

겔 강화제를 첨가한 대왕오징어 어묵 개발 및 이의 품질에 대한 Setting의 영향

최승화 · 김상무[†]

강릉원주대학교 해양식품공학과

Development of Giant Squid (*Ommastrephes bartrami*) Surimi-based Products with Gel Texture Enhancers and the Effects of Setting on Gel Quality

Seung Hwa Choi and Sang Moo Kim[†]

Dept. of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University,
Gangwon-do 210-702, Korea

Abstract

Setting is an important process for the control of surimi quality in industry because it can improve the gel texture and water-holding capacity of surimi-based products. Therefore, the effect of setting on giant squid surimi-based product was analyzed via a mixture model. Konjac flour and microbial transglutaminase were used as texture enhancers. Both texture enhancers improved the texture and water retention ability (WRA) of giant squid surimi-based products, while decreasing the whiteness. Setting also improved the gel texture and WRA, while having no effect on the whiteness. Based on the sensory evaluation, the product with gel texture enhancers was better than the control and similar to commercial surimi products. Therefore, the applications of gel texture enhancers and setting are very important for the manufacture of giant squid surimi-based products.

Key words: gel texture, giant squid, surimi, konjac flour, setting, transglutaminase

서 론

어묵은 어육에 식염을 일정량 첨가하고 고기같이 한 육을 가열하여 겔화한 제품을 말하며(1), 일반적으로 다른 동수분성 단백질 식품에 비하여 가격이 저렴하고 조리가 용이하여 다양한 제품이 시판되고 있다(2). 그러나 수산연제품의 주 원료인 명태, 북방 대구 등은 입어료 및 소요 자재비의 상승, 원양어업에서의 어업 규제 강화, 200해리 경제 수역의 선포 등으로 절대 부족현상을 보이고 있다(3). 특히 명태는 최근 5년간 국내 일반해면 어업에서 어획량이 급감하여(4) 대체 자원의 탐색이 필요한 실정이다.

대체 자원으로 사용할 수 있는 다양한 어종 중 페루, 아르헨티나 및 멕시코 등의 남미 원양에서 어획한 외양성 대왕오징어류는 몸길이가 수 미터이다. 육의 두께가 1~5 cm 정도로 매우 두꺼워 탈피공정이 용이한 장점 등이 있고, 잠재 자원량이 수 억톤 이상으로 추정되어 저가에 안정적으로 공급되는 것이 가능하다(5). 또한, 오징어류는 백색도가 매우 뛰어나 백색육 어류를 대체할 수 있는 유용한 자원으로 사용하는 것이 가능하다고 판단된다. 그러나 대왕오징어의 육에는 NH_4Cl 이 많아 특유의 비린내가 강하며, 오징어 육의 구조는 방사형근육섬유가 서로 교차하여 cubic 구조를 이루고

myosin을 분해하는 단백질 분해효소를 다량 함유하고 있어 가열시 점탄성 겔의 주성분인 actomyosin의 형성을 방해하기 때문에 고기같이 맛 겔화가 어렵다고 보고되어 있다(6,7). 이에 따라, 오징어 육을 활용한 어묵의 제조 연구로 전분의 종류(8), 첨가수분의 최적화(6), 겔 강화제의 첨가(9,10) 및 타 어육과의 혼합어묵(11) 등이 연구되어 왔다.

Transglutaminase(TGase)는 glutamine 잔기의 γ -carboxyamide기와 아민간의 glutamyl-lysin 공유결합을 촉매시키는 가교중합형 효소로써 이러한 cross-linking 반응을 통해 겔 강도를 증진시킬 뿐만 아니라 경도, 탄성 그리고 향미를 증진시킬 수 있다고 보고되어 있다(1,12). 특히 microbial transglutaminase(MTGase)는 칼슘염의 영향을 거의 받지 않기 때문에 식품 산업에서 겔 강화제 등으로 많이 이용되고 있다(13). Konjac(*Amorphophallus konjac*)은 수용성 다당류인 glucomannan이 주성분이며(14), 특유의 겔 형성능, 증점특성, 필립형성능, 다른 검류 및 전분류와의 상승작용, 유동특성 등을 지니고 있어 식품 산업에 품질향상 및 증량제로 이용가능성이 매우 높은 식품 소재이다(15).

가열 중 어묵겔 형성 메카니즘은 칼슘염에 의한 단백질간의 이온결합(16), 비극성 상호작용(17), 수분에 의한 극성 아미노산의 수소결합(18), 단백질 분자간의 disulfide bond와

[†]Corresponding author. E-mail: smkim@gwnu.ac.kr
Phone: 82-33-640-2343, Fax: 82-33-640-2882

같은 공유결합(19) 등이 있다. 특히, setting은 저온(0~40°C)에서 NaCl과 같은 염이나 어육 속의 transglutaminase와 같은 효소에 의하여 단백질 분자간의 공유결합을 촉진시키는 제조 공정으로 조직감 및 보수력을 증강시키고 gel 강도를 증가시키기 때문에(20) 겔화가 어려운 대왕오징어의 어묵 제조에 필수적으로 적용시켜야 할 공정으로 판단된다.

