J East Asian Soc Dietary Life
19(2): 231~237 (2009)

홍어 분말 첨가 두부의 품질 특성

김 경 희 · 조 희 숙†

목포대학교 생활과학부 식품영양학전공

Quality Characteristics of Tofu Prepared with Various Concentrations of Skate(*Raja kenojei*) Powder

Kyung-Hee Kim and Hee-Sook Cho†

Major in Food and Nutrition, Division of Human Ecology, Mokpo National University

Abstract

The principal objective of this study was to determine the quality characteristics of tofu prepared with the addition of skate (*Raja kenojei*) powder. The moisture, crude ash, carbohydrate, crude protein, and crude lipid contents of the used skate powder were 5.34%, 14.15%, 1.90%, 76.60%, and 2.08%, respectivly. The yield rate of the tofu did not differ significantly with the level of added skate powder; however, significant reductions in pH and a significant increase in acidity were observed. The L and b values of the tofu decreased with increases in the amount of added skate powder in the formulation, whereas the a values increased directly with the amount of added skate powder. Furthermore, hardness was increased significantly as the level of skate powder increased. In terms of overall acceptability, the preferred tofu samples were the control and the group to which, 1.0% skate powder was added.

Key words : Skate (*Raja kenojei*) powder, tofu, quality characteristics.

서 론

대두(*Glycine max*)는 양질의 단백질과 지방 그리고 비타민과 무기질이 풍부할 뿐 아니라 다양한 기능성 성분들을 함유하고 있다. 대두의 식물성 단백질, 사포닌, 레시틴, 스테롤, 피틴산, 트립신 저해물질 등은 혈중 콜레스테롤의 저하, 과산화 지질의 생성 억제, 신경계 및 신경세포의 기능 강화, 만성퇴행성 질환 등에 효과가 있는 것으로 보고되었으며(Lee *et al* 2006), 수용성 색소인 daidzin, genistin 등 이소플라본은 항암작용 외에 여성호르몬으로 작용하는 등 생리적 활성이 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 대두로 만든 음식 중에 대표적인 것이 두부인데, 두부는 우리나라를 비롯해서 중국, 일본, 동남아시아 등의 동양권뿐만 아니라 서양에서도 관심을 가지고 있는 세계적인 식품으로 알려져 있다(Im *et al* 2004, Kim *et al* 2006). 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 *et al* 1996).

† **Corresponding author** : Hee-Sook Cho, Tel : +82-61-450-6446, Fax : +82-61-450-2529, E-mail : hscho61@hanmail.net

최근, 식생활의 고급화, 건강 식품화, 간편화를 지향하는 경향이 나타나면서 다양한 기능성 성분을 함유하고 있는 소재를 두부에 첨가하여 두부의 건강뿐 아니라 기능성 향상을 추구하는 노력이 활발하게 진행되고 있다. 강황(Kim *et al* 2008, Min *et al* 2007), 노랑 파프리카즙(Park & Jeon 2008), 청국장(An *et al* 2008), 오미자즙(Kim & Choi 2008), 복분자(Han & Kim 2007), 쥐눈이콩(Lee YT 2007), 황금(Woo *et al* 2007), 허브(Jeon & Kim 2006), 오징어 먹물(Park *et al* 2006), 바질(Im *et al* 2004) 등에서 기능성과 기호성을 증진시키려는 연구들이 계속적으로 수행되고 있다.

홍어는 생물학적인 측면에서 볼 때 가오리과에 속하는 연골 어류로서 우리나라의 흑산도 근해와 동중국해, 일본 중부 이남 해역, 동지나해에 많이 분포하고 있으며, 흑산도 근해에서 어획되는 홍어를 최고의 품질로 인정하고 있다(Yoo BY 2003). 홍어의 영양학적 가치는 홍어의 맛과 밀접한 관계가 있는데, 함질소 엑스 성분과 유리아미노산의 함량, 지방산 등의 함량이 영양학적 우수성을 입증한다(Cha ES 2003, Cho & Kim 2008). 홍어에는 세포막 안정화 작용, 콜레스테롤 조절 작용으로 이의 축적을 예방하여 혈관 질환, 심부전증의 예방 효과가 높고, 성장 발달에 중요한 기능을 수행하는 taurine, 리놀레산, 리놀렌산, 아라키돈산 등의 필수지방산이 다량 함

유되어 있으며, 관상동맥계열 질환인 성인병 예방, 혈전증 예방 및 두뇌 발달과 시각 강화 기능을 지닌 EPA, DHA가 다량 함유되어 있다(Lee MK 1996). 또한, 홍어의 껍질에는 콜라겐과 단백질 및 칼슘이 다량 함유되어 있으며(Cho SH 2003), 홍어의 뼈에는 뮤코다당 단백질인 콘드로이틴이 다량 함유되어 건강 및 강장식품으로 알려져 있으며, 항균성 효과의 가능성이 밝혀지고 있다(Chai JH 2004, Park WJ 2002).

