

갑오징어(*Sepia esculenta*)갑 칼슘으로 회수한 surimi 가공폐수 단백질의 어묵소재로서 이용

김진수 · 조문래 · 허민수*
경상대학교 해양생물이용학부, 해양산업연구소

Utilization of a Soluble Protein Recovered from Surimi Wastewater by Calcium Powder of Cuttle, *Sepia esculenta* Bone

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

Utilization of soluble protein recovered from surimi wastewater using calcium powder of cuttle bone were examined. The crude ash content of the heat-induced surimi gel was increased linearly by increasing substitution ratio of recovered protein-ATC toward commercial surimi. Moisture (approximately 76%) and lipid (0.2%) contents were not change, but their protein contents were decreased 15.7 to 14.3% depend on increasing of substitution ratio. The white index of the heat-induced surimi gel by color meter was increased up to 10% of substitution ratio. There were no difference between 0% and 5% substituted surimi gel in the gel strength. The sensory score on white index and texture of the heat-induced surimi gel did not change in 0 to 10% as a substitution ratio of recovered protein-ATC toward commercial surimi, while decreased in more 15%. The optimal substitution ratio of recovered protein-ATC as a bulking agent was 10%. The heat-induced surimi gel prepared with 10% substitution of recovered protein-ATC was similar to the content and composition of total amino acids, and superior to calcium content and the ratio of calcium and phosphorus toward those of commercial surimi.

Key words: Cuttle bone, Seafood processing by-products, Calcium powder, Surimi

서 론

수산연제품의 제조를 위하여는 반드시 채육한 다음 혈액, 지질 등과 같은 이물질의 제거를 위하여 수세공정을 거쳐야 하고, 이 공정에서 이들 이물질 이외에도 다량의 수용성 단백질이 제거되어 수율의 저하를 초래할 뿐만이 아니라 환경오염을 야기하여 사회적으로 문제를 일으키기도 한다 (Suh et al., 1994; 1995a; 1995b). 과거에는 이들 수용성 단백질을 비롯하여 모든 수용성 성분은 수산연제품의 탄력 형성을 억제한다고 알려져 있었으나, 근년에는 오히려 수용성 성분 중 수용성 단백질의 경우 탄력을 강화시키고 (Morioka and Shimizu, 1990), 기타 색소 및 지질 등이 탄력을 약화 (Lee and Lanier, 1992; Lin and Park, 1996)시킨다고 알려져 있다. 이러한 일면에서, 수산연제품의 원료난 해결 및 환경오염방지를 위하여는 수산연제품의 가공폐수 중 유용성분의 경우 회수 및 재이용되어야 할 것이다. 수산가공폐수로부터 유용성분의 회수 및 이용에 관한 연구로는 pH 조정법에 의한 단백질 (Niki et al., 1985; Suh et al., 1994), 지질 (Suh et al., 1995a) 및 이의 장치 개발 (Suh et al., 1995b), 고분자 응집제를 이용한 단백질의 회수 (키토산-Ahn and Lee, 1992; 폴리 아크릴산-Park and Chung, 1987)를 시도한 바가 있으나, 이들의 경우 응집력이 너무 강력하여 고분자 수용성 단백질

외에도 저분자 수용성 단백질과 기타 색소와 같은 수용성 성분도 회수되어 실질적으로 효율적으로 이용되지 못하고 있다.