이에 따라, 본 연구는 자원량이 감소하고 있는 명태 등의 백색육 어류를 대체하기 위하여 백색도가 높고 잡채 자원량이 많지만 특유의 비린내가 있고 겔화가 어려운 대왕오징어를 대체자원으로 활용하기 위하여 대왕오징어에 겔 강화제를 첨가하여 대왕오징어 어묵을 제조하였다. 또한, 대왕오징어 어묵 제조에 setting이 미치는 영향에 대하여 연구하였고, 관능검사를 실시하여 특유의 비린내 제거 여부 및 시판 어묵과 비교하여 산업적 적용 가능성을 함께 분석하였다.

재료 및 방법

재료

대왕오징어(*Ommastrephes bartrami*)는 탈피하여 -20°C 이하에서 동결보관한 몸체만을 구입((주)대원수산, 주문진)하여 사용하였으며, 겔 강화제로 사용한 microbial transglutaminase(Activa, Azinomoto, Tokyo, Japan)와 konjac(*Amorphophallus konjac*)((주)MSC, 부산)은 분말제품을 구입하여 사용하였다.

일반성분 분석

대왕오징어의 일반성분은 AOAC(2002)의 방법에 따라 분석하였다(21). 즉, 대왕오징어육을 4°C에서 해동하고 같은 온도에서 10분간 자연탈수 한 것을 시료로 하여 수분은 상압 가열건조법, 조회분은 직접회화법, 조단백은 Micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 탄수화수분은 가감법으로 분석하였다.

대왕오징어 어묵의 제조

대왕오징어 어묵의 제조 비율은 Mixture design D-opti-

mal program(Design expert 6.0, Stat-Ease, Minneapolis, MN, USA)을 사용하여 설정하였으며 제조비는 Table 1과 같다. 제조 방법은 먼저 4°C에서 해동한 대왕오징어육을 10분간 자연탈수하고 1~2 cm 크기로 썰어 silent cutter(YNF-101B, 영남기계, 부산)로 초벌갈이하였다. 초벌갈이한 대왕오징어육에 수분과 겔 강화제 및 부재료를 각각의 비율(Table 1)로 첨가한 다음 10분간 두벌갈이하여 대왕오징어고기풀을 제조하였다. 이를 충전기(소시지마을, 서울)로 원형 스테인레스관(ID 1.9×L 17.5 cm)에 충전하고, 25°C에서 3시간 동안 setting(1) 한 다음 90°C에서 30분간 자숙하고 얼음물로 15분간 냉각하여 대왕오징어 어묵을 제조하였다.

수분보유력(water retention ability, WRA)

대왕오징어 어묵의 수분보유력은 microcentrifuge-based water holding test(22)를 이용하여 분석하였다. 즉, 1 g의 대왕오징어 어묵 시료를 2 mL filtration microtube(Spin column EBD-1021, Elpis-Biotech, 대전)에 넣고 미량원심분리기(KR/HM 150IV, Hanil Co., 서울)로 원심분리(2,000×g, 20 min)하여 수분을 용출시킨 다음 어묵의 무게를 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정하였으며, 그 평균값을 다음 식에 대입하여 수분보유력을 산출하였다.

$$WRA = (A - B) / C$$

A: 시료의 전체 수분량(g)

B: 원심분리 후 용출된 수분량(g)

C: 시료의 단백질량(g)

백색도(whiteness)

대왕오징어 어묵의 백색도는 색차계(CR-200, Minolta, Osaka, Japan)로 측정하였으며, 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)를 3회 반복 측정된 뒤 각각의 평균값을 다음 식에 대입하여 산출하였다(23).

$$Whiteness = L - 3b$$

조직감(texture) 분석

대왕오징어 어묵의 조직감은 Texture analyser(COM-PAC-100, Sun Rheometer, Tokyo, Japan)를 사용하여 압착

Table 1. Experimental design of giant squid surimi-based product with gel texture enhancers (%)

No	Surimi	Water	Konjac flour	Salt	Egg white	Ca-lactate	MTGase
1	45	40.6	10	2	2	0.2	0.20
2	37.9	47.73	10	2	2	0.2	0.17
3	45	47.6	3	2	2	0.2	0.20
4	34.3	54.84	6.5	2	2	0.2	0.16
5	42.325	45.035	8.25	2	2	0.2	0.19
6	30.8	54.85	10	2	2	0.2	0.15
7	42.325	48.535	4.75	2	2	0.2	0.19
8	45	47.6	3	2	2	0.2	0.20
9	36.975	52.155	6.5	2	2	0.2	0.17
10	37.8	54.83	3	2	2	0.2	0.17
11	45	40.6	10	2	2	0.2	0.20
12	45	44.1	6.5	2	2	0.2	0.20
13	37.9	47.73	10	2	2	0.2	0.17
14	40.525	50.345	4.75	2	2	0.2	0.18

시험법으로 측정하였다. 즉, 어묵 시료(ID 1.9×L 2 cm) 중심부에 table speed 60 mm/min, graph interval 30 msec, load cell(max) 2 kg의 조건으로 라운드형 adaptor(No. 1, ID 20 mm)를 사용하여 2회 연속 압착하였을 때 얻어지는 값을 5회 반복 측정하였으며, 그 평균값을 이용하여 hardness, cohesiveness, springiness, gumminess 및 brittleness를 산출하였다.

