

## 수세 횟수 및 첨가제 비율에 따른 고등어(*Scomber japonicus*) 소시지의 품질 특성 및 제조조건 최적화

김꽃봉우리<sup>1</sup> · 정다현<sup>2</sup> · 박시우<sup>2</sup> · 강보경<sup>2</sup> · 박원민<sup>2</sup> · 강자은<sup>2</sup> · 박홍민<sup>2</sup> · 안동현<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>부경대학교 수산과학연구소

<sup>2</sup>부경대학교 식품공학과/식품연구소

### Quality Properties and Processing Optimization of Mackerel (*Scomber japonicus*) Sausage

Koth-Bong-Woo-Ri Kim<sup>1</sup>, Da-Hyun Jeong<sup>2</sup>, Si-Woo Bark<sup>2</sup>, Bo-Kyeong Kang<sup>2</sup>, Won-Min Pak<sup>2</sup>,  
Ja-Eun Kang<sup>2</sup>, Hong-Min Park<sup>2</sup>, and Dong-Hyun Ahn<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Fisheries Sciences, Pukyong National University, Busan 619-911, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food science & Technology/Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

**ABSTRACT** Processing conditions of mackerel sausage were optimized for number of washes (0, 1, 2, and 3 times) and percentages of various additives: salt (1, 1.5, 2, 3%), phosphate complex (0.1, 0.3, 0.5%), sugar (1, 2, 3%), and corn starch (1, 3, 5%). The whiteness of mackerel sausage significantly increased with increasing washing time, but the whiteness of mackerel sausage prepared with additives did not show large differences. Conditions consisting of two washes, 2% salt, 2% sugar, and 5% corn starch showed the highest hardness and gel strength, whereas the group supplemented with phosphate complex showed no considerable differences compared to the control. In the sensory evaluation, the mackerel sausage prepared with two washes compared to the control scored higher for color, aroma, and overall preference. In addition, mackerel sausage supplemented with 2% salt, 2% sugar, and 5% corn starch scored highest in overall preference. There was no significant difference in mackerel sausage supplemented with phosphate complex. Therefore, these results suggest the optimal conditions for improving the texture and sensory properties of mackerel sausage were two washes, 2% salt, 0.5% phosphate complex, 2% sugar, and 5% corn starch.

**Key words:** mackerel sausage, texture, washing time, additives

## 서 론

우리나라 연근해의 주요 어획 종에는 고등어, 멸치, 오징어가 있으며 이들은 연중 거의 매일 어획되고 있다(1). 특히 고등어는 대형 선망 어업에서 어획된 어종의 62%를 차지하고 있으며 총 허용 어획량(total allowable catch, TAC)이 정해져 있는 어종이다(2). 고등어(*Scomber japonicus*)는 경골어류 농어목 고등어 과에 속하며 정어리, 전갱이, 꽁치와 함께 4대 등푸른 생선으로 우리나라 남해안 일대를 비롯하여 동중국해, 일본 전 연안 등 대부분의 대양에 서식하며 주로 열대 및 온대 해역에 분포하는 난류성 어종이다(3). 고등어는 그중에서도 지질 함량이 가장 높으며, 특히 EPA(eicosapentaenoic acid) 및 DHA(docosahexaenoic acid)와 같은 고도불포화지방산(polyunsaturated fatty acids, PUFAs)이 풍부하여 동맥경화, 뇌혈전 및 심근경색 등에 효

과가 있다(4). 또한 혈압 강하 및 뇌졸중의 예방 효과가 있는 taurine, 필수 무기질로서 강한 항산화력을 가지는 selenium 및 세포 분열과 복제에 관여하는 핵산 등이 다량 함유되어 있어 영양 및 생리적 기능이 매우 우수한 어류이다(5).

어육 연제품은 전통적으로 신선한 명태나 조기류 등 백색육 어류의 근육 중 염용성 단백질을 분리 정제한 것(surimi)을 주원료로 하고 전분류와 다양한 조미 소재를 부원료로 사용하여 가열 조리한 탄력이 있는 대표적 수산 가공식품으로(6), 비린내를 느낄 수 없으면서 잔가시에 대한 부담이 없어 서구뿐만 아니라 우리나라에서도 소비가 증가되고 있다(7). 하지만 어육 연제품 및 이의 중간 소재인 surimi의 원료 수급은 세계 각국의 어업자원 보호 정책과 유럽을 위시한 서구에서 어류의 건강 기능성을 인정한 이래 어류 스테이크의 선호 현상, 중국에서 surimi의 소비 증가 등으로 인하여 어려워지고 있어, surimi 원료 난을 해결하기 위한 방안으로 대체 어종들에 대한 검토 필요성이 제기되고 있다(7,8). 하지만 고등어와 같은 일시다획성 적색육 어류는 선도 저하가 매우 빨라 고도불포화지방산들이 쉽게 산화 분해되어 유지의 변색, 저급 카보닐 화합물 생성으로 인한 불쾌취 생성,

Received 11 June 2013; Accepted 5 August 2013

\*Corresponding author.