이에 본 연구에서는 홍어가 갖는 우수한 생리기능을 활용하고자 홍어 껍질과 홍어 뼈를 혼합하여 홍어 분말을 제조한 후, 홍어 분말을 두부에 첨가하여 물리적 관능적 품질 특성을 살펴보고 홍어의 이용 분야 확대 및 다양한 기능성 두부 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 실험 재료

실험에 사용된 홍어 분말은 전라남도 영산홍어(주)에서 제공받은 홍어 가공 부산물 중 껍질과 뼈의 비율을 6:4로 하여 홍어 분말 제조에 사용하였다. 대두는 전남 목포에서 (영암, 2007년산) 구입하였으며, 응고제로는 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$를 사용하였다.

2) 홍어 분말의 제조

시료로 사용된 홍어 분말은 영산홍어(주)에서 제공받은 홍어 가공 부산물(껍질:뼈=6:4, 생것 상태)을 건조기(40±5℃)에서 60시간 건조한 후 믹서기로 분쇄하여 홍어 분말을 제조하였다. 홍어 분말은 polyethylene bag((주)지퍼백, 미국)에 넣어 냉동 보관(−18℃)하였고, 홍어 분말의 일반 성분 측정 및 두부 제조에 사용한 시료는 제분한 홍어 분말을 실온에서 풍건하고 40mesh 체에 통과시킨 후 사용하였다.

3) 홍어 분말을 첨가한 두부의 제조

두부는 소이러브(IOM-201B, (주)이온맥)를 이용하여 Fig. 1과 같이 제조하였다. 100 g의 콩은 깨끗이 수세하여 24시간 동안 물기를 빼고, 1,700 mL의 물과 함께 걸러내었고, 1,300 mL의 두유를 두부 제조에 사용하였다. 두유는 water bath에 중탕하면서 75~80℃의 온도를 유지하며 두유량 대비 홍어 분말 0, 0.5, 1, 1.5%를 첨가한 후 주걱을 이용하여 같은 방향으로 2~3회 교반하면서 두유량의 1% 응고제를 첨가하였다. 응고제를 넣은 후 5분 동안 중탕하고, 다음에는 실온에서 5분 동안 방치하고 나서 여과포를 깐 성형틀 속에 응고물을 옮겨 누름틀이 성형틀 안에 들어갈 때까지 20분간 압착 성형하였다. 성형된 두부는 증류수에 30분간 수침하였다가 건져서 경사진 쟁반에 15분간 방치하여 두부의 표면의 수분을 제거하였다.

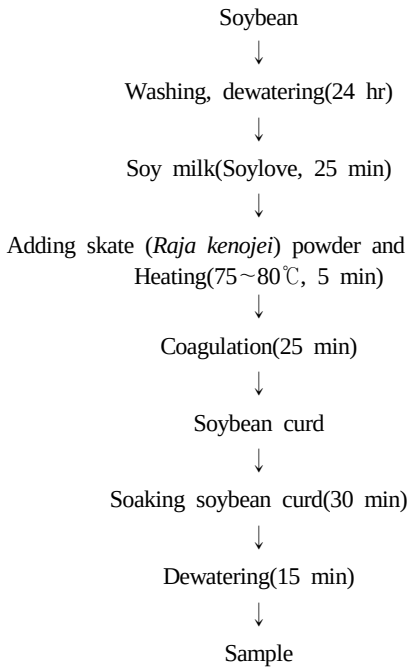

Fig. 1. Procedures of preparation for tofu added skate (*Raja kenojei*) powder.

2. 실험 방법

1) 홍어 분말의 일반 성분 분석

홍어 분말의 일반 성분은 AOAC법(AOAC 1980)으로 측정하였다. 수분 함량은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 미량 킬달법(micro-Kjeldahl법), 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 회분은 550℃ 전기로를 이용한 직접 회화법으로 측정하였다.