관능검사

관능검사는 식품학을 전공하는 대학원생 및 학부생 중 20대 남자 9인, 여자 11인 총 20인의 관능검사요원을 구성하여 맛, 냄새, 색 및 전체적 기호도의 4가지 항목에 한하여 5단계 평점법(5점: 매우 좋다, 4점: 좋다, 3점: 보통이다, 2점: 나쁘다, 1점: 매우 나쁘다)으로 측정하였다(24). 시료는 대왕오징어 어묵의 제조 후 4°C에서 24시간 동안 보관한 것을 실험에 사용하였으며, 대조구로는 실험구와 제조법은 같으나 konjac flour 대신 감자전분을 첨가한 대왕오징어어묵과 시판 짬뽕어묵(명태, 갈치 및 이의 혼합)을 제조 및 구입하여 비교평가 하였다.

통계분석

분석결과에 대한 통계적인 유의성 검정은 Statistical Packages for Social Science(Ver. 20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의수준 5% 이내(p<0.05)로 각 평균값에 대한 유의적 차이를 조사하였다. 데이터는 각 실험치의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

MTGase는 단백질간의 공유결합을 촉진시켜 겔의 형성능을 강화하는 효소지만 과도한 양을 첨가하게 되면, 탄성의 감소를 초래해 단단하면서 깨지기 쉬운 성질을 유도하여 겔의 점탄성을 손상시키게 되기 때문에(1), 25°C에서 setting 시 기질의 1~2% 수준의 첨가가 가장 적절하다고 알려져 있다(13). 이에 따라, MTGase의 첨가량을 결정하기 위하여 원료 대왕오징어어묵의 일반성분을 분석하였다. 수분이 73.5±0.6%로 가장 높았으며 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화수분이 각각 17.5±0.2, 1.0±0.1, 1.2±0.1 및 6.8±0.8%로 수분을 제외하면 조단백이 가장 높았다. 이를 토대로 실험구에서 조단백질량을 산출하였으며 조단백질량의 2%를 기준으로 하여 MTGase의 첨가량을 결정하였다(Table 1).

Mixture models

대왕오징어어묵과 각 부재료의 품질특성 변화를 비교분석하여 최적 첨가비율을 설정하기 위하여 mixture model의 D-optimal program으로 14개의 실험구를 설계하였으며, 이들의 WRA, whiteness 및 gel texture(hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, brittleness)의 측정 결과는 Table 2와 같다. 실험구 중 대왕오징어어묵, 수분, konjac flour 및 MTGase의 비율이 각각 45, 40.6, 10 및 0.2%인 제품의 hardness, cohesiveness, springiness, gumminess 및 brittleness가 각각 0.93~1.08 kg/cm², 93.45~98.77%, 93.41~97.69%, 1.86~1.98 kg 및 1.74~1.81 kg으로 가장 높았다. 대왕오징어어묵, 수분, konjac flour 및 MTGase의 비율이 각각 30.8, 54.85, 3 및 0.15%인 제품의 gel texture가 가장 낮았으며, setting 공정이 적용된 실험구에서 gel texture와 WRA가 전반적으로 높았다(Table 2). Konjac flour 및 MTGase의 첨가량이 많을수록 gel texture가 향상되었는데, 이는 konjac flour의 glucomannan이 갖는 겔형성력, 증점특성, 필름형성능 및 MTGase의 가교결합능 때문이며(12,14), Lee 등(1)은 TGase를 첨가한 어묵의 연구에서 TGase가 0.1~0.3% 첨가된 어묵의 texture가 가장 좋았다고 보고하였다. 또한, Otero 등(9)은 konjac glucomannan을 첨가한 어묵의 연구에서 10% 수준의 konjac glucomannan의 첨가가 gel texture를 크게 향상시켰다고 하였고 Park 등(20)은 carrageenan을 첨가한 명란훈연 sausage의 연구에서 setting이 gel texture를 전반적으로 향상시켰다고 하였는데 이는 본 연구와 유사하였다. Whiteness는 대왕오징어어묵의 함량이 많을수록, konjac flour의 함량이 적을수록 증가하였는데 이는 대왕오징어어묵과 konjac flour 특유의 백색과 탁색에 의한 것으로 판단되며 setting 공정이 적용된 대왕오징어어묵은 대조구와 백색도에 큰 차이를 보이지 않았다. 겔 강화제를 첨가한 대왕오징어어묵의 ANOVA 결과는 Table 3과 같다. 실험구 중 낮은 probability와 높은 Lack of Fit 값을 가진 model을 본 연구에서 가장 적당한 model로 선택하였는데 대조구는 WRA, whiteness 및 hardness를 linear model로, cohesiveness, springiness, gumminess 및 brittleness를 nonlinear model로 선택하였으며, setting 공정이 적용된 제품은 whiteness를 linear model로, WRA, hardness, cohesiveness, springiness, gumminess 및 brittleness를 nonlinear model로 선택하였다. 대왕오징어어묵, 수분 및 konjac flour의 배합조성과 이들의 상관관계에 따른 constraint coefficient 값은 Table 4와 같다. Linear model 중 WRA와 hardness는 konjac flour가, whiteness는 대왕오징어어묵의 constraint coefficient 값이 가장 높아 WRA와 hardness에는 konjac flour가, whiteness에는 대왕오징어어묵의 영향이 가장 높았다. Nonlinear model 중 WRA, hardness, cohesiveness, springiness, gumminess 및 brittleness는 대왕오징어어묵과 수분에 konjac flour가 첨가될 때의 interaction constraint coefficient 값이 가장 높았으며, 이는 각 재료간의 상호작용에 의해 gel texture와 WRA가 가장 큰 영향을 받은 것으로 생각된다. 또한 setting 공정이 적용된 제품이 적용하지 않은 제품보다 constraint coefficient 값이 높아 setting 공정을 적용할 경우 대왕오징어어묵의 품질을 보다 향상시