E-mail: dhahn@pknu.ac.kr, Phone: 82-51-629-5831

유리지방산 생성으로 인한 pH의 급속한 저하 및 근원섬유 단백질의 빠른 변성(9)이 발생하며, 다량의 근형질단백질 및 혈합육 함유, 계절 변화에 따른 지질함량의 폭넓은 변화 등으로 인해 고등어를 소재로 하여 연제품을 제조할 경우 제품의 겔 강도가 약하고 색이 불량하며 어취가 발생한다. 또 바람직하지 못한 유통 및 저장 과정에서 생성된 histamine에 의해 scombroid fish poisoning과 같은 식중독 등을 일으켜 품질에 나쁜 영향을 준다. 따라서 고등어는 어획량에 비해 저장의 어려움으로 냉동품이나 통조림, 염장품 등의 형태로 이용이 제한되고 있으며, 다양한 가공 제품으로 이용하기가 어렵다고 알려져 있다(9,10).

고등어를 가공 제품으로 이용하기 위한 연구로는 유전자 열에 의한 내부가열 방식을 이용한 고등어 연제품의 보장성 증진 연구(11), 고등어 분말 수프(12), 수세, setting 조건, 가열 조건 및 고기풀 저장 조건에 따른 고등어 어묵 특성(13), 고등어 버거(14) 제조에 관한 연구가 있다. 또한 고등어육은 낮은 겔 형성능 때문에 surimi 제조의 어려움이 있어 이를 개선하기 위한 연구로 감압 알칼리수(10) 및 전기분해수(15,16) 수세 처리, 냉동 고기풀의 감압 알칼리수 및 setting 조건(17)에 관한 연구들이 보고되고 있다. 하지만 첨가제에 의한 고등어육의 gel 형성능 개선에 관한 연구는 보고되고 있지 않다.

본 연구에서는 적색육 어류인 고등어육을 원료로 gel 특성을 강화한 연제품을 개발하기 위해 원료 육의 수세조건 및 설탕·소금·인산염·전분의 첨가 농도를 달리하여 고등어육의 gel 형성능을 개선할 수 있는 최적 조건에 대하여 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

고등어 육은 부산에 소재하고 있는 (주)등푸른 식품에서 제공받은 분쇄육을 4°C에 보관하여 실험에 사용하였다.

### 고등어 소시지 제조

육 2 kg에 얼음물을 5배량 가수하여 15분 동안 교반을 실시하였다. 수세 후 거즈를 이용하여 물기를 제거하였다. 탈수한 육과 각각의 첨가물을 silent cutter(ST11, ADE Co., Hamburg, Germany)에서 5분 동안 교반한 후 유향물을 충전하고 결착시켜 밀봉하였다. 이후 40°C에서 30분간 향온기(WFO-600SD, RIKAKIKAI Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 setting 과정을 거치고 80°C에서 50분간 가열하였다. 가열 후 냉수에서 40분간 냉각하여 실험에 사용하였다. 고등어 소시지를 제조하기 위한 수세 조건과 첨가물의 배합비율은 다음과 같다.

수세 조건 시 소금 2%, 인산염 0.3%를 첨가하여 15분 동안 5배량의 정수 물에 수세를 0, 1, 2, 3회 실시하고 실험을 진행하였다. 수세 조건 확립 후에 소금 조건을 확립하기 위

해서 수세 2회를 실시한 후 인산염 0.3%를 첨가하고, 소금 1, 1.5, 2 및 3%를 첨가하여 실험을 진행하였다. 소금 조건 확립 후 인산염 조건을 확립하기 위해 수세 2회, 소금 2%를 첨가한 후 인산염 0, 0.1, 0.3 및 0.5%를 첨가하여 실험을 진행하였다. 인산염 조건 확립 후, 설탕 조건을 확립하기 위해 수세 2회, 소금 2%, 인산염 0.5%를 첨가한 후 설탕 0, 1, 2 및 3% 첨가하여 실험을 진행하였다. 마지막으로 수세, 소금, 인산염 및 설탕 조건 확립 후, 옥수수 전분의 최적 조건을 알아보기 위해, 15분 동안 5배량의 정수 물에 수세 2회를 실시하고 소금 2%, 인산염 0.5%, 설탕 2%에 옥수수 전분 0, 1, 3 및 5%를 첨가하여 실험에 사용하였다.

### 색도 측정

시료를 높이 3 cm로 자른 후 색차계(JC 801, Color Technosystem Co., Tokyo, Japan)로 측정하며, 고체 calibration을 시행하여 standard를 설정하였다( $X=94.98$ ,  $Y=96.78$ ,  $Z=115.38$ ). 각각의 색도는  $L^*$ (lightness, 명도),  $a^*$ (redness, 적색도),  $b^*$ (yellowness, 황색도), 백색도(whiteness)는 백색도 지표,  $L^*-3b^*$ 를 이용하여 계산하였다( $L^*=93.73$ ,  $a^*=-0.12$ ,  $b^*=0.11$ ). 측정은 4회 반복한 후 평균값을 취하였다.

### TPA(texture profile analysis—two bite test)

시료를 2×2×1.5 cm로 자른 후 전단력, 경도, 깨짐성, 부착성, 탄성, 응집성, 검성, 씹힘성 및 복원성을 측정하였다. 이때 force 100 g, distance 10 mm, test speed 2.0 mm/s의 조건에서 texture meter(T1-AT2, SMS Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 5회 반복한 후 평균값을 취하였다.