2) 두부의 수율

두부의 수율(%)은 원료 대두 100 g당 얻어지는 두유 1,300 mL의 양에 대한 총 두부의 무게로 표시하였다.

3) pH 및 총산도 측정

두부의 pH는 Choi 등(2000)의 방법으로 두부 시료 10 g에 멸균 증류수 20 mL와 함께 섞이도록 mixer로 2분 동안 균질화하고, pH meter(EA 920, Orion Research INC., U.S.A.)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다. 총산도는 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 두부 1 g을 중화하는데 소요되는 mL수를 lactic acid로 환산하여 나타냈다(AOAC 1990).

4) 색도 측정

두부의 색도는 두부를 일정한 크기(3×3×1 cm)로 절단하여 색차계(Chromameter CR-200, Minolta Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 10회 반복 측정, 그 평균값을 나타내었다. 이 때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 값은 L값 96.95, a값 −0.03, b값 1.42이었다.

5) 두부의 조직감 측정

두부의 조직감 측정은 제조된 두부를 일정 크기(3×3×1.5 cm)로 절단하여 Rheometer(COMPAC-100II, Sun Sci, Co., Japan)를 이용하여 10회 반복 측정하였다. 이 때의 측정 조건은 distance 5 mm, adaptor type circle, plunger ϕ50 mm, table speed : 120 mm/min의 조건으로 하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 깨짐성(brittleness) 등의 값으로 나타내었다.

6) 관능검사

관능검사의 경험이 있는 목포대학교 식품영양학전공 학생 20명을 선정하여 검사 방법과 평가 특성을 교육시킨 후, 다음과 같은 특성에 대하여 관능검사를 실시하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 동일 크기(3×3×1 cm)로 자른 후 흰색 접시에 담아 제공하였다. 한 개의 시료를 평가 후 반드시 생수로 입안을 헹구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 측정 항목은 외관(색, 냄새, 매끄러움), 견고성, 탄력성, 씹힘성, 색에 대한 기호도, 맛과 전체적인 기호도 등을 5점 채점법(매우 좋다 : 5점, 좋다 : 4점, 보통이다 : 3점, 나쁘다 : 2점, 매우 나쁘다 : 1점)으로 측정하였다.

3. 통계 처리

평가 결과의 통계 처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 14.0 for Window) package를 이용하여 평균 및 표준편차를 구하고, 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 홍어 분말의 일반 성분

실험에 사용한 홍어 분말의 일반 성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 홍어 분말의 수분 함량은 5.34%, 조단백질은 76.60%, 조지방질은 2.08%, 회분은 14.15%, 탄수화물 1.90% 이었다.

2. 홍어 분말 첨가 두부의 수율

홍어 분말을 첨가하여 제조한 두부의 수율은 Table 2와 같다. 대조군의 경우 186.25±2.25에서 홍어 분말 1.5% 첨가 두부의 경우 190.35±1.21로 첨가 수준이 증가할수록 약간씩 증가하는 경향을 보였지만, 유의한 차이는 없었다. 허브(Jeon & Kim 2006), 오징어 먹물(Park & Park 2006), 청국장 분말 두부의 경우 첨가량(An *et al* 2008)이 증가할수록 두부의 수율이 증가한다는 보고된 바 있는데, 본 연구도 유사한 결과를 보였다. Choi *et al* (2000)은 천연물의 첨가는 단백질의 결합보다는 오히려 단백질의 결합을 방해하여 천연물의 첨가 농도를 증가시킬수록 수율이 낮아진다고 하였으며, Jung *et al* (2000)은 오미자와 매실즙을 첨가하였을 때 첨가 수준을 증가시킴으로써 수율이 감소되는 현상을 보였으며, 이는 유기산 농도의 증가로 단백질의 응고가 급격히 일어나면서 덩어리가 커지고 보수력이 떨어져 일어나는 것으로 보고하였다. 또한 Park & Jeon(2008)은 노랑 파프리카즙의 첨가 수준을 증가시킴으로 수율이 약간씩 감소한다고 보고한 바 있는데, 본 결과와는 다른 경향을 나타냈다.