Table 2. Effect of setting on the gel texture, WRA and whiteness of giant squid surimi-based product with gel texture enhancers shown as actual value at various experimental constituents

No	WRA			Whiteness			Hardness (kg/cm ²)			Cohesiveness (%)			Springiness (%)			Gumminess (kg)			Brittleness (kg)		
	0 ¹⁾	3 ²⁾	3	0	3	3	0	3	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
1	1.54±0.02	1.75±0.03	54.17±0.31	52.54±0.19	0.93±0.01	1.08±0.01	93.45±2.40	95.95±2.76	93.41±3.44	93.81±3.23	1.86±0.02	1.94±0.01	1.71±0.02	1.76±0.01							
2	1.84±0.17	1.85±0.13	54.01±0.28	53.74±0.57	0.87±0.03	0.93±0.04	92.26±1.06	92.70±2.88	94.90±0.82	95.30±0.88	1.78±0.04	1.88±0.05	1.67±0.05	1.73±0.05							
3	1.10±0.20	1.27±0.19	62.14±1.03	63.45±0.61	0.37±0.02	0.43±0.01	52.59±3.09	57.42±2.77	57.04±1.06	62.00±1.22	0.31±0.01	0.39±0.04	0.23±0.02	0.32±0.02							
4	1.41±0.07	1.51±0.03	58.34±0.59	55.86±0.55	0.42±0.01	0.52±0.02	77.46±2.04	82.21±1.98	78.23±1.39	79.25±1.04	0.81±0.04	0.83±0.05	0.63±0.04	0.66±0.05							
5	1.50±0.08	1.60±0.05	55.82±0.18	56.50±0.27	0.81±0.03	0.98±0.02	82.63±1.27	88.81±1.93	94.00±0.40	93.36±0.42	1.74±0.01	1.84±0.07	1.61±0.06	1.72±0.05							
6	1.66±0.06	1.65±0.16	53.12±0.83	54.86±0.18	0.78±0.02	0.86±0.01	88.20±2.62	90.62±1.62	92.50±2.22	92.81±2.97	1.59±0.02	1.70±0.01	1.45±0.02	1.58±0.03							
7	1.41±0.12	1.56±0.12	58.18±0.45	59.97±0.25	0.69±0.01	0.71±0.02	75.99±0.93	70.63±2.55	80.80±0.94	84.18±0.87	1.01±0.02	1.08±0.04	0.77±0.02	0.93±0.03							
8	1.35±0.06	1.26±0.17	60.88±0.63	66.78±0.36	0.31±0.07	0.48±0.04	57.00±1.87	61.79±2.95	61.90±0.86	64.94±0.84	0.39±0.09	0.39±0.03	0.25±0.08	0.37±0.04							
9	1.40±0.33	1.53±0.05	57.03±0.29	59.41±0.45	0.65±0.05	0.70±0.01	86.17±2.86	88.34±2.52	85.22±0.92	86.50±0.83	1.13±0.05	1.16±0.05	0.93±0.09	1.04±0.05							
10	1.09±0.05	1.11±0.13	61.11±0.46	63.80±0.32	0.43±0.07	0.40±0.03	65.81±1.74	63.45±3.74	61.40±1.23	63.82±0.74	0.27±0.01	0.36±0.02	0.25±0.04	0.33±0.04							
11	1.62±0.13	1.66±0.03	56.19±0.49	51.59±0.19	1.02±1.01	1.02±0.02	95.76±1.03	98.77±1.60	97.69±0.53	95.17±0.76	1.93±0.02	1.98±0.01	1.80±0.02	1.81±0.01							
12	1.38±0.12	1.62±0.04	56.21±0.33	57.20±0.26	0.64±0.01	0.76±0.01	87.31±2.19	88.13±2.50	87.32±0.58	89.25±1.03	1.35±0.02	1.39±0.01	1.05±0.02	1.26±0.02							
13	1.72±0.13	1.78±0.05	53.06±0.22	54.81±0.23	0.80±0.04	0.98±0.03	90.97±3.76	94.86±3.64	93.58±0.52	92.12±0.38	1.72±0.09	1.81±0.09	1.58±0.09	1.70±0.08							
14	1.44±0.03	1.55±0.04	59.58±0.52	59.81±0.31	0.55±0.07	0.61±0.04	77.33±2.12	84.46±2.55	79.36±0.55	81.91±0.41	0.98±0.02	1.03±0.07	0.78±0.05	0.79±0.03							

¹⁾Control. ²⁾Setting treatment for 3 hr.