갑오징어갑은 칼슘 등의 유용 무기성분이 건물 100 g 당 약 40% 정도로 다량 함유 (Cho et al., 2001)되어 있어, 칼슘의 함유량 면에서는 칼슘 보급원과 같은 아주 유용한 식품 재자원으로 이용 가능하다. 갑오징어갑에 다량 함유되어 있는 칼슘의 경우 소성 및 유기산 처리 등에 의하여 가용화율을 개선하고 적절한 pH를 유지할 수 있다면 칼슘이 이온화되어 수산가공 중 유용 수용성 단백질의 carboxyl group과 carboxyl group 간에 그물구조 형성에 관여하여 고분자 형성에 의한 침전이 가능하며, 이 때 저분자 수용성 단백질의 경우 침전이 잘 이루어지지 않아 이들의 효율적 분리가 용이하다. 이와 관련한 연구로 전보 (Kim et al., 2003b)에서 유기산 처리 갑오징어 갑 칼슘제의 surimi 가공폐수로부터 단백질의 회수에 대하여 다루었으며, 단백질 회수능이 인지되어, 본 연구는 surimi의 가공폐수에 유기산처리 갑오징어갑 분말을 적용하여 회수한 고분자 수용성 단백질을 어묵의 증량제로서 사용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에서 어묵의 제조를 위하여 사용한 기본 시판 명태

*Corresponding author: minsheu@nongae.gsnu.ac.kr

surimi는 2002년 5월에 경남 김해소재 한성기업(주)로부터 RA 급을 구입하여 사용하였으며, surimi 가공폐수의 제조 및 회수 실험을 위한 갈치 (*Trichiurus lepturus*)는 2002년 8월에 선도가 양호 (휘발성염기질소 함량: 18.2 mg/100 g)한 것을 경남 통영 소재 어시장에서 각각 구입하여 사용하였다. 그리고, 아세트산 처리 갑오징어갑 칼슘제는 Kim et al. (2003a)의 방법에 따라 제조하였다.

Surimi 가공폐수의 제조 및 회수

Surimi 가공폐수의 제조는 Suh et al. (1995b)의 방법을 약간 수정하여 다음과 같은 방법으로 조제하여 사용하였다. 갈치의 머리와 내장을 제거하고, 혈액과 헤파물을 제거하기 위하여 가볍게 수세한 후 채육하였다. 이어서 채육한 육에 대하여 2배량의 물을 가한 후 저온 하 (5-10°C)에서 30분간 교반하고, 세겹의 cheese cloth로 여과하여 여액을 분리하였다. 이와 같은 조작을 한번 더 반복한 후 여액을 모두 합쳐 surimi 가공폐수로 하고, 실험에 사용하였다. Surimi 가공폐수로부터 회수한 수용성 단백질은 가공폐수에 칼슘제를 1.0% 첨가한 다음 간혹 저어주면서 30분을 경과시켰고, 이어서 이를 원심분리 (7,000×g, 15 min)하여 회수하였다.

어묵의 제조

전보 (Kim et al., 2003b)에 따라 제조하였다.

일반성분 및 pH의 측정

일반성분은 AOAC (1990)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 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 측정하였다.

백색도의 측정

백색도는 수산연제품의 단면을 시료로 하여 직시색차계 (Nippon Denshoku Industries Co., ZE-2000, Japan)로 L (whiteness), a(redness), b(yellowness) 값을 각각 측정한다. 이들 색조값을 이용하여 다음 식으로 계산하였다.

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

조직감 (젤강도)의 측정

조직감은 일정하게 정형 (직경×높이, 1.8 cm×2.0 cm)한 시료를 Okada 방법 (1964)에 따라 rheometer (Sun Scientific Co., Model CR-100D, Japan)로 측정하였다. 이 때 분석을 위한 plunger는 지름 5 mm 구형 adaptor를 사용하였고, test speed는 60 mm/min로 하였다.

총 아미노산의 분석

구성아미노산은 일정량의 시료에 6 N 염산 2 mL를 가하고 밀봉한 다음, 이를 heating block에서 가수분해 (110°C, 24시간)한 후 glass filter로 여과 및 감압건조하였다. 이어서 감압건

조물을 구연산나트륨 완충액 (pH 2.2)으로 정용한 후 이의 일정량을 아미노산 자동분석기 (LKB-4150 α, LKB Biochrom, Ltd. England)로 분석 및 정량하였다.

