

참게육 첨가 맛두부의 조직 및 관능 특성

류홍수* · 신은수¹ · 장대흥²

부경대학교 식품생명공학부, ¹신라대학교 식품영양학과, ²부경대학교 수리과학부

Sensory and Texture Properties of Seasoned Tofu Containing Freshwater Crab Meat

Hong-Soo RYU*, Eun-Soo SHIN¹ and Dae-Heung JANG²

Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

¹Department of Food and Nutrition, Silla University, Busan 617-736, Korea

²Faculty of Mathematical Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

To optimize the mixing ratio of ingredients for optimal sensory qualities of seasoned tofu, a response surface methodology with a central composite design was performed on tofu containing freshwater crab meat (TCM). Using the desirability function technique, the optimal formulation was determined to be 3.67 g of freeze dried meat, 5.54 g of garlic powder, and 2,120 mL of soymilk. In the texture profile analysis, tofu prepared using the optimal ingredient ratio had a higher hardness, cohesiveness and gumminess than commercial tofu but TCM value for adhesiveness, springiness and chewiness were lower. However, the texture properties of TCM were not significantly different than those of commercial tofu.

Key words: Freshwater crab, Seasoned tofu, Ingredients optimization

서 론

참게 (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edward)는 민물과 바다를 오가는 회유 갑각류로서, 민물에서 성장하다 9월-11월 중순 산란과 월동을 위해 바닷물과 민물이 만나는 기수로 돌아가며, 이때 담그는 계장은 예로부터 '밥도둑'으로 불리며 맛과 풍미가 가장 우수한 것으로 알려져 있다. 또한 가식부 100 g 당 166 kcal의 열량을 내며, 단백질 14.4 g, 칼슘 356 mg, 철 11.4 mg을 함유하고 있어 영양적으로도 우수하다고 알려져 있다 (National Fisheries Research & Development Institute, 2009). 1980년대 초 환경오염으로 개체수가 급격히 줄었으나, 1990년대 후반 양식에 성공하고, 치어 방류가 성공하면서 참게의 양식 생산량은 1993년 17,641 ton에서 2004년 415,749 ton으로 늘어나고, 어획량도 증가하고 있어 이를 이용한 식품 개발 등 다양한 판로개발이 필요하다.

우리나라 전통식품인 두부는 대두의 수용성 단백질 (glycine) 고질현탁액 (두유)에 Ca과 Mg의 염화물 또는 황산염과 같은 응고제를 가하여 침전, 응고시킨 gel 상태의 식품이다. 두부는 곡류위주의 식습관을 가진 한국인에게 부족하기 쉬운 필수아미노산을 다량함유하고 있어 효과적인 단백질 보충 식품으로 널리 이용되고 있다. 또한 대두의 이소플라본은 콜레스테롤 저하 효과와 심혈관계 질환, 골다공증, 전립선암 예방의 효능이 있는 것으로 보고되고 있어 (Lee et al, 2008). 경제성장과 더불어 건강식품에 대한 관심이 커지고 있는 요즘 대두를 원료로 하는 두부 시장은 2007년 현재 5000억원 수준에 이르고 있다 (Lee, 2007). 무미무취의 평범한 두부의

관능성을 개선하고 생리적 기능성을 보강하여 품질을 고급화 하기 위하여 오미자즙과 매실즙 (Jung et al, 2000), 인삼 (Kim et al, 1996), 말차 (Jung and Cho, 2002), 해조류 (Kim et al, 1996) 동결건조 양파분말 (Kang et al, 2007), 노랑파프리카즙 (Park and Jeon, 2008) 등을 첨가한 두부의 품질특성 차이에 관한 연구들이 수행되어 왔다. 그러나 methione 등 황함유아미노산 결핍과 같은 단백질 품질과 관련된 약점을 보강하는 동시에 관능성을 드높이는 시도는 없어 이에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

본 연구에서는 반응표면분석법을 이용하여 참게육과 마늘을 첨가하여 제조한 두부의 관능적 최적 재료 배합비를 알아 내고, 이에 따라 제조한 두부의 물성특성을 분석하여 참게를 활용한 맛두부 개발의 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

