액을 응고시켜 제조한 것으로 고유의 색택을 가지고, 이미, 이취가 없어야 하며, 고형분이 12% 이상, 조회분 및 조단백질이 건조물로서 각각 7%이하 및 40%이상을 차지하여야 한다고 정의하고 있다. 그리고, 두부는 영양가와 소화율이 높고,²⁾ 가격이 저렴하며, 커드(curd) 모양의 특유한 부드러운 질감을 가지고 있어,^{3,4)} 예로부터 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등지에서 제조되어 서민들이 즐겨 먹는 기호도가 아주 높은 전통 콩 단백질 발효 식품이다. 이와 같은 두부의 품질은 원료 대두의 종류,^{5,6)} 대두의 수침 조건,⁷⁾ 두유의 농도⁸⁾ 및 가열온도,⁹⁾ 응고제의 종류,^{4,10-12)} 양^{13,14)} 및 처리온도,³⁾ 성형 압력³⁾ 등에 따라 달라진다. 이로 인해 자연히 두부에 관한 연구는 주로 두부의 품질에 영향을 미치는 응고제의 종류,¹⁵⁻¹⁷⁾ 열처리 조건,¹⁸⁾ 등에 대하여 집중적으로 검토되고 있고, 일부 농, 축산 가공부산물을 증량제^{19,20)}로 이용한 두부의 가공 등이 연구되고 있다. 이 중 두부의 응고제는 주로 염화마그네슘, 염화칼슘, 황산칼슘 및 glucono- δ -lactone 등이 사용되고 있으나, 이들은 거의 수입되고 있는 실정²¹⁾이어서, 국내에서 생산 가능한 저렴한 형태의 두부 응고제의 개발이 필요하다. 그리고, 현재 많이 사용하고 있는 두부 응고제 중 glucono- δ -lactone을 제외하고는 2가의 금속이온이 대두 단백을 효과적으로 응고시키는 성질을 이용한 것인데, 마그네슘염보다는 칼슘염이 보다 보편적으로 이용되고 있다.²¹⁾

한편, 갑오징어는 연체동물 중에서 오징어 다음으로 생산량

이 많으면서, 오징어에 비하여 조직감이 특이하여 소비자들의 호응도가 좋아 소비량은 점차 증가하리라 전망된다. 이와 같은 갑오징어는 내부에 딱딱하면서 흰 배모양의 비식용 갑을 가지고 있는데, 이것이 가공 중 부산물로 발생한다. 그리고, 갑오징어갑은 칼슘 등의 유용 무기성분이 건물 100g당 약 40%정도로 다량 함유²²⁾되어 있어, 칼슘의 함유량 면에서는 칼슘 보급원과 같은 아주 유용한 식품 재자원으로 이용 가능하다. 하지만, 갑오징어갑에 다량 존재하고 있는 칼슘의 경우 용해성이 낮아 효율적으로 이용되지 못하고, 대부분이 비료 등과 같이 비효율적으로 이용되고 있다. 그러나, 갑오징어갑을 소성 및 유기산 처리 등에 의하여 가용화율을 개선하고 적절한 pH를 유지할 수 있다면 가용화된 칼슘 이온이 두부 제조시에 두유 단백질의 carboxyl group 등과의 결합에 의한 응집으로 응고능을 개선^{21,23)}하여 칼슘 강화 고기능성 두부의 제조가 가능하여 그 의의는 아주 크리라 판단된다.

본 연구에서는 두부의 품질 개선 및 수산가공 부산물인 갑오징어갑의 효율적 이용을 목적으로 고 용해성 아세트산 처리 갑오징어갑 분말을 이용한 보통 두부의 제조를 시도하였고, 아울러 이의 특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료. 두부의 제조를 위한 대두는 2002년 8월에 경남 통영 소재 제래식 시장에서 구입하여 사용하였고, 유기산처리 갑오징어갑 분말(이하 갑오징어갑 분말)의 제조를 위한 갑오징어갑은 부산소재 우영수산으로부터 2001년 5월에 구입하여 사용하였다. 그리고, 갑오징어갑 분말은 구입한 갑오징어갑을 동결하고, 초퍼로 분쇄한 다음 건조하였고, 이를 소성처리(800°C, 2시간), 체가름(100 mesh) 및 아세트산처리(소성처리 칼슘제 몰아

*연락처

Phone: 82-55-640-3177, Fax: 82-55-640-3170

E-mail: minsheu@nongae.gsnu.ac.kr

세트산 물: 0.4)한 후 열풍건조하여 제조하였다.