Table 1. Proximate composition of skate(*Raja kenojei*) powder (Unit: %)

Characteristics	Skate(*Raja kenojei*) powder
Moisture	5.34
Crude protein	76.60
Crude lipid	2.08
Crude ash	14.15
Carbohydrate	1.90

Table 2. Yield rate, pH and total acidity of tofu prepared with various skate(*Raja kenojei*) powder levels (g/1,300 mL of soy milk)

Samples	Yield rate	pH	Total acidity(%)
Control	186.25±2.25[a1)2)]	6.08±0.51[d]	0.3122±0.0322[a]
0.5% SF	189.25±0.52[a]	5.85±0.17[c]	0.4032±0.0325[b]
1.0% SF	189.76±1.02[a]	5.72±0.24[b]	0.4421±0.0021[c]
1.5% SF	190.35±1.21[a]	5.65±0.11[a]	0.4655±0.0136[d]
F-value	1.857	452.423[***3)]	19.455[***]

Control : 0% soybean curd added skate powder.
0.5% SF : 0.5% soybean curd added skate powder.
1.0% SF : 1.0% soybean curd added skate powder.
1.5% SF : 1.5% soybean curd added skate powder.
1) Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
2) Mean±standard deviation(n=3).
3) *** $p<0.001$.

3. 홍어 분말 첨가 두부의 pH와 총산도

홍어 분말 첨가 두부의 pH와 총산도는 Table 2와 같다. 대조군, 0.5, 1 및 1.5% 첨가 두부의 경우 pH는 각각 6.08±0.51, 5.85±0.17, 5.72±0.24 및 5.65±0.11로 유의하게 감소하는 경향을 보였고, 총산도는 각각 0.3122±0.0322, 0.4032±0.0325, 0.4421±0.0021, 0.4655±0.0136으로 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 이는 바질 물추출물(Im *et al* 2004), 석류즙(Kim & Park 2006), 오미자즙(Kim & Choi 2008)의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 첨가군의 pH가 유의적으로 감소한다는 보고와 비슷한 경향을 나타내었다. pH가 낮은 식품이 높은 식품에 비해 방부 효과가 높으므로(Jeon & Kim 2006, Choi & Choi 2003) 두부에 홍어 분말을 첨가하였을 때 두부의 저장성 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

4. 홍어 분말 첨가 두부의 색도

두부의 색도는 두부의 품질 요소 중 중요한 요소이며, 색도는 시각적 기호도의 척도로 이용된다(Park & Jeon 2008). 홍어 분말 첨가 두부의 색도는 Table 3과 같이 명도(L값)는 홍어 분말을 첨가한 두부가 대조군에 비해 유의하게 감소하는 경향을 보였는데 이는 홍어 분말의 색 때문인 것으로 생각된다. Kim *et al*(2003)의 클로렐라 첨가 두부와 Im & Cho(2005)의 약초 첨가 두부, 허브 첨가 두부(Jeon & Kim) 및 강황 첨가 두부(Min *et al* 2007)에서 무첨가군보다 L값이 감소하는 경향과 비슷하게 나타났다. 적색도(a값)는 첨가 수준이 증가할수록 유의하게 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히 대조군에서 2.25±0.72로 가장 낮게 나타났고, 홍어 분말의 첨가 수준에 따라 2.75±0.26~3.95±0.51로 전반적으로 높은 값을 나타내었다. 이는 Kim & Choi(2008)가 오미자 추출물을 첨가한 두부에서 적색도가 증가하였다고 하여 같은 결과를 보였다. 한편, 황색도(b값)는 홍어 분말의 첨가 수준이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 3. Hunter color of tofu prepared with various skate(*Raja kenojei*) powder levels

Samples[1)]	L	a	b
Control	78.91±0.25^{d}	2.25±0.72^{a}	21.15±0.72^{d}
0.5% SF	77.52±0.16^{c}	2.75±0.26^{b}	17.25±0.72^{c}
1.0% SF	76.55±0.43^{b}	3.61±0.14^{c}	16.88±0.72^{b}
1.5% SF	74.35±0.65^{a}	3.95±0.51^{d}	15.36±0.72^{a}
F-value	142.455***	1125.452***	10352.521***

1) Abbreviation are the same as in Table 2.
2) Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
3) Mean±standard deviation(n=10).
4) *** $p<0.001$.