분석용 시료

경인북부 수협 파주어촌계에서 제공 받은 냉동 참게를 찬물에서 헹잡물을 제거한 뒤 Meat Chopper (M-12S 한국후지공업 <주>)로 잘 갈아 성분 분석과 열수 추출육 (이하 참게육) 제조에 사용하였다. 성분 분석용 가식부는 통 참게를 steam 솥에서 5분간 쪄 후 다리육과 가슴육을 pincette로 채취하여 실험하였다. 참게육은 상기의 냉동 참게를 마쇄한 것에 5배 (w/v)의 음용수를 가하여 실온 (12±1℃)에서 1시간 휘저으면서 방치한 뒤 삼베포 주머니에 넣어 여과하면서 겹질 부분을 제거하였다. 겹질을 제거한 여과액을 96±1℃ (도달시간 20분)에서 3시간 가량 휘저어주면서 끓이고, 끓이는 동안 줄어드는 물은 간간히 보충하였다. 끓인 여과액에 생긴 순두부 모양의 참게

*Corresponding author: hsryu@pknu.ac.kr

육 (단백응고물)은 다시 삼베 주머니에서 여과하면서 자숙액과 분리하고 -70℃에서 급속 동결한 후 진공 동결 건조하였다. 건조한 참게육을 60 mesh로 잘 갈아 두부 제조 시 첨가물로 사용하였다.

두부의 구성재료

요인변수로 사용된 참게육은 상기의 진공동결 건조 분말 (60 mesh), 대두는 충북 괴산에서 재배된 된장 및 두부 제조용 국산을 사용하였다. 마늘 (제주산) 가루는 부산시 덕천동에 소재한 메가마트에서 구입한 건조 분말 제품을 사용하였다. 나머지 고정인자인 용수는 (주)동원 샘물, 응고제 (CaCl₂, 차밍아트) 그리고 소금은 선표식품(주) 꽃소금으로 실험하였다.

참게육 첨가 맛두부의 표준 제조법

대두에 2배 (w/v)의 용수를 가하여 15시간 침지 하여 불린 것을 상기의 chopper에서 마쇄하고 다시 blender에서 잘 갈아 내었다. 잘 갈아낸 불린 콩에 원료콩의 7배 (w/v)의 음용수를 가하여 95±2℃에서 3분간 끓여 두유를 만들었다 (42℃에서 95℃까지 도달 시간 28분). 끓인 콩국을 삼베포 주머니에서 여과하여 비지를 제거하고 두유를 만든 뒤 hand refractometer를 이용하여 Brix를 측정하였다. 84℃까지 식힌 두유에 참게육 가루와 마늘 가루를 첨가하였다. 고정인자인 소금은 모든 실험군에 동일하게 5g (원료콩 1kg으로 만든 두유인 경우), 응고제는 15mL를 각각 첨가하여 (원료콩 1kg으로 만든 두유인 경우) 순두부를 영키게 한 뒤 윗물을 제거하고 두부 틀에서 굳히면서 성형하였다.

실험 계획법과 반응 표면 분석(Response Surface Methodology)

Table 1. Central composite design for the optimization

Formulation number	Ingredients		
	Crab meat powder	Soy milk	Garlic powder
1	1	-1	-1
2	0	0	-1.6
3	0	0	0
4	-1	-1	-1
5	-1	1	1
6	-1	-1	1
7	1.6	0	0
8	1	1	-1
9	-1	1	-1
10	0	1.6	0
11	1	1	1
12	0	-1.6	0
13	-1.6	0	0
14	0	0	1.6
15	1	-1	1

진공동결 건조한 참게육 분말을 첨가한 맛두부의 최적 제조 조건을 알아내기 위하여 통계학적 기법을 이용한 15가지 종류의 참게육 첨가 맛두부 배합 조건을 설정하였으며 (Table 1), 반응 표면 분석을 위해 설정된 요인변수 (X₁: 참게육 가루, X₂: 대두유, X₃: 마늘가루)와 관능적 특성을 나타낸 반응변수 (Y)와의 함수 관계는 quadratic canonical polynomial model (Scheffe, 1958; Prinyawiwatkul, 1997)로 표현한 2차 회귀 방정식으로 구하였다. 관능적 특성은 9가지 반응변수인 색(Y₁), 고소한 냄새(Y₂), 참게 냄새(Y₃), 마늘냄새(Y₄), 표면질감(Y₅), 입안질감(Y₆), 고소한맛(Y₇), 참게맛(Y₈), 전반적인 기호도(Y₉)로 표시하였다.