두부의 제조 및 수율의 측정. 두부의 제조는 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 대두를 수돗물로 수세 및 침지(25°C, 12시간)한 후 원료 대두의 10배에 해당하는 증류수를 가한 다음 waring blender로 마쇄(5분)하여 두미를 제조하였다. 제조한 두미를 가열(95~100°C, 10분) 한 후, 여과포(세겍의 cheese cloth)로 감압여과하여 비지를 제거하고 두유를 얻었다. 이어서 두유의 온도를 일정(80°C)하게 조절한 다음 미리 용해하여 둔 응고제(50 ml)를 일정량(10 ml/min) 씩 나누어 넣으면서 5분간 더 응고시켰다. 응고된 응고물은 소형의 성형틀(15 cm×15 cm×5 cm)에 넣고, 압착, 성형(추 4 kg, 10분)하여 두부를 제조하였다. 성형된 두부는 10분간 흐르는 물에서 냉각한 후 두부 중량의 3배량의 멸균수에 침지하여 냉장보관(5°C)하였다. 이때 두부 제조를 위하여 사용한 응고제의 농도는 원료 대두 중량에 대하여 갑오징어갑 분말의 경우 2%, 염화칼슘의 경우 일반 두부공장에서 많이 사용하고 농도인 1.5%를 사용하였다. 두부의 수율은 사용한 원료 대두에 대하여 생산한 두부의 무게에 대한 상대비율(%)로 하였다.

응고능의 결정. 두유의 응고능 측정은 Lu 등²³⁾과 같은 방법으로 water bath(80°C) 상에서 일정량(2 ml)의 두유를 cap tube에 넣고, 여기에 일정농도의 응고제(대두량의 0.2-1.4%)를 각각 달리 첨가하면서 응고 여부를 관찰하였다.

일반성분, pH 및 생균수의 측정. 일반성분은 AOAC법²⁴⁾에 따라 수분은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식 회화법으로 측정하였으며, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법으로 질소를 정량한 후 질소계수(6.25)를 이용하여 계산하였다. 그리고, pH는 시료에 10배량의 탈이온수를 가하고 균질화한 다음 pH meter(Metrohm 691, Swiss)로 측정하였고, 생균수는 두부를 멸균 생리식염수를 이용하여 10진 희석법으로 희석한 다음 APHA법²⁵⁾에 따라 표준한천 평판배지에서 배양(25±2°C)하고, 집락수를 계측한 다음, 이를 이용하여 계산하였다.

색도의 측정. 두부의 중심부 부위의 절단면에 대한 Hunter L(명도), a(적색도) 및 b(황색도)는 직시색차계(日本電色 ZE 2000, Japan)를 이용하여 측정하였고, 백색도는 다음에 제시한 식으로 산출하였다. 이 때 표준 백판은 L값이 91.6, a값이 0.28 및 b값이 2.69이었다.

$$\text{White index} = 100 - \sqrt{\{(100 - L)^2 + a^2 + b^2\}}$$

조직감의 측정. 조직감의 측정은 Ko 와 Kim¹²⁾과 같은 방법으로 측정하였다. 두부의 중심부를 일정한 크기(1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm)로 절단하여 rheometer(Sun scientific Co., model CR-100D, Japan)로 경도(hardness), 탄성(springiness) 및 부서짐성(brittleness)에 대하여 측정하였다. 측정은 load cell(max)의 경우 2 kg, chart speed의 경우 60 mm/min, 반복횟수의 경우 2 회로 설정하였으며, adapter의 경우 지름이 15 mm인 원판형(No. 1)으로 설치하여 실시하였다.

무기질 및 칼슘 흡수율의 측정. 무기질(칼슘, 인, 나트륨, 마그네슘, 칼륨, 망간, 철 및 아연)은 Tsutagawa 등²⁶⁾의 방법으로 유기질을 습식 분해한 후 ICP(inductively coupled plasma spectrophotometer, Atomscan 25, TJA)로 분석하였다.

관능검사. 관능검사는 두부의 조직감, 색조 및 쓴맛에 잘 훈련된 7인의 panel을 구성하여 염화칼슘을 응고제로 사용한 두부를 기준으로 하되 조건 구명시에는 이를 기준점인 3점(갑오징어갑 분말을 응고제로 사용한 두부의 조직감, 색조 및 쓴맛에 대하여 이보다 우수한 경우 4, 5점을, 이보다 못한 경우 1, 2점으로 하는 5단계 평점법)으로 하여 각각 갑오징어갑 분말 처리 두부를 상대 평가하였고, 이를 평균값으로 나타내었다. 그리고, 이들 값은 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정²⁷⁾으로 최소 유의차 검정(5% 유의 수준)을 실시하였다.