5. 홍어 분말 첨가 두부의 조직감

홍어 분말을 첨가한 두부의 조직감을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 경도는 대조군에서 2.23±0.05 g/cm^2, 홍어 분말 1.0% 첨가군에서는 2.79±0.12 g/cm^{2}을 나타내었고, 홍어 분말 1.5% 첨가군에서는 2.99±0.15 g/cm^{2}을 보여 홍어 분말 첨가 수준이 증가할수록 경도가 유의하게 증가하였다. 두부의 응고성은 두유 내 고형분의 함량, 응고제 첨가량, 단백질 함량과 조성에 따라 크게 영향을 받는데, 석류즙 첨가 두부의 연구에서 석류즙 첨가량이 증가할수록 두부가 더 단단해졌다고 보고하였다(Park & Hwang 1994). Kim & Choi(2008)는 오미자 추출물을 첨가한 두부의 경우 첨가 수준이 증가할수록 견고성이 증가하였다고 보고하였다. 또한, 노랑 파프리카즙 첨가 두부(Park & Jeon 2008)에서도 첨가 수준이 증가할수록 경도가 유의하게 증가하였다고 보고된 바 있어 본 결과와 비슷한 경향이었다. 한편, 응집성, 씹힘성 및 깨짐성도 첨

Table 4. Texture properties of tofu prepared with various skate(*Raja kenojei*) powder levels

Samples[1)]	Hardness(g/cm^2)	Springiness(%)	Cohesiveness(%)	Chewiness(g)	Brittleness(g)
Control	2.23±0.05^{a}[2)3)]	89.66±0.65^{b}	69.55±0.21^{a}	820.25±0.65^{a}	88753.12±0.63^{a}
0.5% SF	2.56±0.01^{b}	92.15±0.18^{c}	56.12±0.11^{a}	745.33±0.12^{a}	76021032±0.25^{a}
1.0% SF	2.79±0.12^{c}	93.21±0.19^{d}	63.87±0.13^{a}	768.32±0.35^{a}	88652071±0.15^{a}
1.5% SF	2.99±0.15^{d}	87.55±0.11^{a}	68.21±0.22^{a}	835.55±0.32^{a}	90263.19±0.21^{a}
F-value	6543.122***[4]	26122.105***	177535.021	4325845.5***	9.256***

1) Abbreviation are the same as in Table 2.
2) Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
3) Mean±standard deviation(n=10).
4) *** $p<0.001$.

가 수준이 증가할수록 0.5% 첨가 두부의 경우 56.12±0.11, 745.33±0.12 및 76021032±0.25에서 1.5% 첨가 두부의 경우 68.21±0.22, 835.55±0.32 및 90263.19±0.21로 유의하게 증가하였다. 응집성의 증가는 Min *et al*(2007)의 강황을 첨가한 두부의 경우 대조군에서는 62.92±0.98(%)인데, 강황 첨가군의 경우 64.60±0.71(%)~69.05±4.97(%)로 나타나 비슷한 경향이었다. 또한, 깨짐성의 증가는 Kim & Choi(2008)의 오미자 추출물 첨가 두부에서 대조군의 경우 26.32±0.23에서 4% 첨가군의 경우 32.84±0.13으로 증가하여 비슷한 경향을 보였다.

6. 홍어 분말 첨가 두부의 관능검사

홍어 분말을 수준별로 첨가하여 제조한 관능평가는 Table 5와 같다. 외관의 특성 중 색깔은 대조군의 경우 2.50±0.15, 홍어 분말 0.5% 첨가 두부는 2.62±0.13, 홍어 분말 1.0% 첨가 두부는 3.31±0.24, 홍어 분말 1.5% 첨가 두부는 3.42±0.31으로 나타나 유의하게 증가되었다. 매끄러움은 대조군의 경우 4.12±0.11에서 홍어 분말 1.5% 첨가 두부의 경우 2.78±0.14로 유의하게 감소하였다. 조직감 특성 중 경도는 홍어 분말 첨가 수준이 증가될수록 증가하여 기계적 특성에서의 결과와 일치하였으며, 탄력성은 감소하였다. 색에 대한 기호도는 홍어 분말 1.0% 첨가 두부에서 가장 높은 값을 보여 대조군과는 차이를 보였으며, 바람직한 색을 나타냈다. 전체적인 기호도에서는 홍어 분말 1.0% 첨가 두부가 3.95± 0.21로 가장 높은 점수를 받았으며, 0.5% 첨가 두부는 대조군(3.75± 0.15)과 같은 점수를 받았다. 한편, 전체적인 기호도에서는 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않아 이는 기존의 흰 두부에서 오는 고정관념의 선호도라 생각된다(Kim & Choi 2008). 이상의 결과를 종합해 보면 홍어 분말 첨가는 전체적인 관능평가에 긍정적인 영향을 미치며, 특히 홍어 분말 1.0% 가 두부의 기호도를 높일 수 있는 가장 적합한 농도로 사료된다.