Table 2. Regression for each dependent sensory attributes

Dependant variable	Predictive model
Color	$Y=2.9501-1.97597X_1+0.13353X_2+0.04303X_3+0.97925X_1^2+0.5844X_2^2+0.70595X_3^2-0.15372X_1X_2+0.53491X_2X_3-0.29587X_1X_3$
Roasted sesame smell	$Y=3.59594-0.18699X_1+0.0143X_2+0.12115X_3+0.53753X_1^2+0.37746X_2^2+0.47385X_3^2+0.19215X_1X_2+0.33164X_2X_3+0.19125X_1X_3$
Crab smell	$Y=3.82958X_1+0.55243X_2-0.02428X_3+0.36876X_1^2+0.18103X_2^2+0.26585X_3^2+0.23826X_1X_2+0.13908X_2X_3-0.2914X_1X_3$
Garlic smell	$Y=3.69758+0.32987X_1-0.00314X_2+0.98906X_3+0.19594X_1^2+0.34421X_2^2-0.22336X_3^2-0.40735X_1X_2+0.35304X_2X_3-0.54824X_1X_3$
Apparent texture	$Y=0.29213-1.09899X_1-0.02204X_2+0.15288X_3+0.22353X_1^2+1.04628X_2^2+1.15946X_3^2+0.20752X_1X_2+1.01632X_2X_3-0.78511X_1X_3$
Mouth feel	$Y=3.2917+0.3331X_1+0.3041X_2+0.6890X_3+1.1515X_1^2+1.046X_2^2+0.0785X_3^2-0.1076X_1X_2+1.1982X_2X_3+0.6480X_1X_3$
Roasted sesame taste	$Y=3.48806-0.45278X_1+0.14798X_2-0.02831X_3+0.40583X_1^2+0.46692X_2^2+0.47675X_3^2-0.1614X_1X_2+0.86655X_2X_3-0.01809X_1X_3$
Crab taste	$Y=3.22250-0.68051X_1+0.0521X_2+0.0244X_3+0.04636X_1^2+0.35661X_2^2+0.54740X_3^2+0.03074X_1X_2+0.40653X_2X_3-0.06069X_1X_3$
Overall acceptability	$Y=3.23119-0.8250X_1+0.11796X_2-0.21611X_3+0.16362X_1^2+0.49187X_2^2+0.33555X_3^2-0.06917X_1X_2+0.86655X_2X_3-0.18022X_1X_3$