### Gel strength 측정

높이 3 cm로 자른 시료를 force 100 g, distance 15 mm, test speed 1.0 mm/s의 조건에서 texture meter(T1-AT2, SMS Co.)를 이용하여 측정하였으며, 4회 반복한 후 평균값을 취하였다.

### 관능검사

13명의 숙련된 panel(식품공학전공 식품자원개발실험실, 남 4명, 여 9명, 21~26세)을 선정하여 고등어육에 대해 색, 형태, 맛, 향, 질감 및 전체적인 기호도의 7가지 항목으로 7점 점수법을 실시하여 기호도가 높을수록 7점, 나쁠 경우 1점을 표시하도록 하였다.

### 통계처리

실험 결과의 통계처리는 SAS program(Statistical analytical system V8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석을 실시하였다. 조사 항목들 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법으로  $P<0.05$  수준에서 실

**Table 1.** Color, texture properties, gel strength, and sensory evaluation of mackerel sausages by washing times

Properties	Washing times			
	0	1st	2nd	3rd
Color				
L*	58.53±0.03 <sup>B1)</sup>	59.76±0.13 <sup>A</sup>	58.74±0.23 <sup>B</sup>	59.68±0.19 <sup>A</sup>
a*	3.68±0.02 <sup>A</sup>	3.39±0.01 <sup>BC</sup>	3.52±0.08 <sup>AB</sup>	3.34±0.01 <sup>C</sup>
b*	11.27±0.03 <sup>A</sup>	10.18±0.06 <sup>B</sup>	9.76±0.07 <sup>C</sup>	8.71±0.02 <sup>D</sup>
Whiteness	24.73±0.06 <sup>C</sup>	29.24±0.18 <sup>B</sup>	29.46±0.26 <sup>B</sup>	33.54±0.16 <sup>A</sup>
Hardness (g)	297.23±152.4 <sup>C</sup>	4,539.1±83.21 <sup>B</sup>	5,293.95±112.18 <sup>A</sup>	4,746.88±14.33 <sup>B</sup>
Springiness	0.65±0.05 <sup>NS2)</sup>	0.61±0.00	0.70±0.12	0.75±0.04
Cohesiveness	0.19±0.01 <sup>NS</sup>	0.18±0.00	0.20±0.00	0.19±0.00
Gumminess	580.92±7.96 <sup>C</sup>	818.08±9.38 <sup>B</sup>	1,074.16±18.35 <sup>A</sup>	857.3±31.08 <sup>B</sup>
Chewiness	398.39±9.22 <sup>C</sup>	501.12±1.35 <sup>B</sup>	698.61±6.05 <sup>A</sup>	685.47±4.17 <sup>A</sup>
Gel strength (g×cm)	315.88±12.47 <sup>D</sup>	439.79±12.50 <sup>C</sup>	625.97±8.21 <sup>A</sup>	571.74±25.95 <sup>B</sup>
Sensory test				
Color	3.40±1.18 <sup>NS</sup>	3.80±1.01	4.27±0.80	4.07±0.80
Smell	2.25±0.80 <sup>C</sup>	3.00±0.59 <sup>B</sup>	3.94±0.46 <sup>A</sup>	3.63±0.49 <sup>A</sup>
Taste	3.00±1.33 <sup>B</sup>	3.81±0.92 <sup>AB</sup>	4.31±0.70 <sup>A</sup>	3.56±0.64 <sup>AB</sup>
Texture	3.50±1.64 <sup>BC</sup>	4.19±0.94 <sup>AB</sup>	4.63±0.99 <sup>A</sup>	2.50±1.13 <sup>C</sup>
Hardness	3.94±1.83 <sup>A</sup>	4.19±1.01 <sup>A</sup>	4.38±0.72 <sup>A</sup>	1.75±0.70 <sup>B</sup>
Springiness	3.50±1.68 <sup>A</sup>	4.25±1.28 <sup>A</sup>	4.13±0.93 <sup>A</sup>	2.25±0.70 <sup>B</sup>
Overall preference	2.50±0.92 <sup>B</sup>	3.88±0.92 <sup>A</sup>	4.44±0.74 <sup>A</sup>	2.56±0.91 <sup>B</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>2)</sup>Not significantly different.

시하였다.

## 결과 및 고찰

### 수세횟수

수세를 0회, 1회, 2회, 3회 처리하여 명도, 적색도, 황색도 및 백색도를 조사한 결과(Table 1), 명도와 적색도는 수세 횟수에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나 황색도는 수세 횟수가 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 백색도의 경우 수세에 의해 증가하였으며, 1회 및 2회 수세에서는 차이를 보이지 않았으나, 3회 수세 처리구에서는 유의적으로 가장 높은 값을 보였다. 이 결과는 Lee(16)가 고등어 육에 수도수와 전해수로 수세하여 색도를 측정된 결과, 수세 횟수가 증가할수록 백색도가 증가한 것과 유사하였다. 고등어 소시지의 수세횟수에 따른 물성 측정 결과(Table 1), 탄성과 응집성은 수세횟수에 상관없이 통계적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 경도는 수세횟수를 늘림에 따라 증가하다가 3회 수세 처리구에서는 유의적으로 감소하였다. 이는 Park 등(13)의 연구에서 원료 육의 3회 이상의 수세에서 고등어 어묵 형성능이 감소하였다는 결과와 유사하였다. 씹힘성의 경우, 수세를 하지 않은 소시지에 비해 수세 처리구가 전체적으로 높았으며, 2회 및 3회 수세 시 유의적으로 높았다. 씹힘성의 결과는 경도, 응집성, 탄성의 1차 파라미터를 곱한 것으로 이에 영향을 받을 것으로 사료된다. 겹침성은 2회 수세의 경우가 가장 높은 결과 값이 나타났으며, 겹침성의 결과는 경도, 응집성, 탄성의 1차 파라미터를 곱한 것으로 본 측정의 경도 결과와 관련된 것으로 사료된다. 고등어 육을 수세