Table 3. The ANOVA tables for linear and nonlinear models of giant squid surimi-based product with gel texture enhancers

Response	Model	Source	SS ³⁾			DF ⁴⁾			MS ⁵⁾			F-value			Prob > F		
			0 ¹⁾	3 ²⁾	3	0	3	3	0	3	0	3	0	3	0	3	
WRA	L ⁶⁾ Q ⁷⁾	Model	0.45	0.53	2	5	0.23	0.11	20.16	19.70	0.0002	0.0003					
		Residual	0.09	0.04	11	8	0.01	0.01									
		Lack of fit	0.04	0.04	8	5	0.01	0.01	0.74	3.33	0.6733	0.1757					
Whiteness	L L	Model	107.30	236.06	2	2	53.65	118.03	54.30	43.47	<0.0001	<0.0001					
		Residual	10.87	29.86	11	11	0.99	2.71									
		Lack of fit	7.58	23.30	8	8	0.95	2.91	0.87	1.33	0.6153	0.4486					
Hardness	L SC ⁸⁾	Model	0.54	0.69	2	6	0.27	0.11	33.42	41.37	<0.0001	<0.0001					
		Residual	0.09	0.02	11	7	0.01	0.01									
		Lack of fit	0.08	0.02	8	4	0.01	0.01	3.67	2.63	0.1563	0.2266					
Cohesiveness	Q Q	Model	2198.18	2287.26	5	5	439.64	457.45	19.75	24.13	0.0003	0.0001					
		Residual	178.12	151.65	8	8	22.27	18.96									
		Lack of fit	164.90	135.79	5	5	32.98	27.16	7.48	5.14	0.0642	0.1042					
Springiness	Q SC	Model	2336.67	1843.85	5	6	467.33	307.31	37.06	42.08	<0.0001	<0.0001					
		Residual	100.87	51.12	8	7	12.61	7.30									
		Lack of fit	79.03	40.81	5	4	15.81	10.20	2.17	2.97	0.2781	0.1989					
Gumminess	C ⁹⁾ C	Model	4.59	4.81	9	9	0.51	0.53	273.32	644.54	<0.0001	<0.0001					
		Residual	0.01	0.01	4	4	0.01	0.01									
		Lack of fit	0.01	0.01	1	1	0.01	0.01	0.01	0.06	0.9513	0.8165					
Brittleness	C C	Model	4.42	4.36	9	9	0.49	0.48	228.51	212.70	<0.0001	<0.0001					
		Residual	0.01	0.01	4	4	0.01	0.01									
		Lack of fit	0.01	0.01	1	1	0.01	0.01	0.11	6.26	0.7627	0.0875					

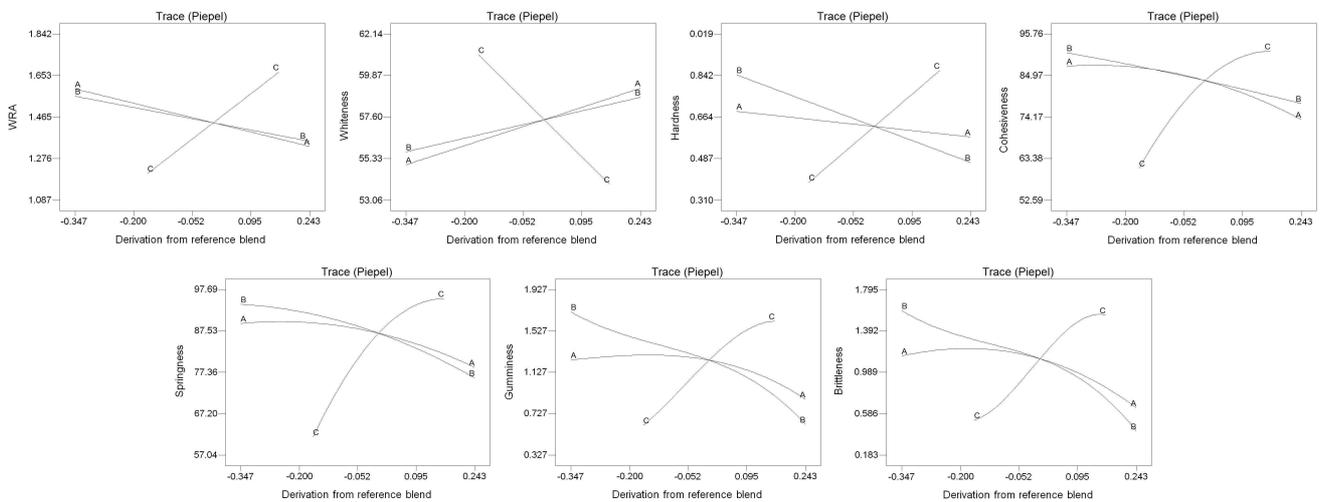
¹⁾Control. ²⁾Setting treatment for 3 hr. ³⁾Sum of squares. ⁴⁾Degree of freedom. ⁵⁾Mean squares. ⁶⁾Linear. ⁷⁾Quadratic. ⁸⁾Special cubic. ⁹⁾Cubic.