X₁: Crab meat powder, X₂: Soy milk, X₃: Galic powder

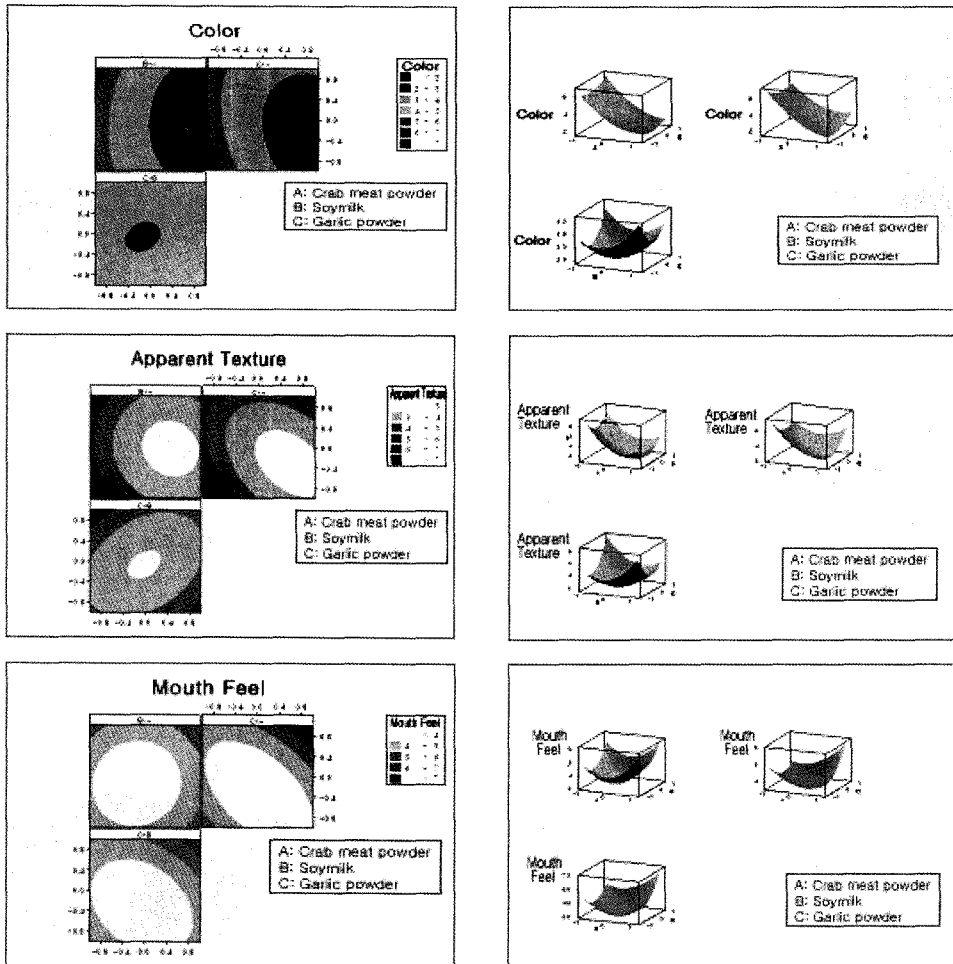


Fig. 1. Contour plot and surface response of color, apparent texture, mouth feel sensory attributes for seasoned tofu containing freshwater crab meat.

관능평가

조사방법은 설문지 (Sensory questionnaire test)를 이용한 7점 기호 척도법 (7-point hedonic scale; Peryam and Pilgrim, 1957)으로 하였다. 7점은 '대단히 좋다', 6점은 '보통 좋다', 5점은 '약간 좋다', 4점은 '보통', 3점은 '약간 싫다', 2점은 '보통 싫다', 1점은 '대단히 싫다'로 나타내어 관능적 특성이 만족스러울수록 높은 점수를 주도록 하였다 (Kim, 2005). 검사 시료는 흰색 폴리에틸렌 1회용 접시에 10g을 담아 물과 함께 제공하였고, 여분의 종이컵을 제공하여 맛을 보고 벨은 후 행구도록 하여 입안에 다른 시료의 영향을 덜 받도록 하였다. 시료의 검사 순서상에서 올 수 있는 오차를 줄이기 위하여 Minitab에서 제시한 무작위 순서대로 시료를 검사하게 하였다. 조사대상은 식품생명과학과 학부생과 대학원생 47명

(21-27세)을 선발하여 검사 하였다.

물성검사

참게 추출물 첨가 맛 두부와 시반두부 (<주> 풀무원 고소한 부침두부)의 물성을 평가하기 위하여 두부를 동일한 크기 (3×3×2 cm)로 잘라 Texture Analyzer (TA-XT2i, England)를 사용하여 견고성 (hardness), 투과성 (Fracturability), 점착성 (adhesiveness), 탄력성 (springiness), 응집성 (cohesiveness), 검성 (gumminess), 씹힘성 (chewiness), 탄성 (Resilience)을 조사 하였다. 이 때 측정 조건은 strain mode에서 test speed 1.0 mm/s, 70% strain이었으며, cylinder probe (P/3)를 사용하였다.

통계처리

표준반응 분석법에 의한 2차 회귀방정식, 그래프와 유의성 여부는 MINITAB (Minitab, 2000)을 이용하여 분석하였다.