요약 및 결론

두부의 기능성과 기호도를 향상시킬 목적으로 홍어 분말을 첨가하여 두부의 이화학적 및 관능적 품질 특성을 조사하였다. 홍어 분말의 수분 함량은 5.34%, 조단백질은 76.60%, 조지방질은 2.08%, 회분은 14.15%, 탄수화물 1.90%이었다. 홍어 분말 첨가 두부의 수율은 첨가 수준이 증가할수록 약간씩 증가하는 경향을 보였지만, 유의한 차이는 없었다. pH는 첨가 수준별로 유의하게 감소하는 경향을 보였고, 총산도는 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 색도 중 명도와 황색도는 첨가 수준이 증가할수록 유의하게 감소하는 경향을 보였으며, 적색도는 첨가 수준이 증가할수록 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 조직감 특성은 첨가 수준이 증가할수록 경도가 유의하게 증가하였으며, 홍어 분말을 첨가한 두부의 경우 응집성, 씹힘성 및 깨짐성도 첨가 수준이 증가함에 따라 유의하게 증가되었다. 관능검사 결과, 외관의 특성 중 색은 첨가 수준이 증가할수록 유의하게 증가하였고, 매끄러움은 유의하게 감소하였다. 한편, 경도는 홍어 분말의 첨가 수준이 많을수록 증가하여 기계적 특성에서의 결과와 일치하였으며, 탄력성은 감소하였고, 씹힘성은 홍어 분말 첨가군이 더 낮게 나타났다. 색에 대한 기호도는 1.0% 첨가 두부가 가장 높은 값을 보였고, 그 다음 0.5% 첨가 두부였다. 전반적인 기호도에서는 1.0% 첨가 두부가 3.95±0.21로 기호도가 가장 높게 평가되었다.

이상의 결과로 볼 때 두부의 제조에 있어 홍어 분말 1.0% 첨가의 경우 두부의 품질 특성의 향상과 기능성을 더해줄 수 있을 것으로 사료된다.

Table 5. Sensory properties of tofu prepared with various skate(*Raja kenojei*) powder levels

Samples[1)]	Appearance			Texture			Acceptability		
	Color	Flavor	Sleekness	Hardness	Springiness	Chewiness	Color	Taste	Overall
Control	2.50±0.15^{a}[2)3)]	2.75±0.14^{a}	4.12±0.11^{c}	2.95±0.10^{a}	4.19±0.22^{b}	3.31±0.21^{b}	3.51±0.22^{a}	3.62±0.21^{a}	3.75±0.15^{a}
0.5% SF	2.62±0.13^{b}	2.85±0.15^{a}	3.56±0.22^{bc}	3.31±0.11^{b}	3.68±0.41^{ab}	2.61±0.31^{a}	3.72±0.02^{ab}	2.95±0.32^{a}	3.75±0.20^{a}
1.0% SF	3.31±0.24^{c}	3.22±0.23^{b}	3.21±0.24^{ab}	3.75±0.23^{c}	3.40±0.32^{ab}	3.21±0.22^{ab}	4.22±0.01^{b}	3.21±0.02^{a}	3.95±0.21^{a}
1.5% SF	3.42±0.31^{d}	3.10±0.31^{a}	2.78±0.14^{a}	4.12±0.32^{d}	3.29±0.41^{a}	3.31±0.51^{b}	3.58±0.04^{a}	3.15±0.14^{a}	3.55±0.14^{a}
F-value	3.695[4)*]	2.69	7.547***	15.62***	2.235	2.432	6.235	2.562	0.561

1) Abbreviation are the same as in Table 2.
2) Values with different superscripts within columns are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.
3) Mean±standard deviation.
4) * $p<0.05$, *** $p<.001$.

감사의 글

This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government (KRF-2007-321-B00122).