Table 4. Effect of setting on the constraint coefficients of giant squid surimi-based product with gel texture enhancers as expressed in pseudo values

Response	Constraint coefficient											
	Surimi (A)		Water (B)		Konjac (C)		A×B		A×C		B×C	
	0 ¹⁾	3 ²⁾	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
WRA	1.18	1.16	1.24	0.75	2.60	0.39	—	1.18 (0.0005) ³⁾	—	3.52 (0.0017)	—	4.62 (0.0018)
Whiteness	61.69	63.18	60.29	64.23	39.34	32.07	—	—	—	—	—	—
Hardness	0.52	-0.31	0.25	-0.66	1.83	-0.79	—	4.06 (0.0015)	—	6.93 (0.0027)	—	6.96 (0.0028)
Cohesiveness	48.84	54.96	67.82	66.01	-34.53	-43.35	10.20 (0.0349)	7.06 (0.0323)	329.82 (0.1098)	335.94 (0.1010)	233.30 (0.1147)	269.50 (0.1057)
Elasticity	57.59	20.01	52.15	9.33	-45.64	-181.21	26.39 (0.0263)	221.75 (0.0775)	324.89 (0.0826)	639.77 (0.1398)	313.59 (0.0863)	656.66 (0.1431)
Gumminess	-1.72	-2.23	-1.37	-1.05	-7.50	-8.42	8.37 (0.0016)	9.13 (0.0011)	23.68 (0.0231)	26.95 (0.0154)	25.72 (0.0246)	27.57 (0.0164)
Brittleness	-2.54	-1.78	-1.24	-1.41	-27.39	-31.86	9.64 (0.0017)	8.72 (0.0176)	62.25 (0.0248)	66.91 (0.0256)	60.66 (0.0264)	70.96 (0.0272)

¹⁾Control. ²⁾Setting treatment for 3 hr. ³⁾The number in parenthesis is probability>|t|.

(a) Control



(b) Setting treatment for 3 hr

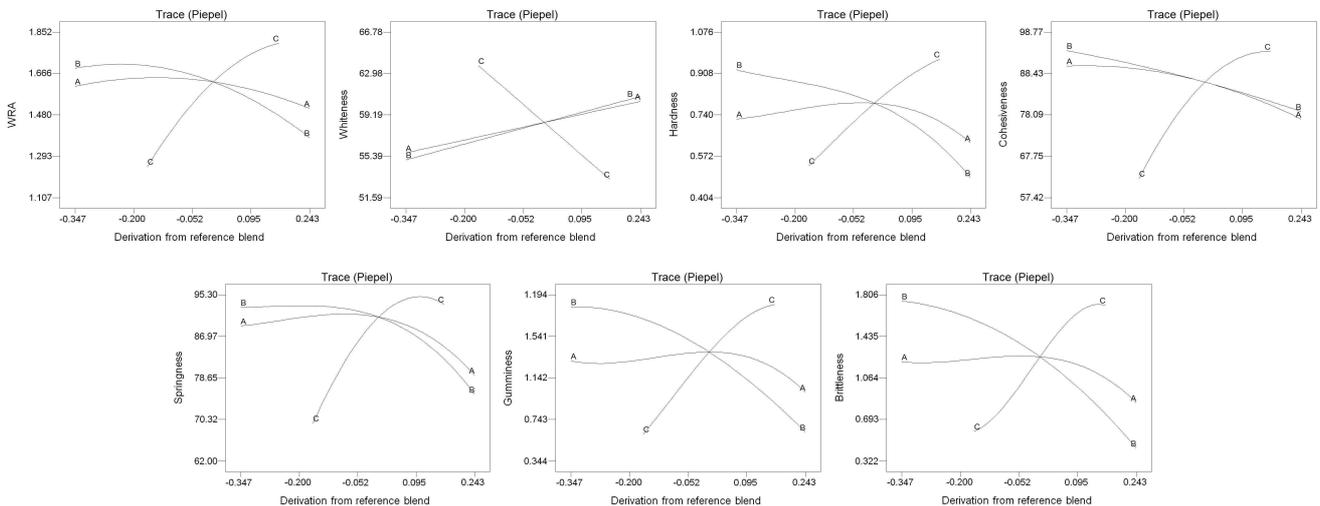


Fig. 1. Effect of setting treatment on the WRA, whiteness and gel texture of giant squid surimi-based product with gel texture enhancers. (a), control; (b), setting treatment for 3 hr. A-A: surimi, B-B: water, C-C: konjac flour.

Table 5. Sensory evaluation of giant squid surimi-based product with gel texture enhancers and other commercial surimi-based products

Surimi-based product	Taste	Odor	Color	Overall
Giant squid with kojnac flour	2.9±0.7 ^a	3.4±0.7 ^{ab}	3.2±0.6 ^a	3.1±0.3 ^b
Giant squid with potato starch	1.6±0.5 ^b	2.4±0.5 ^b	3.0±0.7 ^a	2.3±0.4 ^c
Alaska pollack meat	3.9±0.6 ^a	3.9±0.8 ^a	3.6±0.8 ^a	3.8±0.4 ^a
Hairtail meat	3.6±0.5 ^a	3.9±0.5 ^a	3.2±0.5 ^a	3.5±0.3 ^{ab}
Mixed meat ¹⁾	3.7±0.7 ^a	3.7±0.5 ^a	4.1±0.5 ^a	3.8±0.2 ^a

¹⁾Surimi-based product with Alaska pollack and hairtail meats complex.