무기질 함량 및 in vitro에 의한 칼슘 흡수율의 측정

무기질 (칼슘, 인, 마그네슘 및 칼륨)은 Tsutagawa et al. (1994)의 방법으로 유기질을 습식 분해한 후 ICP (inductively coupled plasma spectrophotometer, Atomscan 25, TJA)로 분석하였다. 칼슘의 흡수율은 Kennefick and Cashman (2000)의 방법을 약간 변형하여 실시하였다. 유기산 처리 갑오징어갑 칼슘제의 일정량 (약 2 g)에 증류수 100 mL를 가한 다음 magnetic stirrer로 저어가면서 6 N 염산으로 시료의 pH를 2.0으로 조정하고, 여기에 pepsin 용액 (3 mL)을 가하고 2시간 동안 소화시켰다. 이어서 소화된 시료의 일정량 (20 mL)을 취하여 0.1 N 수산화나트륨으로 pH 7로 중화한 다음 이의 소요액으로부터 같은 당량의 0.1 M 중탄산나트륨 용액을 산출하였다. 그리고, 투석막에 계산된 0.1 M 중탄산나트륨을 넣고, 증류수로 25 mL가 되도록 조정하였다. 이를 소화액의 일정량 (20 mL)이 함유된 beaker에 넣은 후, 37°C에서 pH 5 정도가 되도록 소화시킨 다음 pancreatin-bile salt mixture 5 mL를 가하고 2시간동안 재소화시켰다. 이어서 이를 시료로 하여 ICP (inductively coupled plasma spectrophotometer, Atomscan 25, TJA)로 칼슘을 분석한 다음 칼슘의 흡수율은 시료 칼슘 함량에 대한 투석물의 칼슘 함량의 상대비율 (%)로 하였다.

관능검사 및 통계처리

관능검사는 어묵의 조직감, 색조 및 냄새에 잘 훈련된 panel을 구성하여 회수 단백질 무첨가 제품을 기준점인 4점 (회수 단백질 무첨가 제품의 조직감 및 색조에 대하여 이보다 우수할수록 5, 6, 7점의 높은 점수로, 이보다 못한 경우 3, 2, 1점의 낮은 점수로 하는 7단계 평점법)으로 하여 회수 단백질 첨가 제품을 상대 평가하였고, 이를 평균값으로 나타내었다. 그리고, 이들 값은 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정 (Larmond, 1973)으로 최소 유의차 검정 (5% 유의 수준)을 실시하였다.

결과 및 고찰

회수 단백질의 어묵의 증량제로서의 적정 첨가비율

회수단백질의 어묵 증량제로서의 적정 첨가비율을 구명하기 위하여 surimi에 대하여 일정량 대체한 어묵의 일반성분 및 pH는 Table 1과 같다. 시판 surimi 만으로 제조한 어묵품은 수분이 76.3%, 단백질이 15.7%, 조지방이 0.1% 및 조회분이 2.2%이었고, 여기에 시판 surimi 대신에 회수 단백질을 5-15% 범위로 대체 하여 조제한 어묵의 경우 미미하지만 조회분은 증가하는 경향이었고, 조단백질 함량은 감소하는 경향이였으며, 수분 및 조지방은 거의 변화가 없었다. 이와 같이 시판 surimi에 대하여 회수 단백질의 대체 비율을 증가시

Table 1. Changes in proximate composition and pH in heat-induced surimi gel prepared with various substitution ratio of the recovered protein concentrates for commercial pollack surimi

Components	Substitution (recovered protein/commercial surimi)			
	0/100	5/95	10/90	15/85
Moisture (g/100 g)	76.3±0.2 ^{a*}	76.0±0.4 ^a	76.8±0.3 ^a	77.0±0.3 ^a
Crude protein (g/100 g)	15.7±0.0 ^a	15.6±0.3 ^a	14.6±0.0 ^b	14.3±0.2 ^b
Crude lipid (g/100 g)	0.1±0.1 ^a	0.2±0.0 ^a	0.2±0.1 ^a	0.3±0.2 ^a
Crude ash (g/100 g)	2.2±0.2 ^a	2.4±0.2 ^a	2.6±0.2 ^a	2.8±0.1 ^a
pH	7.51±0.00 ^a	7.36±0.02 ^b	7.07±0.02 ^c	6.75±0.03 ^d

*Means with different superscript in each experiment item are significantly different ($p < 0.05$).