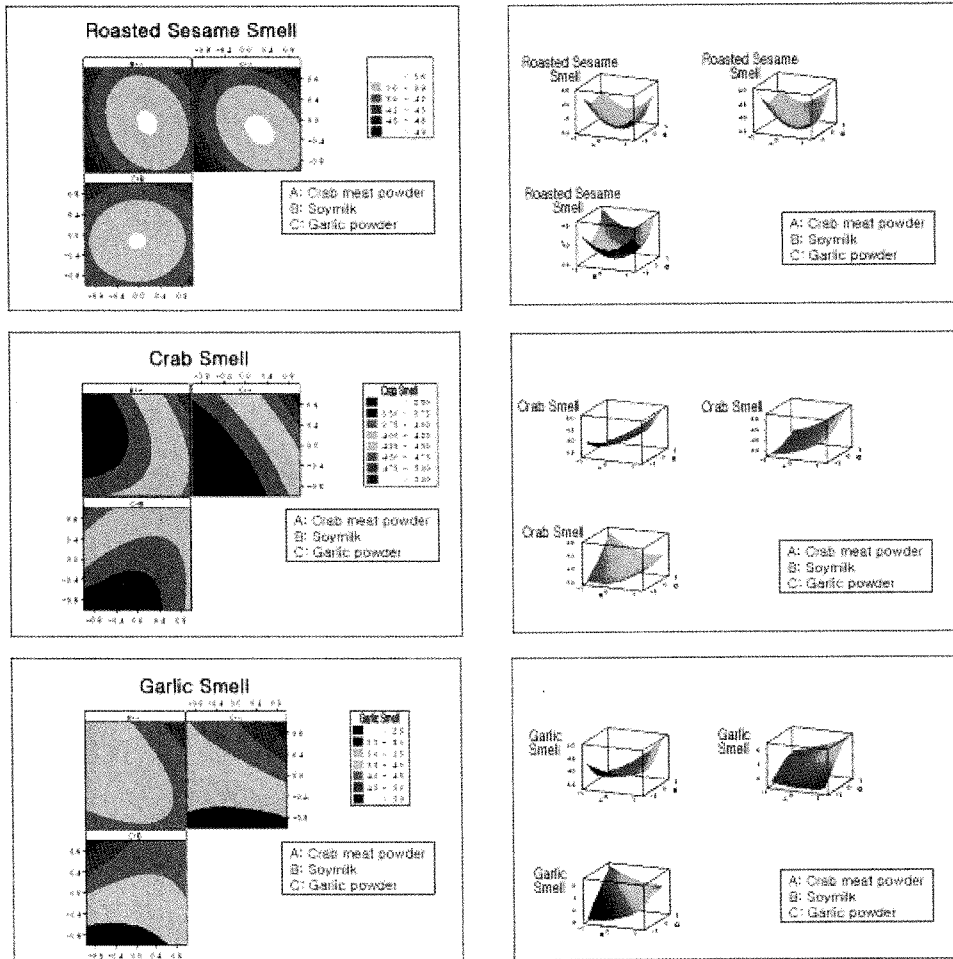


Fig. 2. Contour plot and surface response of roasted sesame smell, crab smell, garlic smell sensory attributes for seasoned tofuu containing fresh water crab meat.

결과 및 고찰

관능 검사 결과의 회귀성

20대 관능검사원들 (47명)이 요인변수 (X_1 : 참게가루, X_2 : 두유, X_3 : 마늘)의 양을 달리하여 제조한 15 종류의 참게육 첨가 맛두부의 관능적 특성을 평가하였다. 반응표면분석기법을 이용하여, 평가결과로부터 9가지 관능적 특성에 대한 회귀식을 도출하였으며, 이를 Table 2에 제시하였다. 결과 분석 시 관능검사원 47명을 블록효과로 구분하여 분리하였으며, 제시된 방정식의 유의성을 검정한 결과 p값이 0.01 이하로 유의하게 나타나, 2차 모형이 타당하다고 할 수 있었다.

참게육 첨가 맛두부의 관능적 특성

참게육과 대두유, 마늘의 첨가량을 달리하여 제조한 참게 추출물 첨가 맛 두부의 색, 겉보기질감, 입안질감에 대한 등고

선과 표면플롯을 Fig. 1 에 나타내었다. 색의 경우 참게육 가루의 투입량이 증가함에 따라 기호도가 떨어졌는데, 이는 참게가루로 인해 두부의 색이 어두워졌기 때문인 것으로 생각 된다. 겉보기 질감 역시 참게가루의 양에 따라 기호도가 떨어지는 것을 알 수 가 있었으나, 입안질감은 3개의 요인변수가 모두 긍정적인 영향을 주었고, 그 중 마늘가루의 투입량에 따른 관능치의 증가가 특히 크게 나타났다.