결과 및 고찰

갑오징어갑 칼슘제의 응고능. 응고제로 많이 사용하고 있는 염화칼슘, 염화마그네슘과 갑오징어갑 분말의 농도에 따른 두부 응고능을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 두부의 응고는 일반적으로 두부 가공공장에서 응고제로 많이 사용하고 있는 염화칼슘의 경우 0.7%에서, 염화마그네슘의 경우 1.2%에서 응고가 시작되었으나, 칼슘제의 경우 0.9%로 염화칼슘보다는 높았고, 염화마그네슘보다는 낮은 농도이었다. 한편, Lu 등²³⁾의 경우 calcium acetate의 응고 농도는 0.15%라 하여 본 칼슘제(calcium acetate가 주성분임)의 결과와 상당한 차이를 보였는데, 이는 사용한 두유의 농도 차이(calcium acetate: 콩에 대하여 2.5배의 물을 가하여 제조, 칼슘제: 콩에 대하여 10배의 물을 가하여 제조) 때문이라 판단되었다.

칼슘제의 적정 첨가농도. 갑오징어갑 분말의 첨가농도에 따른 두부의 수율 변화는 Fig. 1과 같다. 두부의 수율은 갑오징어갑 분말의 첨가농도가 증가할수록 감소하여 갑오징어갑 분말의 첨가농도 1.5%의 경우 195%이었으나, 첨가농도 3.0%의 경우 149%에 불과하였다. 그리고, 대조구인 염화칼슘을 응고제로 사용하여 제조한 두부의 경우 수율이 약 185%로 갑오징어갑 분말 2.0%로 제조한 두부와 유사하였다. 이와 같이 갑오징어갑 분말의 첨가농도가 증가할수록 수율이 감소하는 것은 단백질의

Table 1. Comparison in coagulation ability of calcium chloride, magnesium chloride and acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) on soybean milk

Coagulant concentration (%) ¹⁾	Coagulants		
	CaCl ₂	MgCl ₂	ATC
0.2	- ²⁾	-	-
0.4	-	-	-
0.6	-	-	-
0.7	+ ³⁾	-	-
0.8	+	-	-
0.9	+	-	+
1.0	+	-	+
1.1	+	-	+
1.2	+	+	+
1.4	+	+	+

¹⁾Coagulant concentration (%): a relative concentration of coagulant-added weight to soybean weight.

²⁾Coagulation is not occurred.

³⁾Coagulation is occurred

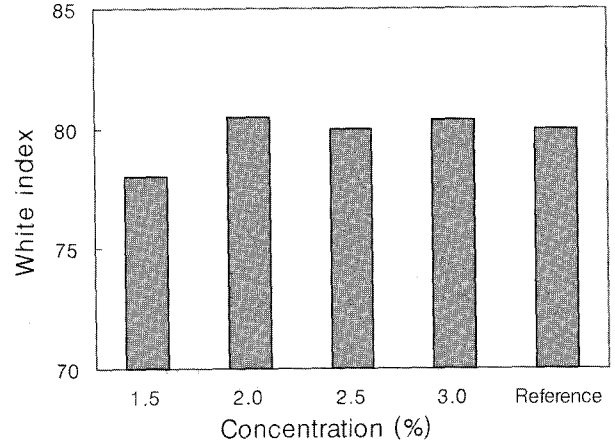
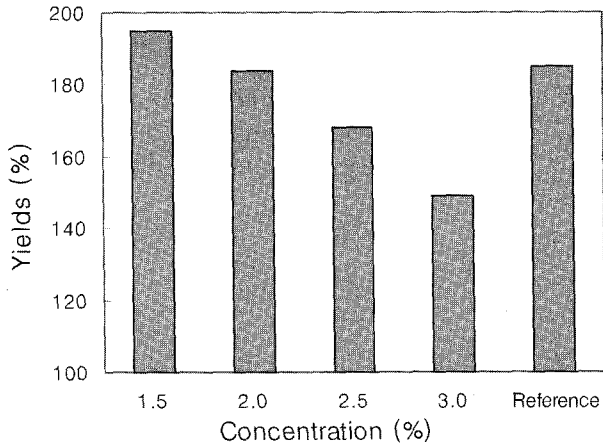


Fig. 1. Comparison of yields in soybean curds prepared with various concentration of acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean weight. *Reference is soybean curd made by using 1.5% calcium chloride as a coagulant.