횟수를 달리하여 겹 강도를 측정된 결과(Table 1), 수세 2회 경우가 3회보다 유의적으로 높은 결과 값이 나타났다. 이러한 결과는 Lee(15)의 연구에서 알갈리 수세육 가열젤, 전해 알갈리 수세육 가열젤의 강도를 측정된 결과 3회 이상의 수세에서 감소하였다는 결과와 일치하였다. 수세조건에 따른 고등어 소시지의 관능평가 결과(Table 1), 수세 2회 처리구의 경우 향과 맛 및 경도에서 각각 3.94점, 4.31점, 4.38점으로 가장 높은 값을 받았다. 또한 전체적 호감도에서도 4.44점으로 가장 높은 선호도를 나타냈다. 이는 수세 횟수가 증가할수록 이미, 이취 등이 감소하여 높은 점수를 받은 것으로 판단된다. 이상의 결과로 미루어 보아 겹 강도, TPA 및 관능평가의 결과에 따라 수세 2회가 고등어 소시지 제조 시 가장 적합하였다.

### 소금

고등어 소시지 제조 시 수세 2회로 조건을 확립한 후, 소금 1, 1.5, 2 및 3%를 첨가하여 색도를 측정된 결과(Table 2), 명도와 적색도의 경우 처리구들 간에 유의적인 차이가 없었다. 황색도의 경우 소금 3% 처리 시 유의적으로 가장 낮은 값을 보였으며, 백색도의 경우 3% 처리구가 유의적으로 가장 높았으나 큰 차이는 나타나지 않았다. 이 결과는 Jang 등(18)이 2% NaCl을 첨가한 후 깡치의 어육단백질 가열 젤의 특성을 조사한 결과, 명도 및 백색도가 증가한 결과와는 상반되었는데 이는 백색어육과 적색어육의 원료의 차이에 의해 다른 결과를 보인 것으로 사료된다. 고등어 소시지의 소금 첨가량에 따른 물성 측정 결과(Table 2), 경도의 경우 2% 첨가에서 가장 높은 값이 나타났으나, 씹힘성

**Table 2.** Color, texture properties, gel strength, and sensory evaluation of mackerel sausages by salt

Properties	Salt (%)			
	1	1.5	2	3
Color				
L*	60.19±0.21 <sup>NS1)</sup>	60.06±0.14	59.86±0.04	60.13±0.07
a*	3.45±0.04 <sup>NS</sup>	3.31±0.18	3.40±0.01	3.33±0.05
b*	10.04±0.03 <sup>A2)</sup>	10.04±0.02 <sup>A</sup>	10.07±0.05 <sup>A</sup>	9.83±0.04 <sup>B</sup>
Whiteness	30.06±0.19 <sup>B</sup>	29.94±0.12 <sup>B</sup>	29.65±0.13 <sup>C</sup>	30.65±0.11 <sup>A</sup>
Hardness (g)	6,702.88±99.48 <sup>AB</sup>	6,200.58±394.42 <sup>B</sup>	7,123.76±4.13 <sup>A</sup>	6,211.42±59.35 <sup>B</sup>
Springiness	0.68±0.04 <sup>NS</sup>	0.84±0.01	0.72±0.01	0.69±0.11
Cohesiveness	0.24±0.01 <sup>NS</sup>	0.25±0.02	0.25±0.00	0.23±0.02
Gumminess	1,598.39±19.50 <sup>AB</sup>	1,535.32±1.85 <sup>AB</sup>	1,744.45±0.23 <sup>A</sup>	1,413.04±152.10 <sup>B</sup>
Chewiness	1,092.12±84.06 <sup>B</sup>	1,288.4±23.24 <sup>A</sup>	1,259.11±23.58 <sup>AB</sup>	1,078.9±10.96 <sup>B</sup>
Gel strength (g×cm)	668.96±10.08 <sup>A</sup>	669.77±1.33 <sup>A</sup>	690.97±30.54 <sup>A</sup>	540.54±3.39 <sup>B</sup>
Sensory test				
Color	3.60±0.51 <sup>NS</sup>	3.73±0.59	3.80±0.56	3.67±0.49
Smell	3.20±0.68 <sup>NS</sup>	3.53±0.74	3.67±0.72	3.60±0.83
Taste	3.27±0.59 <sup>NS</sup>	3.73±0.70	3.80±1.01	3.13±1.13
Texture	3.40±1.40 <sup>NS</sup>	3.53±1.13	3.93±1.10	3.93±1.16
Hardness	3.07±1.16 <sup>NS</sup>	3.53±0.99	3.87±0.83	3.73±1.10
Springiness	2.60±0.99 <sup>B</sup>	3.27±1.28 <sup>AB</sup>	4.07±1.10 <sup>A</sup>	3.60±1.40 <sup>A</sup>
Overall preference	3.07±1.03 <sup>B</sup>	3.87±0.92 <sup>A</sup>	4.07±0.80 <sup>A</sup>	3.40±0.83 <sup>AB</sup>

<sup>1)</sup>Not significantly different.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different ( $P<0.05$ ).