Fig. 2에는 참게육 첨가 맛 두부의 고소한 냄새, 참게냄새, 마늘냄새에 대한 관능평가 결과를 나타내었다. 고소한 냄새에 대한 기호도는 참게가루가 많을수록 낮아지지만, 마늘가루에 의해 상승하여 마늘이 참게육 가루로 인해 낮아진 기호도를 보완하는 것을 알 수 있었다. 참게냄새는 참게육 가루의 양에 비례하여 증가하였으며, 그 정도는 마늘의 양이 많을수록 더 크게 나타났다. 마늘 냄새는 마늘가루의 투입량에 의해서 가

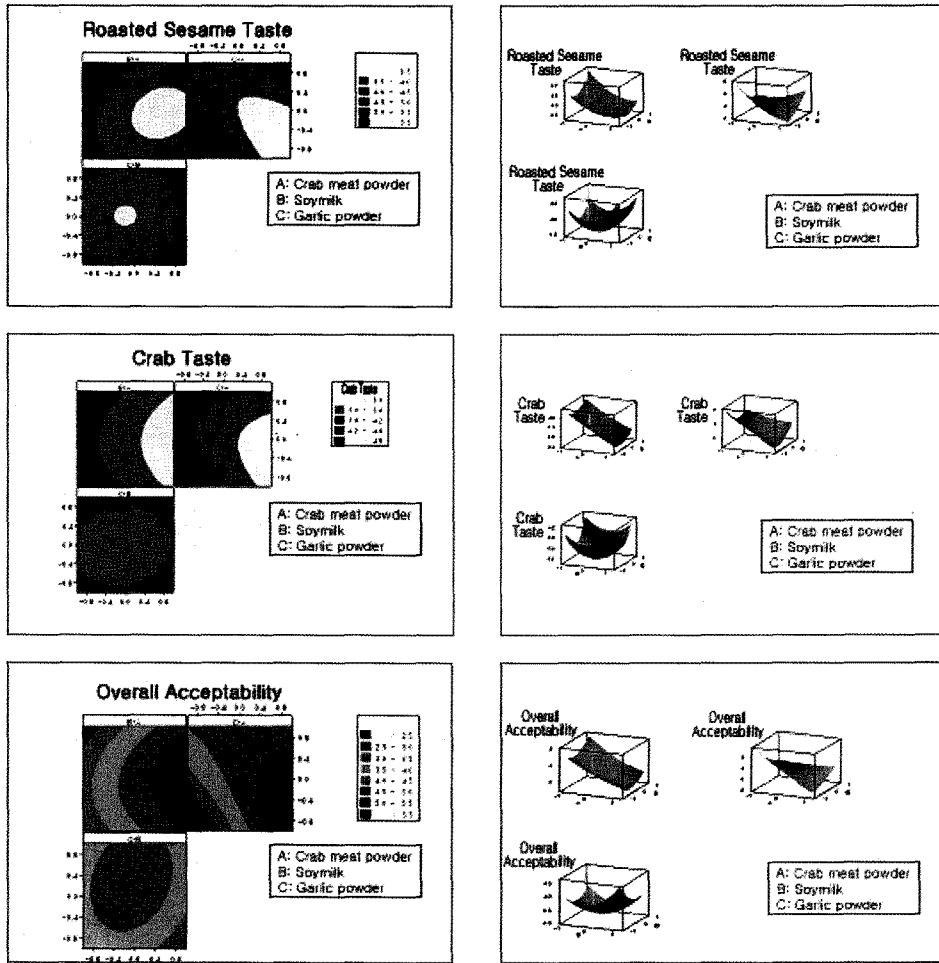


Fig. 3. Contour plot and surface response of roasted sesame taste, crab taste, overall acceptability, sensory attributes for seasoned tofu containing freshwater crab meat.

장 큰 영향을 받았으며, 관능검사원들은 참게육 가루의 양이 많아짐에 따라 마늘냄새가 더 강한 것으로 평가하였다.

Fig. 3에는 참게육 첨가 맛 두부의 고소한맛, 참게맛과 전반적인 기호도에 대한 등고선과 표면플롯을 나타내었다. 분석결과 고소한 맛은 참게육 가루와 마늘가루의 양과 오히려 반비례하며, 두유의 양만이 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 또한 두유의 양과 마늘가루는 참게맛에 큰 영향을 주지는 못하지만, 오히려 참게육 가루의 투입량에 따라, 참게맛에 대한 기호도는 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 마지막으로 전반적인 기호도는 참게육 가루와 마늘가루의 양이 많을수록 떨어지고, 두유의 양에 따라 결정되는 것을 알 수 있다. 이색적인 맛이나 질감을 지닌 맛두부의 관능치는 아무 것도 넣지 않는 두부에 익숙한 우리나라 소비자들에게는 그다지 높지