Fig. 2. Comparison of whiteness in soybean curds prepared with various concentration of acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean weight. *Reference is soybean curd made by using 1.5% calcium chloride as a coagulant.

응고가 급격히 일어나면서 덩어리가 커지고, 보수력이 떨어져 딱딱한 두부를 형성하였기 때문이라 판단되었다. 한편, Jung 등²⁸⁾의 경우도 과실즙을 첨가한 두부의 제조시 첨가량이 증가할수록 수율이 감소하였다고 보고한 바 있다.

갑오징어갑 분말의 첨가농도에 따른 두부의 백색도 변화는 Fig. 2와 같다. 두부의 백색도는 갑오징어갑 분말의 첨가농도가 증가할수록 상승하여 갑오징어갑 분말의 첨가농도를 1.5%로 한 경우 77.99이었고, 2.0%로 한 경우 80.47이었다. 그러나, 갑오징어갑 분말의 첨가농도를 이보다 증가시키는 경우 2.0% 첨가한 경우와 거의 차이가 없었다. Lee 와 Lanier²⁹⁾는 칼슘화합물이 연제품의 백색도 개선 하였다는 보고에 따라 본 연구 결과에서도 이들 칼슘화합물이 두부의 백색도를 개선하는 효과가 있다고 판단된다. 한편, Lu 등²³⁾의 경우 우수한 품질의 두부는 백색도가 높아야 한다고 보고한 바 있고, 실제 우리 관습상으로 보아도 두부의 경우 백색을 연상시키고 있어 두부 백색도를 충분히 만족시켜야 한다고 판단되었다. 한편, 대조구인 염화칼슘을 응고제로 사용하여 제조한 두부의 경우 백색도는 79.98로 갑오징어갑 분말 2%로 처리한 것(80.47)과 거의 차이가 없었는데, 이는 염화칼슘(분자량: 110) 1.5%과 갑오징어갑 분말의 주 성분²²⁾인 calcium acetate(분자량: 158) 2%가 백색도 개선 효과가 있는 칼슘함량만을 기준으로 하는 경우 거의 유사하였기 때

문이라 판단되었다. 이러한 백색도의 관점만으로 보아 두부의 제조를 위한 갑오징어갑 분말의 첨가농도는 2%이상이 적절하다고 판단되었다.

갑오징어갑 분말의 첨가농도에 따른 두부의 조직감 즉 경도(hardness), 탄성(springiness) 및 부서짐성(brittleness)에 대한 변화는 Fig. 3과 같다. 갑오징어갑 분말의 첨가농도가 증가할수록 경도 및 부서짐성의 경우 2.5%까지는 급격히 증가하였고, 그 이후 완만히 증가하는 경향을 나타내었으며, 탄성의 경우 2.5%까지는 완만히 감소하였고, 그 이후 급격히 감소하는 경향을 나타내었다.

갑오징어갑 분말의 첨가농도에 따른 두부의 조직감, 색조 및 쓴맛에 대한 관능검사의 결과는 Table 2와 같다. 두부는 갑오징어갑 분말로 제조한 것이 염화칼슘으로 제조한 것에 비하여 경도의 경우 1.5%는 너무 연약하였고, 2.0%는 적절하다고 판단되었으며, 그 이상의 농도는 너무 높았다.

그리고, 백색도의 경우 1.5%는 다소 낮았으며, 2.0%는 약간 우수하였고, 그 이상의 농도 간에는 차이가 없었다. 쓴맛의 경우 대조구와 비교하여 농도에 관계없이 차이가 없었다.

이상의 갑오징어갑 분말 처리농도에 따른 두부의 수율, 색도, 조직감 및 관능검사의 결과로 미루어 보아 두부 제조를 위한 갑오징어갑 분말의 최적 첨가농도는 2.0%로 판단되었다.