은 1.5% 처리구에서 가장 높았다. 반면에 탄성과 응집성의 결과에서는 처리구와 무처리구 간의 유의적인 차이가 나지 않았는데, 이러한 결과는 Sung(19)의 연구에서 산성피로인산염 첨가에 따른 유화형 소시지 조직 검사에서 100% NaCl의 처리구가 NaCl을 KCl로 대체한 처리구와 탄성 및 응집성의 유의적인 차이가 없다고 보고한 것으로 볼 때, 소금이 탄성과 응집성에 영향을 끼치지 않은 것으로 사료된다. 검성은 2% 처리구에서 높은 값을 나타내었으며, 이는 검성이 경도와 응집성의 곱으로 나타나기 때문에 경도의 영향을 받은 결과로 사료된다. 고등어 육에 소금을 1, 1.5, 2 및 3% 농도로 첨가하여 제조한 고등어 소시지 겔 강도 측정 결과(Table 2), 1, 1.5 및 2% 첨가의 경우 유의적인 차이를 보이지 않았으나 3% 소금 첨가한 소시지의 경우 유의적으로 낮은 결과가 나타났다. 이는 식염 첨가 고등어 소시지의 경도 측정의 결과와 유사하였다. 이 결과는 식염의 농도가 증가함에 따라 겔 강도가 증가하였다는 Shon과 Chin(20)의 연구 결과와는 상이하였다. 소금첨가에 따른 고등어 소시지의 관능평가 결과(Table 2), 색, 향, 맛, 질감, 경도의 항목에서 처리구간의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 소금 2% 처리구가 가장 높은 점수를 받았다. 또한 탄성의 경우 소금을 첨가할수록 증가하는 경향을 보였고 2% 처리구가 4.07점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 전체적 호감도 역시 2% 첨가가 4.07점으로 가장 높은 점수를 받았다. Lee 등(14)이 고등어에 유화커어드(emulsion curd), 향신료 및 부원료를 이용하여 고등어 버거를 제조한 결과, 소금 함량이 증가할수록 질감 및 맛에서 좋은 점수를 받았다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 이상으로 겔 강도, TPA 및 관능

평가 결과를 고려해 볼 때, 소금 2% 첨가가 고등어 소시지 제조에 가장 적합하다고 판단되어진다.

### 인산염

고등어 소시지 제조 시, 수세 2회, 소금 2%로 조건 확립 후 인산염을 0, 0.1, 0.3 및 0.5%를 첨가하여 색도를 측정한 결과(Table 3), 명도의 경우 인산염 0.1% 및 0.3% 처리구가 높은 명도를 가졌으며, 인산염 농도가 높아질수록 황색도는 증가하였다. 적색도의 경우 인산염 첨가에 의해 증가하였으며, 특히 인산염 0.1% 처리구가 가장 높은 적색도를 가졌고 인산염 농도가 높아질수록 백색도는 감소하였다. 이는 Lee 등(21)이 굴 폐각을 이용하여 유화형 돈육 소시지를 제조한 결과, 인산염 0.3% 첨가 시 명도, 적색도, 황색도가 증가하였다고 보고한 결과와 유사하였다. 반면 Lee와 Chin(22)의 연구 결과에 따르면 돈육을 사용하여 저지방 소시지를 제조 시 0.4% 제 3인산나트륨을 첨가하였을 때, 명도와 황색도의 차이가 없었으며, 적색도는 인산염을 첨가 시 증가하였다고 보고하였다. 이로 미루어 보아, 색도에 있어서는 원료나 첨가물에 따라 다른 양상을 보이는 것으로 사료된다. 고등어 소시지에 인산염을 0, 0.1, 0.3 및 0.5% 첨가하여 물성 측정 결과(Table 3), 경도는 비첨가구에서 가장 높은 값을 나타내었다. 이는 Wang 등(23)이 0.1~0.5% 인산염 첨가가 무첨가구에 비해 경도를 증가시켰다는 연구 결과와는 상이한 결과이다. 씹힘성 및 검성의 경우도 무첨가구에서 가장 높은 값이 나타났다. 이는 검성과 씹힘성이 경도와 관련되어 나타난 결과로 사료된다. 탄성 및 응집성의 경우 첨가 농도에 상관없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 고등어 소시지에