켜도 일반성분에 있어 변화가 미미한 것은 조희분을 제외하 나머지 일반 성분의 경우 회수 단백질과 시판 surimi가 거의 차이가 없었기 때문이었다. 한편, pH의 경우 회수단백질 무첨가 제품은 7.51이었으나, 회수 단백질의 대체 비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내어 시판 surimi에 대하여 15% 대체한 경우 6.75를 나타내었다.

회수단백질을 어묵의 증량제로서의 가능성을 살펴보기 위하여 surimi에 대하여 0-15% 범위에서 대체하여 제조한 어묵의 백색도는 Fig. 1과 같다. 백색도는 시판 surimi만으로 제조한 제품의 경우 61.9이었고, 시판 surimi에 회수 단백질의 대체비율을 10%로 할 때까지는 서서히 증가하여 65.5를 나타내었으나, 그 이상의 대체비율에서는 유의적인 차이가 없었다. 이와 같이 회수 단백질을 시판 surimi에 대체하는 비율이 증가할수록 어묵의 백색도가 개선되는 것은 시판 surimi에 비하여 회수 단백질의 백색도가 높았을 뿐 만이 아니라 여기에 함유되어 있는 칼슘의 경우 일정농도에서 백색도 개선 효과 (Lee and Lanier, 1992)가 있었기 때문이라 판단되었다. 또한, 시판 surimi에 일정농도 이상으로 대체하는 경우 어묵의 백

색도에 있어 거의 변화가 없었는데, 이는 백색도 개선 능력을 나타내는 회수 단백질 및 칼슘의 농도를 벗어났기 때문이라 판단되었다.

회수단백질을 어묵의 증량제로서의 가능성을 살펴보기 위하여 surimi에 대하여 0-15% 범위에서 대체하여 제조한 어묵의 켈강도는 Fig. 2와 같다. 켈강도는 시판 surimi만으로 제조한 어묵의 경우 73.1 g·cm을 나타내었고, 시판 surimi에 첨가하는 회수 단백질의 대체비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으나 5% 범위까지는 유의적인 차이가 없었고, 그 이상의 범위에서는 유의적인 차이가 있었다. 한편, Park et al. (1995)은 어묵의 제조시 염화칼슘을 첨가하는 경우 칼슘에 의해 어묵의 조직감은 개선되고, 이를 위한 최적 첨가농도는 0.1-0.3%라 보고한 바 있다.

회수단백질을 어묵의 증량제로서 가능성을 살펴보기 위하여 시판 surimi에 대하여 0-15% 범위에서 대체한 어묵의 조직감, 백색도 및 냄새에 대한 관능검사의 결과는 Table 2와 같다. 조직감의 경우 시판 surimi만으로 제조한 어묵에 비하

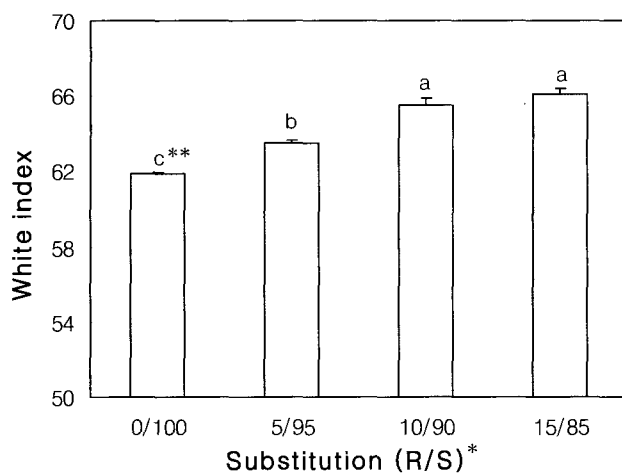


Fig. 1. Changes in white index in heat-induced surimi gel prepared with various substitution of recovered protein concentrates for commercial pollack surimi