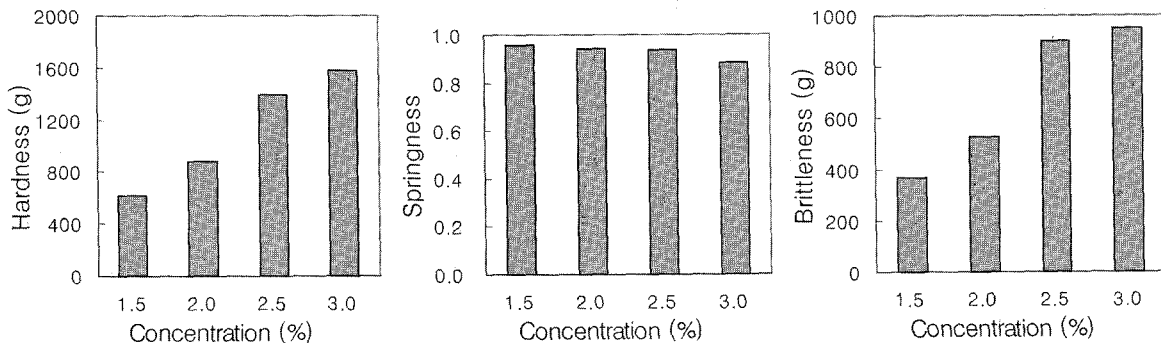


Fig. 3. Comparison of textures in soybean curds prepared with various concentration of acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean weight. *Reference is soybean curd made by using 1.5% calcium chloride as a coagulant.

Table 2. Sensory evaluation of soybean curds prepared with various concentration of acetic acid-treated cuttle bone (ATC) to soybean weight

Sensory items	Reference*	ATC concentration (%)			
		1.5	2.0	2.5	3.0
Texture	3.0 ^{ab**}	1.8 ± 0.3 ^c	3.4 ± 0.4 ^a	2.6 ± 0.4 ^b	2.1 ± 0.3 ^c
Color	3.0 ^a	2.6 ± 0.2 ^b	3.1 ± 0.3 ^a	3.2 ± 0.4 ^a	3.2 ± 0.3 ^a
Bitterness	3.0 ^a	3.0 ± 0.0 ^a	3.0 ± 0.0 ^a	3.0 ± 0.0 ^a	3.0 ± 0.0 ^a

*Reference is soybean curd made by using 1.5% calcium chloride as a coagulant.

**Means with different superscript in each sensory items are significantly different (p<0.05).

Table 3. Proximate composition, pH and viable cell counts of soybean curds prepared with 2% acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean weight

Components	Coagulants*	
	ATC	CaCl ₂
Moisture (g/100 g)	75.9 ± 0.4	73.6 ± 0.1
Crude protein (g/100 g)	12.6 ± 0.1	13.2 ± 0.1
Crude ash (g/100 g)	1.6 ± 0.3	1.7 ± 0.2
Crude lipid (g/100 g)	5.3 ± 0.0	5.2 ± 0.1
pH	6.69	6.63
Viable cell counts (CFU/g)	1.0 × 10 ⁴	9.7 × 10 ³

*The concentration of ATC and CaCl₂ were 2% and 1.5%, respectively.

갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 일반 특성. 갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 일반성분, pH 및 생균수를 염화칼슘으로 제조한 두부의 성분들과 비교한 결과는 Table 3과 같다. 칼슘제로 제조한 두부의 일반성분, pH 및 생균수는 수분 75.9%, 조단백질 12.6%, 조지방 1.9% 및 조지방 5.3%, pH 6.60, 생균수 1.0 × 10⁴ CFU/g으로, 염화칼슘으로 제조한 두부에 비하여 수분의 경우 약 2% 높았으나, 기타 일반성분, pH 및 생균수의 경우 거의 차이가 없었다. 이와 같은 경향은 두부 제조시 응고제의 종류만이 차이가 있어 보수력에 약간 차이가 있을 뿐이고, 기타 공정은 모두 유사하였기 때문이라 판단되었다. 한편, 두부의 조직감과 밀접한 관련이 있는 수분함량은 일반적으로 75-82% 범위에 있다고 하여 본 실험의 두부가 이 범위를 벗어나거나 약간 낮은 범위에 속하여 차이가 있었는데, 이는 두부 공정시 압착한 정도의 차이 및 콩의 저장기간⁶⁾ 등의 차이 때문이라 판단되었다. 한편, 우리나라 식품공전³⁰⁾에서는 두부는 대두를 원료로 하여 얻은 대두액에 응고제를 가하여 응고시킨 것으로, 고형물이 12% 이상이어야 하고, 조지방 및 조단백질이 각각 7% 이하 및 40% 이상이어야 한다고 규정하고 있다. 본 실험에서 칼슘제 2.0%로 제조한 두부의 경우 고형물이 24.1%이고, 건물당 회분 및 조단백질이 각각 6.6% 및 52.3%이어서, 이 조건을 충분히 수용한 두부이었다.

갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 무기질 함량은 Table 4와 같다. 갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 무기질 함량은 칼슘의 경우 190.7 mg/100 g, 인의 경우 466.5 mg/100 g, 나트륨의 경우 7.9 mg/100 g, 마그네슘의 경우 68.1 mg/100 g, 칼륨의 경우 101.9 mg/100 g, 망간의 경우 1.0 mg/100 g, 철의 경우 3.3 mg/100 g 및 아연의 경우 2.7 mg/100 g으로 염화칼슘으로 제조한 두부와 차이가 없었다. 근년, 인스턴트 식품 및 기타 가공식품의 다량 섭취로 건강 기능 무기성분²²⁾인 칼슘의 부족 현상이

Table 4. Mineral contents of soybean curds prepared with 2% acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean weight

Minerals (mg/100 g)	Coagulants*	
	ATC	CaCl ₂
Calcium	190.7 ± 11.2	182.7 ± 3.3
Phosphorus	466.5 ± 13.2	472.8 ± 16.7
Sodium	7.9 ± 3.2	8.7 ± 1.1
Magnesium	68.1 ± 4.8	68.4 ± 4.9
Potassium	101.9 ± 12.1	96.6 ± 10.0
Manganese	1.0 ± 0.3	1.1 ± 0.5
Iron	3.0 ± 0.2	3.3 ± 1.2
Zinc	2.7 ± 1.1	2.6 ± 1.2

*Refer to the footnote in Table 3.

Table 5. Hunter's color values of soybean curds prepared with 2% acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean weight

Hunter color items	Coagulants	
	ATC	CaCl ₂
L	85.38 ± 0.03	84.75 ± 0.29
a	-1.01 ± 0.09	-0.47 ± 0.07
b	12.90 ± 0.27	12.97 ± 0.23
Whiteness	80.47 ± 0.15	79.98 ± 0.33

*Refer to the footnote in Table 3.

뚜렷하여 칼슘의 섭취를 권장하고 있다. 이러한 일면에서 갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 경우 건강 기능성 무기성분인 칼슘이 시판 두부에 버금 갈 정도로 다량 함유되어 있어 건강 기능적으로 의미있는 식품이라 판단되었다.

갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값) 및 백색도는 Table 5와 같다. 갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 명도, 적색도, 황색도 및 백색도의 경우 각각 85.38, -1.01, 12.90 및 80.47로, 염화칼슘으로 제조한 두부에 비하여 미미한 정도에서는 명도 및 백색도가 높았으나, 실제로 육안으로 구분하기 힘든 정도의 범위이었다.

갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 조직감(경도, 탄성 및 부스러짐성)의 결과는 Fig. 4와 같다. 갑오징어갑 분말로 제조한 두부의 조직감은 경도의 경우 882.1 g, 탄성의 경우 0.943 및 부스러짐성의 경우 528.1 g으로, 염화칼슘으로 제조한 두부(경도 963.1 g, 탄성 0.948 및 부스러짐성 563.3 g)에 비하여 경도 및 부스러짐성은 낮았고, 탄성은 차이가 없어 전체적으로 부드러운 느낌이었다. 이와 같은 두부 조직감의 결과로 미루어 보아 갑오징어갑 분말을 응고제로 하여 제조한 두부의 경우 소비자의 기호도가 높은 우수한 두부로 판단되었다.