**Table 3.** Color, texture properties, gel strength, and sensory evaluation of mackerel sausages by phosphate complex

Properties	Phosphate complex (%)			
	0	0.1	0.3	0.5
Color				
L*	61.23±0.02 <sup>B1)</sup>	61.87±0.01 <sup>A</sup>	61.85±0.00 <sup>A</sup>	61.37±0.12 <sup>B</sup>
a*	3.69±0.06 <sup>BC</sup>	3.87±0.02 <sup>A</sup>	3.80±0.02 <sup>AB</sup>	3.84±0.00 <sup>A</sup>
b*	9.91±0.02 <sup>C</sup>	9.97±0.01 <sup>BC</sup>	10.04±0.04 <sup>B</sup>	10.20±0.02 <sup>A</sup>
Whiteness	31.49±0.04 <sup>C</sup>	31.95±0.02 <sup>A</sup>	31.71±0.10 <sup>B</sup>	30.77±0.11 <sup>D</sup>
Hardness (g)	6,323.03±70.64 <sup>A</sup>	4,910.35±276.17 <sup>B</sup>	4,415.66±4.71 <sup>C</sup>	4,736.76±27.25 <sup>BC</sup>
Springiness	0.71±0.02 <sup>NS2)</sup>	0.68±0.01	0.72±0.12	0.72±0.02
Cohesiveness	0.21±0.01 <sup>NS</sup>	0.22±0.00	0.22±0.02	0.23±0.02
Gumminess	1,326.37±68.21 <sup>A</sup>	1,065.94±83.68 <sup>B</sup>	1,020.17±27.46 <sup>B</sup>	1,080.25±82.43 <sup>AB</sup>
Chewiness	967.05±48.13 <sup>A</sup>	689.38±23.56 <sup>B</sup>	843.79±53.66 <sup>AB</sup>	799.63±18.16 <sup>AB</sup>
Gel strength (g×cm)	566.37±29.89 <sup>NS</sup>	560.03±33.83	561.93±9.35	563.53±14.49
Sensory test				
Color	3.79±0.89 <sup>NS</sup>	3.86±0.77	4.21±0.89	4.21±0.70
Smell	2.79±0.70 <sup>NS</sup>	3.00±0.78	3.36±0.84	3.43±0.94
Taste	2.64±0.84 <sup>B</sup>	3.21±0.70 <sup>AB</sup>	3.86±0.95 <sup>A</sup>	3.93±1.07 <sup>A</sup>
Texture	3.00±1.04 <sup>C</sup>	3.36±1.01 <sup>BC</sup>	4.00±0.96 <sup>AB</sup>	4.36±1.22 <sup>A</sup>
Hardness	3.29±1.27 <sup>NS</sup>	3.50±1.29	3.93±1.33	4.36±1.39
Springiness	2.86±1.03 <sup>B</sup>	3.43±1.34 <sup>AB</sup>	3.79±1.37 <sup>AB</sup>	4.00±1.24 <sup>A</sup>
Overall preference	2.57±0.85 <sup>C</sup>	3.29±0.99 <sup>B</sup>	3.93±0.73 <sup>AB</sup>	4.21±1.05 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>2)</sup>Not significantly different.

인산염을 0, 0.1, 0.3 및 0.5%의 농도별로 첨가하여 겔 강도를 측정된 결과(Table 3), 인산염 첨가 농도의 증가에 관계없이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 인산염 첨가에 따른 고등어 소시지의 관능평가 결과(Table 3), 색, 향 및 경도의 경우 처리구들 사이에 유의적인 차이가 없었다. 맛의 경우 인산염을 첨가할수록 높은 점수를 받았으며, 이는 인산염 첨가로 인한 이미 및 이취가 감소하였기 때문이라 사료된다. 또한 탄성의 경우 인산염 농도가 증가할수록 높은 점수를 받았다. 일반적으로 소시지 제조 시 인산염은 보수력을 높이는 결착제로 사용이 되며(21), 본 연구의 물성 측정 결과(Table 3), 인산염 첨가에 따라 경도가 감소하였는데 연도의 증가가 관능적으로 탄성에 좋은 영향을 준 것으로 사료된다. 또한 전체적 호감도에 있어 인산염 농도가 증가할수록 높은 점수를 받았다. 따라서 인산염을 0.5% 농도로 첨가 시 소시지의 물성을 증가시켜 고등어 소시지 제조에 적합할 것으로 사료된다.

### 설탕

설탕 0, 1, 2 및 3%를 첨가하여 색도를 측정된 결과(Table 4), 명도 및 적색도의 경우 각 처리구에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 황색도의 경우 2~3% 설탕을 첨가 시 증가하였다. 백색도의 경우 1% 처리구가 가장 높은 값을 가졌으며, 2~3% 첨가구에서 감소하였는데 이는 황색도의 증가에 기인하였다. Kim 등(24)은 설탕 첨가량을 달리 하여 황매실 발효액을 제조하였으며, 설탕 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가한다고 보고하였다. 설탕은 식품에서 단맛을 제공할 뿐만 아니라 아미노기 함유성분과의 Maillard