^{a-c}Means with different superscripts in each row are significantly different ($p < 0.05$).

키는 것이 가능하다고 생각된다.

Trace 도표

대왕오징어육, 수분 및 konjac flour 배합비를 달리하였을 때와 setting 공정을 적용하였을 때 대왕오징어 어묵의 WRA whiteness 및 gel texture의 변화는 Fig. 1과 같다. 모든 실험구에서 대왕오징어육 및 수분의 함량이 감소할수록, konjac flour의 함량이 증가할수록 gel texture 및 WRA가 증가하였다. 이는 konjac flour의 첨가가 대왕오징어육의 겔 형성능을 증가시켜주기 때문이며, 수분의 투과도를 낮춰 수분의 유출을 막기 때문에 WRA에도 영향을 미치는 것으로 생각된다(25). Chen 등(26)은 konjac 유래 hydroxyl-propylmethyl-cellulose를 첨가한 다랑어 어묵 연구에서 konjac 유래 hydroxylpropylmethyl-cellulose의 첨가가 breaking force, gel strength와 같은 gel texture를 증가시킨다고 하였으며 이는 본 연구와 유사하였다. Whiteness는 대왕오징어육 및 수분의 함량이 증가할수록, konjac flour의 함량이 감소할수록 증가하였는데, 이는 대왕오징어육과 konjac flour의 색에 기인하는 것으로 판단된다. Xiong 등(27)은 konjac flour를 첨가한 초어 어묵에 관한 연구에서 konjac flour의 첨가가 breaking force와 deformation과 같은 gel texture는 증가시키나 konjac flour의 첨가량이 증가할수록 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b) 등의 색도는 감소시킨다고 하였는데, 이는 본 연구와 유사하였다. Konjac flour의 첨가는 대왕오징어 어묵의 품질을 효과적으로 상승시켜 겔 강화제로 매우 우수하다고 생각된다.

최적 원료 배합비 설정

대왕오징어육, 수분, konjac flour 및 MTGase를 45, 40.6, 10 및 0.2%의 배합비로 제조하고 setting 공정을 적용한 대왕오징어 어묵의 gel texture(hardness, cohesiveness, springiness, gumminess 및 brittleness)가 가장 뛰어났기 때문에 본 배합비율을 최적 원료 배합비로 설정하였다. Whiteness는 낮았으나 이는 gel texture에 영향을 미치지 않았기 때문에 상기 최적 원료 배합비를 토대로 어묵을 제조하여 이를 실험구로 하고 관능검사를 시행하였다.

관능검사

Konjac flour와 MTGase의 gel texture 향상능과 대왕오징어 특유의 비린내 제거 여부를 관능적으로 비교분석하기

위하여 감자전분 첨가 대왕오징어 어묵을 대조구로 하여 실험구와 맛, 색 및 향을 비교하였다. 또한, 산업적 적용 가능성을 검토하기 위하여 시판되는 어묵 중 명태육 어묵, 갈치육 어묵 및 이의 혼합 어묵을 각 1종씩 선정하여 관능검사를 시행한 결과는 Table 5와 같다. 맛에서는 명태육 제품이, 향에서는 명태육과 갈치육 제품이, 색에서는 혼합어묵 제품의 점수가 가장 높았고, 맛 색 및 향에서 대조구의 점수가 가장 낮았다. 실험구는 맛과 색에서 시판제품과 유의적인 차이가 없었고($p < 0.05$) 대조구보다 맛과 향이 유의적으로 높아($p < 0.05$) konjac flour의 첨가는 일반적인 전분첨가에 의한 제조법보다 대왕오징어 특유의 비린맛과 향을 많이 줄일 수 있다고 생각된다. 전체적인 기호도는 실험구가 시판어묵과 비교하여 유의적으로 낮았으나($p < 0.05$), 시판어묵은 조미성분이 일정량 첨가된 제품이기 때문에 본 연구에서 제조한 대왕오징어 어묵에 sorbitol 등의 조미성분을 일정량 첨가한다면 산업적으로 활용이 가능하다고 판단된다.