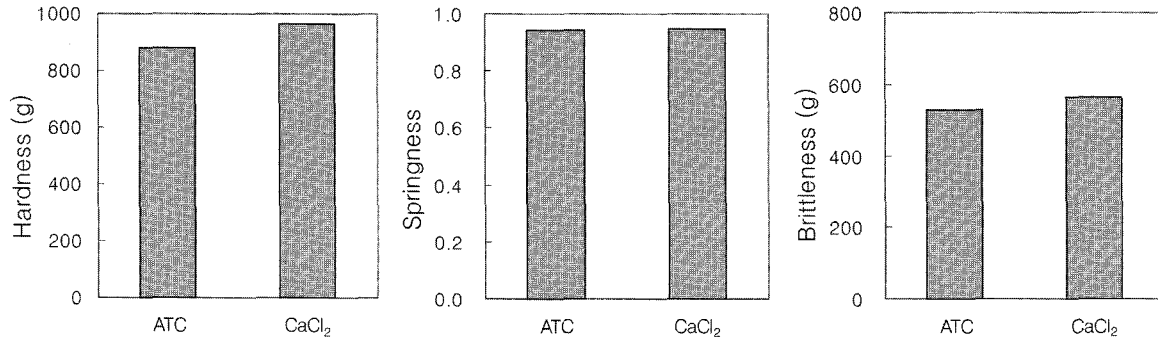


Fig. 4. Rheological properties of soybean curds prepared with 2.0% acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean weight. The concentration of ATC and CaCl₂ were 2% and 1.5%, respectively.

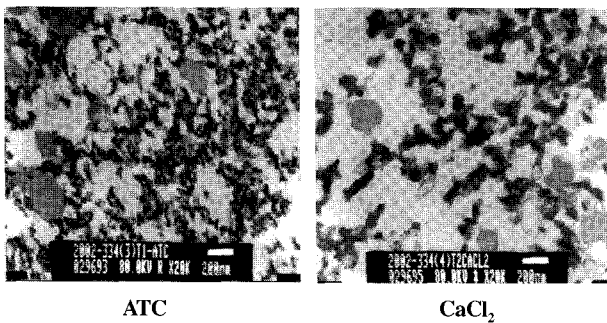


Fig. 5. Transmission electron micrograph of soybean curds prepared with 2% acetic acid-treated cuttle bone powder (ATC) to soybean. The concentration of ATC and CaCl₂ were 2% and 1.5%, respectively.

갑오징어갑 분말 첨가 두부의 전자 현미경 사진은 Fig 5와 같다. 전자현미경으로 살펴 본 미세 구조의 경우 염화칼슘으로 제조한 두부에 비하여 갑오징어갑 분말을 첨가하여 제조한 두부가 대두 단백질이 조밀하게 모여있는 형상을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이는 칼슘제의 칼슘이온이 단백질의 carboxyl group 간에 가교 역할을 하여 이들이 그물상을 형성하도록 관여하였기 때문이라 판단되었다.

이상의 결과로 미루어 보아 갑오징어갑 칼슘제로 제조한 두부는 식품위생법규에 적합하면서 칼슘과 같은 기능성 무기성분이 다량 함유되어 있고, 조직이 부드러워 소비자들의 기호성이 우수한 두부로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 경상남도에서 시행한 생명공학 기술 개발과제 (2000) 수행에 의한 연구 결과의 일부이며, 연구비를 지원하여 준 경상남도에 감사드립니다.

참고문헌

1. Food Sanitation-Related Law. (2001) Ji-Gu Publishing Co., Seoul, pp. 286-299.
2. Miller, C. D., Denning, H. and Bauer, A. (1952) Relation of nutrients in commercially prepared soybean curd. *Food Res.* **17**, 261-266.

3. Kim, H. J., Kim, B. Y. and Kim, M. H. (1995) Rheological studies of the tofu upon the processing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 324-328.
4. Tsai, S. J., Lan, C. Y., Kao, C. S. and Chen, S. C. (1981) Studies on the yield and quality characteristics of tofu. *J. Food Sci.* **46**, 1734-1740.
5. Lee, B. Y., Kim, D. M. and Kim, K. H. (1990a) Studies on the processing aptitude of the Korean soybean cultivars for soybean curd. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 363-368.
6. Chang, C. I., Lee, J. K., Ku, K. H. and Kim, W. J. (1990) Comparison of soybean varieties for yield, chemical and sensory properties of soybean curds. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 439-444.
7. Wang, H. L., Swain, E. W. and Kwolek, W. F. (1983) Effect of soybean varieties on the yield and quality of tofu. *Cereal Chem.* **60**, 245-259.
8. Saio, K. (1979) Tofu-relationships between texture and fine structure. *Cereal Food World* **24**, 342-347.
9. Lee, C. H. and Rha, C. K. (1978) Microstructure of soybean protein aggregates and its relation to the physical and textural properties of the curd. *J. Food Sci.* **43**, 79-84.
10. Kim, J. W., Lee, J. K. and Hong, J. H. (1997) Effect of mixed coagulant on the rheological properties of soybean curd. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 1096-1101.
11. Kim, D. W., Ko, S. N. and Kim, W. J. (1994) Effects of the mixed coagulants ratio on SPI-tofu characteristics. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23**, 98-103.
12. Ko, S. N. and Kim, W. J. (1992) Effect of coagulants and coagulation temperature on physical properties of ISP-tofu. *Korean J. Food Sci. Technol.* **24**, 154-159.
13. Hou, H. J., Chang, K. C. and Shin, M. C. (1997) Yield and textural properties of soft tofu as affected by coagulation method. *J. Food Sci.* **62**, 824-827.
14. Sun, N. and Breene, M. (1991) Calcium sulfate concentration influence on yield and quality of tofu from five soybean varieties. *J. Food Sci.* **56**, 1604-1607.
15. Lee, K. S., Kim, D. H., Baek, S. H. and Choun, S. H. (1990b) Effects of coagulants and soaking solutions of tofu (soybean curd) on extending its shelf life. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 116-122.
16. Chun, K. H., Kim, B. Y. and Hahm, Y. T. (1999) Extension of tofu shelf-life with water soluble degraded chitosan as a coagulant. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 161-166.