반응과 열처리에 의한 카라멜 반응으로 색소 및 향미 성분을 생성하여 제품에 물성 및 관능적 특성을 부여할 수 있다(25). 따라서 설탕 첨가량이 증가할수록 카라멜 반응으로 인하여 황색도가 증가한 것으로 사료된다. 설탕의 첨가량에 따른 물성의 측정 결과(Table 4), 탄성은 0~2% 첨가의 경우 유의적인 차이가 보이지 않았으나 3% 첨가에서 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며, 응집성의 경우 0%, 1% 및 3%에서 결과 값의 유의적인 차이는 보이지 않았으나 2% 처리구에서 감소하였다. 씹힘성의 경우는 1%와 2% 첨가에서 유의적으로 값이 높았다. 탄성, 응집성 및 씹힘성의 결과는 첨가 농도에 따라 그 값이 유의적으로 감소 및 증가하였지만 그 수치 변화의 폭이 적어 큰 영향을 끼치지 않은 것으로 사료된다. 경도의 경우 3% 첨가구보다 2% 첨가구에서 유의적으로 가장 높은 값이 나타났다. 이는 광둥어 소시지 제조 시 3% 설탕 처리구보다 12% 설탕 처리구에서 더 높은 경도가 나타났다는 연구 결과(26)와는 상이한 결과이다. 겹성은 2% 처리구에서 유의적으로 높은 결과 값이 나타났다. 이는 겹성의 파라미터로 경도의 영향을 받은 결과로 사료된다. 고등어 소시지의 겔 강도를 측정된 결과에서는(Table 4), 2% 처리구가 가장 높은 겔 강도를 나타내었다. 설탕 첨가에 따른 고등어 소시지의 관능평가 결과(Table 4), 색과 경도는 큰 차이를 보이지 않았으며 냄새, 맛, 질감의 경우 설탕의 농도가 증가할수록 높은 점수를 받아 향상된 품질을 나타내었다. 탄성의 경우 설탕 첨가 시 유의적인 차이는 없었으나, 전체적 호감도에 있어서는 설탕 2% 첨가 시에 4.79 점으로 가장 높은 기호도를 나타내었다. Lee 등(27)이 정어리를 이용한 어육소시지 제조 연구에서 설탕 1~5% 첨가

**Table 4.** Color, texture properties, gel strength, and sensory evaluation of mackerel sausages by sugar

Properties	Sugar (%)			
	0	1	2	3
Color				
L*	60.18±0.01 <sup>NS1)</sup>	60.69±0.18	60.73±0.33	60.41±0.09
a*	2.30±0.10 <sup>NS</sup>	2.59±0.08	2.35±0.12	2.52±0.16
b*	12.65±0.01 <sup>B2)</sup>	12.40±0.03 <sup>B</sup>	13.13±0.11 <sup>A</sup>	13.21±0.03 <sup>A</sup>
Whiteness	22.24±0.38 <sup>B</sup>	23.50±0.16 <sup>A</sup>	21.35±0.37 <sup>C</sup>	20.77±0.10 <sup>C</sup>
Hardness (g)	7,454.59±17.95 <sup>D</sup>	8,241.23±17.69 <sup>B</sup>	9,545.98±45.56 <sup>A</sup>	7,769.51±46.65 <sup>C</sup>
Springiness	0.86±0.02 <sup>NS</sup>	0.89±0.02	0.87±0.01	0.82±0.00
Cohesiveness	0.24±0.01 <sup>A</sup>	0.24±0.00 <sup>A</sup>	0.21±0.00 <sup>B</sup>	0.24±0.00 <sup>A</sup>
Gumminess	1,613.53±68.02 <sup>C</sup>	1,929.91±33.6 <sup>AB</sup>	2,015.9±3.65 <sup>A</sup>	1,774.36±20.59 <sup>BC</sup>
Chewiness	1,275.23±30.23 <sup>B</sup>	1,705.11±17.97 <sup>A</sup>	1,773.48±34.2 <sup>A</sup>	1,315.81±18.78 <sup>B</sup>
Gel strength (g×cm)	893.12±39.01 <sup>A</sup>	763.1±0.78 <sup>B</sup>	943.15±17.98 <sup>A</sup>	792.71±19.86 <sup>B</sup>
Sensory test				
Color	4.00±0.39 <sup>NS</sup>	4.07±0.27	4.00±0.39	4.00±0.39
Smell	3.07±1.00 <sup>NS</sup>	3.43±0.85	3.57±1.02	3.79±0.89
Taste	3.50±0.85 <sup>NS</sup>	3.71±0.83	4.36±1.08	4.21±1.19
Texture	4.50±0.94 <sup>NS</sup>	4.64±0.74	4.79±0.70	4.86±0.86
Hardness	4.57±0.94 <sup>NS</sup>	4.50±0.85	4.50±0.65	4.57±0.76
Springiness	4.86±0.95 <sup>NS</sup>	5.00±0.68	4.93±0.83	4.93±0.92
Overall preference	3.79±0.97 <sup>B</sup>	4.29±0.99 <sup>AB</sup>	4.79±0.89 <sup>A</sup>	4.57±1.02 <sup>AB</sup>

<sup>1)</sup>Not significantly different.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different ( $P<0.05$ ).

시 1.5% 첨가구가 가장 관능적으로 적합하다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 이상으로 고등어 소시지의 겔 형성능 및 관능 개선에서 설탕 2%가 가장 적합하다고 사료 되어진다.