*R/S: Recovered protein / commercial surimi

**Bars with different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

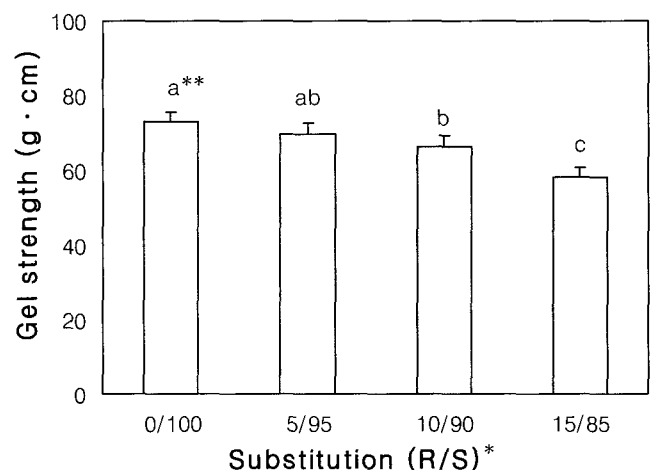


Fig. 2. Changes in gel strength of heat-induced surimi gels prepared with various substitution of recovered protein concentrates for commercial pollack surimi.

*R/S: Recovered protein / commercial surimi

**Bars with different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Sensory evaluation of heat-induced surimi gel prepared with various substitution of recovered protein concentrates for commercial pollack surimi

Items of sensory evaluation	Substitution (recovered protein/commercial surimi)			
	0/100	5/95	10/90	15/85
Texture	4.0±0.0 ^{a*}	3.9±0.2 ^a	3.7±0.3 ^{ab}	3.3±0.5 ^b
White index	4.0±0.0 ^a	4.0±0.0 ^a	4.3±0.4 ^a	4.3±0.4 ^a
Odor	4.0±0.0 ^a	4.0±0.3 ^a	3.8±0.3 ^a	4.1±0.3 ^a

*Means with different superscript in each experiment item are significantly different (p<0.05).

여 회수 단백질을 10%까지 대체하여 제조한 경우 유의적인 차이가 인정되지 않았고, 15%로 대체한 경우 차이가 인정되었다. 그리고 surimi에 대하여 회수 단백질을 대체함에 따라 어묵의 백색도는 헨터 색차계에 의해서는 개선되어 차이가 인정되었으나, 관능적으로는 개선효과가 인정되지 않았다. 한편, 냄새의 경우도 백색도의 경우와 같이 대체 비율에 관계 없이 제품 간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

이상의 백색도, 켈강도 및 관능검사의 결과로 미루어 보아 회수 단백질을 어묵의 증량제로 사용하기 위한 최적 배합비는 시판 surimi에 대하여 10%라고 판단되었다.