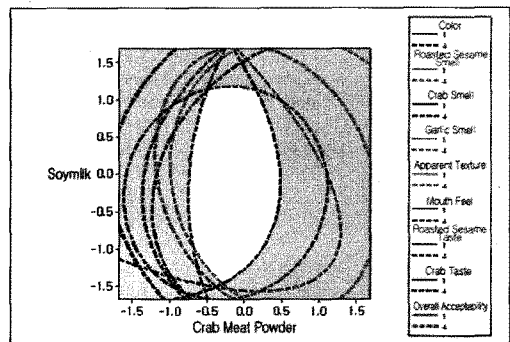


Fig. 4. Contour plot of all sensory attributes for seasoned tofu containing freshwater crab meat.

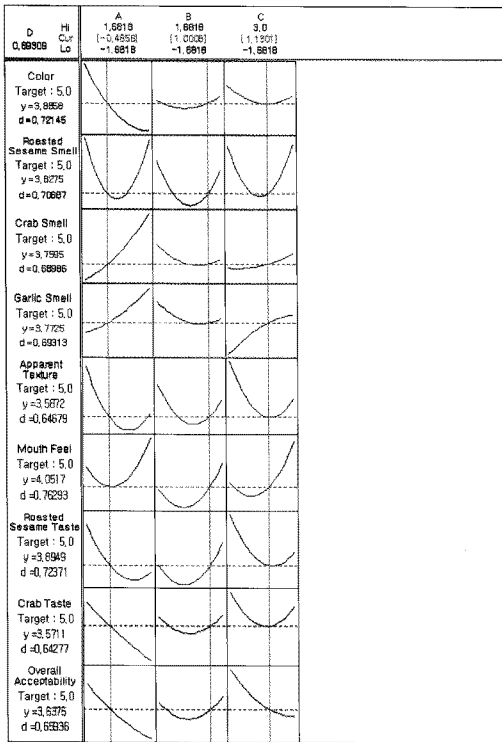


Fig. 5. Response optimization curve for all sensory attributes for seasoned tofu containing freshwater crab meat.

A: crab meat powder B: soybean milk C: garlic powder

않은 것으로 알려져 있으며 두부의 관능치는 두부의 물성학적 특성과도 직결되어 있기 때문에 기호도가 좋은 맛 두부를 개발하기 위해서는 물성학적 특성을 개선하기 위한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참게육, 대두유 및 마늘가루의 최적 첨가량

Fig. 5는 관능 목표값을 5.0으로 설정하였을 때의 최적 배합 조건을 각 관능적 특성을 고려하여 나타낸 그림이다. 참게를 이용한 맛두부 개발에 있어서 최적 재료양을 구하기 위하여, 기대 관능치를 5.0으로 설정하여 최적 배합량을 산출해내는 것이 무난하리라 판단되었다. 기대 관능치 5.0을 만족시키기 위한 참게육 가루, 두유와 마늘 가루의 양은 각각 -0.4856, 1.0008, 1.1301의 값으로 계산 되었는데, 이것을 재료의 양으로 환산하면, 각각 3.67 g, 2,120 mL, 5.54 g 이었다.

참게육 첨가 맛두부의 물성측정

Table 3에는 참게육을 첨가한 맛두부와 시판두부(<주> 풀무원 고소한 부침두부)의 조직학적 특성을 측정한 결과를 나타내었다.

참게육 첨가 맛두부의 견고성은 시판두부 보다 높게 나타났다. 이는 Park 등 (2003)의 연구에서 생마늘을 첨가하여 제조한 두부는 견고성이 증가한 경우와 같은 결과이며, 이는 두부의 응고과정에서 중요한 역할을 하는 -SH group이 산화되면 gel 형성이 약해지는데 (Hui et al., 2000), 5-10%의 마늘을 첨가한 경우 마늘의 항산화 활성 (Kim et al., 2002)에 의하여 단백질 -SH group의 산화가 억제되어 견고성이 향상된 것으로 보고된 고형분의 함량, 응고제 첨가량, 단백질 함량과 조성에 따라 크게 영향을 받는다고 하였는데, 두부를 chitosan 용액에 5일간 침지한 두부 (Park and Lee, 2007)와 노랑 파프리카즙 (Park and Jeon, 2008), 오미자 추출물 (Kim and Choi, 2008)을 첨가한 두부에서는 견고성이 증가하였으며, 동결건조 양파분말을 첨가한 두부 (Kang et al, 2007)의 경우 견고성이 낮아지는 특성을 보였다.