문 헌

An SH, Lee SH, Park GS (2008) Quality characteristics of tofu prepared with various concentrations of commercial Chungkukjang powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 258-265.

AOAC (1980) *Official Method of Analysis* 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 31.

AOAC (1990) *Official Method of Analysis* 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. U.S.A.

Cha ES (2003) Quality characteristics of *Raja kenojei* by cooking conditions during fermentation period. Department of Food and Nutrition, Graduate School of Industry, Sejong University.

Cho HS, Kim KH (2008) Quality characteristics of commercial slices of skate *Raja kenojei. J East Asian Soc Dietary Life* 18: 214-220.

Cho SH (2003) Extraction and characterization of geltin and antimicrobial peptide from skate (*Raja kenojei*) skins. Department of Food Science and Technology, Graduate School, Chonnam National University, Gwngju, Korea.

Choi HR, Choi EH (2003) Screening of antimicrobial and antioxidative herbs. *J Natural Sci* 15: 123-131.

Choi JH (2004) Isolation and purification of chondroitin sulfate from skate cartilage. Department of Food Science and Technology, Graduate School, Pukyong National University.

Choi YO, Chung HS, Yoon KS (2000) Effects of various concentration of natural materials on the manufacturing of soybean curd. *Korean J Pastharvest Sci Technol* 7: 256-261.

Han MR, Kim MH (2007) Quality characteristics and storage improvement studies of *Rubus coreanus* added soybean curd. *Food Eng Prog* 11: 167-174.

Im JG, Park IK, Kim SD (2004) Quality characteristics of tofu added with Basil water extracts. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 26-32.

Jeon MK, Kim MR (2006) Quality characteristics of tofu prepared with herbs. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 22: 30-36.

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 Sci Technol* 32: 1087-1092.

Kim JH, Woo EY, Kim KS, Kim KH. 2006. A study on the soybean curd(tofu) made from defatted soybean flour. *Korean J Food Nutr* 19: 22-27.

Kim JS, Choi SY (2008) Quality characteristics of soybean curd with omija extract. *Korean J Food & Nutr* 21: 43-50.

Kim JY, Park GS (2006) Quality characteristics and shelf-life of tofu coagulated by fruid juice of pomegranate. *Korean J Food Culture* 21: 644-652.

Kim JY, Park HS, Park NY, Lee SH, Park GS (2008) Quality characteristics of tofu stake with turmeric (*Curcuma longa* L.). *J East Asian Dietary Life* 18: 345-352.

Kim KT, Im JS, Kim SS (1996) A study of the physical and sensory characteristics of gingeng soybean curd prepared with various coagulants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 965-969.

Lee MK (1996) Studies on the amino acid content of Raja skates and trimethylamine. *The J of Kwangju Health College* 21: 253-265.

Lee SJ, Chung ES, Park GS (2006) Quality characteristics of tofu coagulated by apricot juice. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 825-831.

Lee YT (2007) Quality characteristics and antioxidative activity of soybean curd containing small black soybean. *Korean Soybean Digest* 24: 14-22.

Min YH, Kim JY, Park LY, Lee SH, Park GS (2007) Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with turmeric(*Curcuma aromatica* Salab.). *Korean J Food Cookery Sci* 23: 502-510.

Park BH, Jeon ER (2008) Quality characteristics of soybean curd prepared with the addition of yellow paprika juice. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 439-444.

Park CK, Hwang IK (1994) Effects of coagulant concentration and phytic acid addition on the contents of Ca and P and rheological property of soybean curd. *Korean J Food Sci Technol* 26: 355-358.

Park EJ, An SH, Park GS (2006) Quality characteristics of cuttlefish inky tofu prepared with various coagulants. *Korean J Food Culture* 21: 644-652.

Park WJ (2002) Physiological activities of the parts of skate during fermentation perion. Department of Biotechnology

and Chemical Engineering, Graduate School Yosu National University.

Woo IT, Park LY, Park GS, Lee SH (2007) Effect of *Scutellaria baicalensis* Georgi on shelf life of tofu. *Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 458-436.

Yoo BY (2003) Manufacturing the mucopolysaccharide-protein by improved method and crude calcium using the residue after extract the gelatin from skate cartilage. Departmemt of Food Science and Technolgy, Graduate School Chonnam National University.

(2008년 12월 4일 접수, 2009년 4월 3일 채택)