17. Kim, D. W. and Lee, K. S. (1992) Effects of coagulants on storage of packed tofu. *Korean J. Food Sci. Technol.* **24**, 92-96.
18. Lee, S. K. and Kim, C. S. (1992) Effects of heat treatment on storage of packaged tofu. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **35**, 490-494.
19. Shon, J. W. and Kim, W. J. (1985) Some quality changes in soybean curd by addition of dried soymilk residue. *Korean J. Food Sci. Technol.* **17**, 522-525.
20. Kim, J. M., Choi, Y. B., Kim, H. T., Kim, T. Y. Hwang, H. S. and Hawang, S. M. (1991) Effects of egg-white addition on the quality of soybean curd. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **20**, 363-368.
21. Kim, J. M., Baek, S. H. and Hwang, H. S. (1988) Preparation of the tofu coagulant from egg-shell and its use. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **17**, 25-31.
22. Cho, M. L., Heu, M. S. and Kim, J. S. (2001) Food component characteristics of cuttle bone as a mineral source. *J. Korean Fish. Soc.* **34**, 478-482.
23. Lu, J. Y., Carter, E. and Chung, R. A. (1980) Use of calcium salts for soybean curd preparation. *J. Food Sci.* **45**, 32-34.
24. AOAC. (1990) In *Official Methods of Analysis* (14th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
25. APHA. (1970) In *Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Seawater and Shellfish* (3rd ed.) APHA Inc., USA. pp. 17-24.
26. Tsutagawa, Y., Hosogai, Y. and Kawai, H. (1994) Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. *J. Food Hyg. Soc. Japan* **34**, 315-318.
27. Larmond, E. (1973) In *Methods for Sensory Evaluation Foods* Canada Dept. of Agriculture, Canada. pp. 67-92.
28. Jung, G. T., Ju, I. O., Choi, J. S. and Hong, J. S. (2000) Preparation and shelf-life of soybean curd coagulated by fruit juice of *Schizandra chinensis* Ruprecht (Omija) and *Prunus mume* (maesil). *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 1087-1092.
29. Lee, C. M. and Lanier, T. C. (1992) In *Surimi Technology* Marcel Dekker, Inc., pp. 296-297.
30. KOAC. (1999) In *Korea Official Method of Analysis* Ministry of Health and Welfare, Korea.

Preparation and Characteristics of Soybean Curd Using Cuttle Bone Powder Treated with Acetic Acid

Jin-Soo Kim, Moon-Lae Cho and Min-Soo Heu* (*Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea*)

Abstract: Soybean curd was prepared using cuttlebone powder treated with acetic acid (ATC), and its characteristics were determined. Soybean protein was coagulated by adding calcium chloride, magnesium chloride, and ATC at 0.7, 1.2, and 0.9%, respectively, or higher. Yield, white index, texture, and sensory evaluations revealed the optimal concentration of ATC for preparation of soybean curd was 2.0% of total soybean weight. The proximate compositions of soybean curd prepared by adding 2.0% ATC were 75.9%, 12.6%, 1.9%, 5.3%, 6.60, and 1.0×10^4 CFU/g in for moisture, crude protein, crude ash, crude lipid, pH, and viable cell count, respectively. Although white index and mineral content of both soybean curds were similar, texture of ATC-prepared soybean curd was superior to that of soybean curd prepared with 1.5% calcium chloride.

Key words: cuttle bone powder treated with acetic acid, calcium agent, soybean curd, coagulants

*Corresponding author