회수 단백질 첨가 어묵의 식품학적 특성

회수단백질 첨가 어묵의 영양 특성을 검토하기 위하여 측정된 총 아미노산 함량은 Table 3과 같다. 총 아미노산 함량은 회수 단백질 첨가 어묵의 경우 14,056.9 mg/100g으로, 시판 surimi만으로 제조한 어묵의 15,089.8 mg/100g에 비하여 약 7% 정도 낮았다. 주요 총아미노산은 회수 단백질 첨가 어묵의 경우 glutamic acid (2,368.9 mg/100 g, 16.9%), aspartic acid (1,487.2 mg/100 g, 10.6%), lysine (1,188.7 mg/100 g, 8.5%) 및 leucine (1,119.0 mg/100 g, 8.0%) 등으로 시판 surimi만으로 제조한 어묵의 glutamic acid (2,514.3 mg/100 g, 16.7%), aspartic acid (1,499.6 mg/100 g, 9.9%), lysine (1,289.8 mg/100 g, 8.5%) 및 leucine (1,276.2 mg/100 g, 8.0%) 등과는 함량 및 조성에 있어 거의 차이가 없었다. 이는 어묵의 제조를 위한 배합비가 거의 동일하였고, 단지 시판 surimi에 회수 단백질을 10% 대체하는 정도 (전체 비율로 6%)의 미미한 차이였기 때문이라 판단되었다. 한편, 어묵의 제조를 위한 주원료인 시판 surimi와 본 시제 어묵과의 구성아미노산에 있어 약간의 차이는 어묵의 제조를 위하여 첨가하는 단백질 계통의 첨가물 (난백분말 및 MSG)의 영향이라 판단되었다. 한편, 회수 단백질 첨가 어묵의 경우도 시판 surimi만으로 제조한 어묵과 마찬가지로 곡류 제한 아미노산인 lysine의 함량이 많아 곡류를 주식으로 하는 우리나라 사람들이 섭취하는 경우 영양 균형을 측면에서 의미가 있으리라 판단되었다

회수 단백질 첨가 어묵의 영양 특성을 검토하기 위하여 측정된 주요 무기질 함량은 Fig. 3과 같다. 시판 surimi 만으

Table 3. Comparison of total amino acid contents in heat-induced surimi gels prepared without and with substitution of recovered protein concentrates for commercial surimi (mg/100 g sample)

Amino acids	Substitution (recovered protein/commercial surimi)	
	0/100	10/90
Asp	1,499.6 (9.9)	1,487.2 (10.6)
Thr	693.5 (4.6)	635.2 (4.5)
Ser	748.2 (5.0)	705.5 (5.0)
Glu	2,514.3 (16.7)	2,368.9 (16.9)
Pro	534.2 (3.5)	513.9 (3.7)
Gly	541.6 (3.6)	497.1 (3.5)
Ala	828.4 (5.5)	769.5 (5.5)
Cys	328.5 (2.2)	313.8 (2.2)
Val	916.1 (6.1)	873.0 (6.2)
Met	534.5 (3.5)	486.4 (3.5)
Ile	753.1 (5.0)	710.2 (5.1)
Leu	1,276.2 (8.5)	1,119.0 (8.0)
Tyr	539.4 (3.6)	499.0 (3.5)
Phe	711.1 (4.7)	657.2 (4.7)
His	379.1 (2.5)	314.2 (2.2)
Lys	1,289.8 (8.5)	1,188.7 (8.5)
Arg	1,002.2 (6.6)	918.1 (6.5)
Total	15,089.8 (100.0)	14,056.9 (100.1)

Numbers in parentheses are the percentage to total amino acid contents.

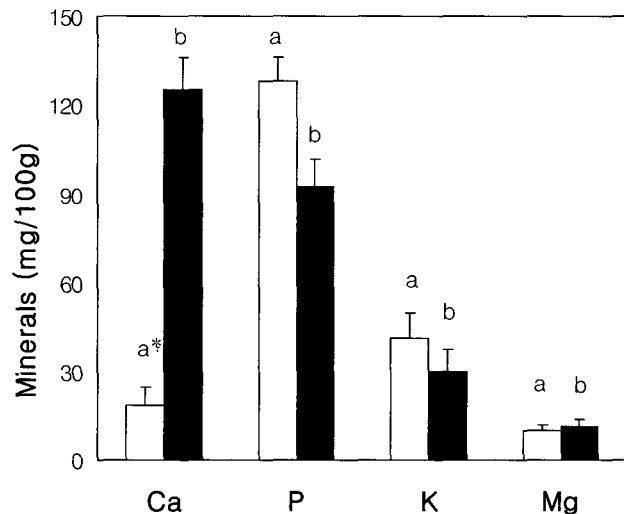


Fig. 3. Comparison of mineral contents in heat-induced surimi gels prepared without and with substitution of recovered protein concentrates for commercial surimi

□: recovered protein/surimi=0/100, ■: recovered protein/surimi=10/90
*Bars with different superscript are significantly different (p<0.05).