요 약

본 연구는 자원량이 감소하고 있는 명태 등의 백색육 어류를 대체하기 위하여 백색도가 높고 잡재 자원량이 많지만 특유의 비린내가 있고 겔화가 어려운 대왕오징어에 겔 강화제를 첨가하여 품질이 향상되고 비린내를 줄인 대왕오징어 어묵의 개발과 setting의 영향을 분석하였으며, 결과를 요약하면 다음과 같다. Mixture model로 설계한 14개의 실험구에서 konjac flour와 MTGase의 양이 많을수록 gel texture는 크게 향상되었으며, 대조구에 비하여 setting을 적용한 제품의 gel texture가 더 높아 대왕오징어 어묵의 제조에 setting 공정은 반드시 필요하다고 생각된다. 대왕오징어육, 수분, konjac flour 및 MTGase의 비율이 각각 45, 40.6, 10 및 0.2%일 때 gel texture가 가장 높아 최적 배합비로 설정하였다. 본 연구에서 제조한 대왕오징어 어묵은 감자전분을 첨가한 대왕오징어 어묵에 비하여 맛과 향에서 유의적으로 높아($p < 0.05$) 대왕오징어 특유의 비린맛과 향을 줄일 수 있다고 생각되며, 시판 어묵과 맛과 색에서 유의적인 차이가 없어($p < 0.05$) 산업적으로 백색육 어류를 대체하여 활용하는 것이 가능하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업(RTI05-01-02) 지원으로 수행되었음. 최승화는 교육과학기술부 2단계 BK21 핵심사업의 수혜학생이었으며 이에 사의를 표합니다.

문헌

1. Lee YS, Jeong YH, Yoo BS. 2001. Effect of transglutaminase on the rheological properties of fried surimi gel. *Korean J Food Sci Technol* 33: 474-478.
2. Shin YJ, Kim KS, Park GS. 2009. Texture and sensory characteristics of fish paste containing white *Poria cocos* wolf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 199-125.
3. Park YH, Kim SB, Chang DS. 1995. *Seafood processing and utilization*. Hyngsul Publish Co., Seoul, Korea. p 201-207.
4. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2011. *Food, agriculture, forestry and fisheries statistical yearbook*. Korea. p 300-315.
5. Kugino M, Kugino K. 1994. Microstructural and rheological properties of cooked squid mantle. *J Food Sci* 59: 792-796.
6. Kim BG, Choi YJ. 2011. Formulation of surimi and surimi-based products with acceptable gelling ability from squid muscle. *Kor J Fish Aquat Sci* 44: 37-44.
7. Stevenotwall W, Hamann DD. 1979. Textural characterization of squid: instrumental and panel evaluations. *J Food Sci* 44: 1636-1643.
8. Lee NG. 2000. Texture properties of jumbo squid kamaboko as affected by edible starches. *J Korean Fish Soc* 33: 591-596.
9. Otero MAI, Borderias J, Tovar CA. 2010. Use of konjac glucomannan as additive to reinforce the gels from low-quality squid surimi. *J Food Eng* 101: 281-288.
10. Alonso IS, Solas MT, Borderias J. 2007. Technological implications of addition of wheat dietary fibre to giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi gels. *J Food Eng* 81: 404-411.
11. Lee NG, Yoo SG, Cho YJ. 1999. Optimum rheological mixed ratio of jumbo squid and Alaska pollock surimi for gel product process. *J Korean Fish Soc* 32: 718-724.
12. Jang HS, Chin KB. 2011. Effect of red bean protein and microbial transglutaminase on gelling properties of myofibrillar protein. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 782-790.
13. Park JW. 2000. *Surimi and surimi seafood*. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA. p 237-265.
14. Kishida N. 1979. Relationship between the quality of konjac flour and the molecular matter nature of konjac-mannan. *Agric Biol Chem* 43: 2391-2397.
15. Lee SK. 1995. Studies on the physico-chemical components of elephant-foot produced in Korea. *Korean J Dietary Culture* 10: 443-448.
16. Niwa E. 1992. Chemistry of surimi gelatin. In *Surimi Technology*. Lainer TC, Lee C, eds. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, USA. p 389-427.
17. Gilleland GM, Lanier TC, Hamann DD. 1997. Covalent bonding in pressure-induced fish protein gels. *J Food Sci* 62: 713-716.
18. Howe JR, Hamann DD, Lanier TC, Park JW. 1994. Fracture of Alaska pollock gels in water: effects of minced muscle processing and test temperature. *J Food Sci* 50: 770-780.
19. Okada M, Nakayama M. 1961. The effect of oxidants on jelly strength of kamaboko. *Bull Jap Soc Sci Fish* 27: 203.
20. Park JH, Kim YM, Kim SM. 2006. Effect of setting on the texture intensity of smoked Alaska pollock roe sausage with cellulose casing and its quality characteristics during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 16-103.
21. AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis*. 11th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 17.
22. Kocher PN, Foegeding EA. 1993. Microcentrifuge-based method for measuring water-holding of protein gels. *J Food Sci* 58: 1040-1046.
23. Park JW. 1994. Functional protein additives in surimi gels. *J Food Sci* 59: 525-527.
24. Lee WJ, Jung JK. 2002. Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Kor J Culinary Res* 8: 267-278.
25. Yoo MH, Lee HG, Lim ST. 1997. Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus konjac*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 255-260.
26. Chen HH, Ferng LH, Chen SD, Sun WC, Lee YC. 2005. Combination model for the spatial partition of surimi protein and hydroxypropylmethylcellulose. *Food Hydrocolloids* 19: 761-768.
27. Xiong G, Cheng W, Ye L, Du X, Zhou M, Lin R, Geng S, Chen M, Corke H, Cai YZ. 2009. Effects of konjac glucomannan on physicochemical properties of myofibrillar protein and surimi gels from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Food Chem* 116: 413-418.

(2012년 3월 15일 접수; 2012년 5월 1일 채택)