일반적으로 맛 성분, 향미성분 또는 영양 성분을 보강한 맛두부는 조직학적 특성이 좋지 못해 소비자들에게 별로 환영받지 못하므로 개발하는데 문제가 있는 것으로 보고되고 있다. 그러나 본 실험에서 제조한 참게육 단백질 첨가 맛두부는 견고성이나 응집성, 검성은 오히려 시판 두부보다 좋았으며, 투과성과 탄성은 비슷하였다. 그러나 점착성, 탄력성 및 씹힘성은 뒤떨어졌지만 상품성에 문제가 될 정도로 심한 것은 아니어서 맛두부의 전반적인 조직학적 특성은 시판 두부와 견줄만한 수준이라고 생각되었다.

참 고 문 헌

National Fisheries Research & Development Institute. 2009. Ingredients table. Available from : <http://portalnfrdi.re.kr/bbs/id=ingredmark>. Accessed January 2, 2009.

Lee, N.S. 2007. Herald Economics. Available from : http://www.heraldbiz.com/SITE/date/html_dir/2007/10/25/200710250156.asp

Hui, L.K., A.M. Easa and N. Ismail. 2000. Effects of thermal treatments on texture of soy protein isolate tofu. J Food Process Preserv., 24, 275-286.

Kim, H.K., H.J. Kwak and K.H. Kim. 2002. Physiological activity and antioxidative effect of garlic (*Allium*

Table 3. Texture profile analysis of seasoned tofu containing freshwater crab meat

	Hardness (g)	Fracturability (g)	Adhesiveness (g)	Springiness (s)	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience
Tofu-1 ¹⁾	1213.6±504.0	10.2±1.02	-20.18±7.67	0.93±0.34	0.36±0.16	518.4±258.7	480.5±240.4	0.06±0.01
Tofu-2	1314.2±121.9	10.2±0.55	-40.49±17.28	0.81±0.03	0.41±0.02	538.6±59.4	437.6±61.3	0.05±0.00

¹⁾ Tofu-1: Pulmuwon®, Tofu-2: Seasoned tofu containing freshwater crab meat

- sativum* L.) extract. Food Sci. Biotechnol. 11, 500-506.
- Kim J.S. and S.Y. Choi. 2008. Quality characteristics of soybean curd with Omija extract. Korean J. Food Sci. Nutr., 21, 43-50.
- Park, C.K. and I.K. Hwang. 1994. Effects of coagulant concentration and phytic acid addition on the contents of Ca and P and rheological property of soybean curd. Korea J. Food Sci. Technol., 26, 355-358.
- Park, B.H and E.R. Jeon. 2008. Quality characteristics of soybean curd prepared with the addition of yellow Paprica Juice. Korean J. Food Cookery Sci., 24, 439-444.
- Park, Y.J., Y.L. Nam, B.R. Jeon, N.S. Oh and M.J. In. 2003. Effects of garlic addition on quality and storage characteristics of soybean curd (Tofu). J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 46, 329-332.
- Kang, N.S., J.H. Kim and J.K. Kim. 2007. Quality characteristics of soybean curd mixed with freeze dried onion powder. Korean J. Food Preserv., 14, 47-53.
- Park, L.Y. and S.H. Lee. 2007. Effect of immersion in chitosan solutions on shelf of tofu. J. Chitin Chitosan, 12, 128-132.
- Jung, G.T., I.O. Ju, J.S. Choi and J.S. Hong. 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 K.T., J.S. Im and S.S. Kim. 1996. A study of the physical and sensory characteristics of ginseng soybean curd prepared with various coagulants. Korean J. Food. Sci. Technol., 32:1087-1092.
- Kim D.H., M.S. Lim and Y.O. Kim. 1996. Effect of seaweeds addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. J. Korean Soc. Food Nutr., 25:249-254.
- Lee M.J., C.Y. Sohn and J.H. Kim. 2008. Relation between health examination outcome and intake of soy food and isoflavone among adult male in Seoul. Korean J. Nutr., 41:254-263.
- Kim S.S. 2005. Conducting sensory evaluation at university, sensory consulting firm or research institute. Food Sci. and Indus., 38:22-27

2009년 2월 5일 접수
 2009년 4월 15일 수정
 2009년 6월 8일 수리