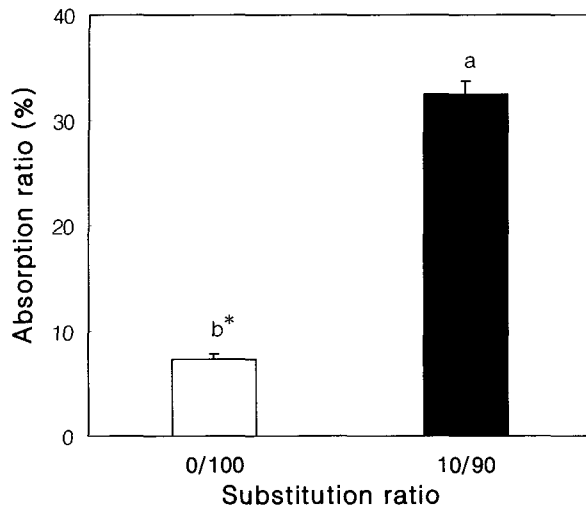


Fig. 4. Comparison of calcium absorption ratio in heat-induced surimi gels prepared without and with substitution of recovered protein concentrates for commercial surimi

□: recovered protein/surimi=0/100,

■: recovered protein/surimi=10/90

*Bars with different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

로 제조한 제품의 경우 칼슘이 18.8 mg/100 g이었고, 인이 128.0 mg/100 g으로 칼슘과 인의 비율이 1:7 이었다. 한편, 회수 단백질 첨가 어묵의 경우 칼슘이 125.3 mg/100 g이었고, 인이 92.8 mg/100 g이었으며, 칼슘과 인의 비율이 1:1.4이었다. 따라서 시판 surimi 만으로 제조한 어묵에 비하여 회수 단백질 첨가 어묵의 경우 칼슘은 상당히 증가하였고, 인은 다소 감소하였으며, 칼슘과 인의 비율도 차이가 컸다. 한편, 일반적으로 흡수율을 고려한 칼슘:인의 비율은 1:2-2:1이 적절하다고 알려져 있어 (KNS, 2000) 칼슘과 인의 함량만으로 미루어 시판 surimi 만으로 제조한 어묵에 비하여 회수 단백질 첨가 어묵의 칼슘 흡수율이 우수하리라 판단되었다. 한편, 칼륨 및 마그네슘의 경우 시판 surimi 만으로 제조한 어묵의 경우 각각 41.5 mg/100 g 및 10.0 mg/100 g이었고, 회수 단백질을 시판 surimi에 일부 대체한 어묵의 경우 각각 29.8 mg/100 g 및 11.5 mg/100 g으로 제품 간에 큰 차이는 없었다. 회수 단백질 첨가 어묵의 칼슘 흡수율은 Fig. 4와 같다. 칼슘 흡수율은 시판 surimi 만으로 제조한 제품의 경우 7.3%에 불과하였으나, 회수 단백질 첨가 어묵의 경우 32.5%로 약 4.5배 정도 개선되었다. 한편 칼슘은 일반적으로 신체지지 기능, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축, 혈액 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하는 기능을 가지고 있다 (Okuyoshi, 1990; Ezawa, 1994)고 알려져 있다. 이러한 일면에서 회수 단백질 첨가 어묵을 식용하는 경우 칼슘 흡수 측면의 건강 기능성은 기대 가능하리라 판단되었다.

사 사

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

참 고 문 헌

- Ahn, C.B. and E.H. Lee. 1992. Utilization of chitin prepared from the shellfish crust. 1. unctonal properties of chitin, chitosan and microcrystalline chitin. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 25, 45-50.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 12th ed. Assoc. Offic. Analytical Chemists, Washington, D.C., pp. 69-74.
- Cho, M.L., M.S. Heu and J.S. Kim. 2001. Food component characteristics of cuttle bone as a mineral source. *J. Kor. Fish. Soc.*, 34, 478-482.
- Ezawa, I. 1994. Osteoporosis and foods. *Food Chemical.*, 1, 42-46. (in Japanese)
- Kennefick, S. and K. Cashman. 2000. Investigation of an in vitro model for predicting the effect of food components on calcium availability from meals. *Internat'l. J. Food Sci. Nutr.*, 51, 45-54.
- Kim, J.S., M.L. Cho and M.S. Heu. 2003a. Solbility improvement of cuttle boe powder using organic acids. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 11-17.
- Kim, J.S., M.L. Cho, M.S. Heu and Y.J. Choi. 2003b. Recovery of a high molecular soluble protein from surimi wastewater using calcium powder of cuttle bone. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 80-87.
- KNS (The Korean Nutrition Society). 2000. Recommended dietary allowances for Koreans (7th Revision, 2000). Chungang Publishing Co., Seoul, pp. 157-166.
- Larmond, E. 1973. Methods for sensory evaluation foods. Canada Dept. of Agriculture., Canada, pp. 67-92.
- Lee, M.J., H.S. Kim, S.C. Lee and W.P. Park. 2000. Effect of sepiae os addition on the quality of Kimchi during fermentation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 592-596.
- Lee, N.G. and J.W. Park. 1998. Calcium compounds to improve gel functionality of Pacific whiting and Alaska pollack surimi. *J. Food Sci.*, 63, 969-974.
- Lin, T.M. and J.W. Park. 1996. Extraction of proteins from Pacific whiting mince at various washing condition. *J. Food Sci.*, 61, 432-438.
- Morioka, K. and Y. Shimadzu. 1990. Contribution of sarcoplasmic proteins to gel formation of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 929-933.
- Niki, H., T. Kato, E. Deya and S. Igarashi. 1985. Recovery of protein from effluent of fish meat in producing surimi and utilization of recovered protein. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 51, 959-964.
- Okada, M. 1964. Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 30, 255-261.
- Okuyoshi, H. 1990. Function of milk as a source of calcium

- supply. *New Food Ind.*, 32, 58-64 (in Japanese).
- Park, C.Y. and S.H. Chung. 1987. Study on the recovery of protein involved in fish waste water. *J. Kor. Waste Pollut. Res. Cont.*, 3, 63-68.
- Park, Y.H., Kim, S.B. and D.S. Chang. 1995. *Seafood Processing and Utilization*. Hyngsul Publish Co., Seoul, pp. 201-207.
- Suh, J.S., S.Y. Cho, K.T. Son and E.H. Lee. 1995a. Recovery and utilization of proteins and lipids from the washing wastewater in marine manufacture by isoelectric point shifting precipitation method. 2. Utilization of the recovered lipids as the material for a processed food. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 28, 157-162.
- Suh, J.S., S.Y. Cho, K.T. Son, H.S. Cho and E.H. Lee. 1995a. Recovery and utilization of proteins and lipids from the washing wastewater in marine manufacture by isoelectric point shifting precipitation method. 1. Coagulation treatment for washing wastewater of minced mackerel meat. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.*, 10, 1-8.
- Suh, J.S., S.Y. Cho, K.T. Son, J.S. Kim and E.H. Lee. 1994. Recovery and utilization of proteins and lipids from the washing wastewater in marine manufacture by isoelectric point shifting precipitation method. 2. Utilization of the recovered proteins as the material of a processed food. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 27, 495-500.
- Tsutagawa, Y., Y. Hosogai and Kawai. 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.

2002년 12월 9일 접수
2003년 5월 24일 수리