#### 전분

옥수수 전분 0, 1, 3 및 5%를 첨가하여 색도를 측정 한 결과(Table 5), 적색도와 황색도의 경우 무처리구와 처리구 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 명도와 백색도의 경우 전분의 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. Lee(28)가 오징어 연제품에 전분의 함량을 달리하여 색도

**Table 5.** Color, texture properties, gel strength, and sensory evaluation of mackerel sausages by corn starch

Properties	Corn starch (%)			
	0	1	3	5
Color				
L*	72.36±0.43 <sup>A1)</sup>	72.45±0.21 <sup>A</sup>	71.98±0.14 <sup>AB</sup>	70.98±0.21 <sup>B</sup>
a*	1.79±0.42 <sup>NS2)</sup>	1.42±0.16	1.25±0.03	2.13±0.36
b*	14.32±0.43 <sup>NS</sup>	14.64±0.09	14.75±0.13	14.39±0.23
Whiteness	29.41±1.04 <sup>A</sup>	28.53±0.29 <sup>AB</sup>	27.71±0.33 <sup>B</sup>	27.80±0.58 <sup>B</sup>
Hardness (g)	4,652.49±80.63 <sup>D</sup>	5,286.95±95.04 <sup>C</sup>	5,826.74±70.17 <sup>B</sup>	6,252.92±6.49 <sup>A</sup>
Springiness	0.76±0.03 <sup>NS</sup>	0.74±0.10	0.76±0.07	0.75±0.04
Cohesiveness	0.20±0.01 <sup>NS</sup>	0.19±0.00	0.21±0.01	0.2±0.02
Gumminess	954.08±10.51 <sup>B</sup>	988.5±31.69 <sup>B</sup>	1,236.25±53.59 <sup>A</sup>	1,202.56±48.96 <sup>A</sup>
Chewiness	796.11±53.25 <sup>NS</sup>	738.2±74.13	846.1±33.06	864.13±28.61
Gel strength (g×cm)	393.91±17.82 <sup>B</sup>	400.12±1.84 <sup>B</sup>	456.06±25.06 <sup>AB</sup>	507.36±10.02 <sup>A</sup>
Sensory test				
Color	3.83±0.39 <sup>NS</sup>	3.83±0.39	3.92±0.29	3.92±0.29
Smell	2.83±1.03 <sup>NS</sup>	3.00±0.85	2.92±1.08	2.83±1.03
Taste	2.67±0.89 <sup>NS</sup>	3.00±0.95	3.00±1.21	3.17±1.34
Texture	3.25±1.14 <sup>NS</sup>	3.58±1.08	4.08±0.90	4.25±0.87
Hardness	3.08±1.00 <sup>B</sup>	3.42±1.16 <sup>B</sup>	4.08±1.08 <sup>AB</sup>	4.33±1.07 <sup>A</sup>
Springiness	3.00±1.21 <sup>NS</sup>	3.58±1.08	3.92±1.24	4.08±1.38
Overall preference	2.58±0.90 <sup>B</sup>	3.25±0.75 <sup>AB</sup>	3.67±1.07 <sup>AB</sup>	4.00±1.28 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in the same row are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>2)</sup>Not significantly different.

를 측정된 결과, 전분의 함량이 증가하여도 명도의 차이가 거의 변화가 없었으며 백색도의 경우는 전분함량이 증가할수록 백색도는 1차 반응적으로 증가하는 경향이 있다고 보고한 것과 반대되는 경향을 가졌다. 옥수수 전분을 각각 0, 1, 3 및 5% 농도로 첨가하여 물성 측정된 결과(Table 5), 점성은 3 및 5% 처리구에서 높은 값이 나타났으며, 전분 첨가량이 증가할수록 경도는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 Lee 등(29)의 연구에서 corn starch를 0, 5 및 10% 첨가할수록 경도가 증가하였다는 보고와 일치한다. 탄성, 응집성 및 씹힘성은 전분 첨가량에 관계없이 유의적으로 차이가 나타나지 않았다. 고등어 소시지에 옥수수 전분을 0, 1, 3 및 5% 농도로 첨가하여 겔 강도를 측정된 결과(Table 5), 전분 첨가 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 5% 옥수수 전분 첨가에서 가장 높은 겔 강도를 나타내었다. 이 결과는 Shon과 Chin(20)의 연구에서 타피오카 전분의 첨가량이 증가함에 따라 겔 강도가 증가하였다는 연구 결과와 일치한다. 이는 가열하는 동안 전분입자가 수분을 흡수하여 팽창하면 주변의 겔 구조를 지탱하면서 겔 강도가 증가하는 것으로 알려져 있다(30). 옥수수 전분 첨가에 따른 고등어 소시지의 관능평가 결과(Table 5), 색, 향, 맛, 질감 및 탄성의 항목에서는 처리구간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 경도의 경우 옥수수 전분을 첨가할수록 높은 점수를 받았으며 전분 5% 처리구가 4.33점으로 가장 높은 점수를 받았다. 전체적 호감도 역시 옥수수 전분을 첨가할수록 높은 점수를 받았으며, 전분 5% 처리구가 4.00점으로 가장 높은 점수를 받았다. 이와 유사한 연구로서 Ahn(31)이 쫄깃한 식감과 씹는 맛을 증진시키기 위해 타피오카 전분을 이용하여 절편을 제조한 결과, 100% 쌀가루로만 만든 절편보다는 5%의 타피오카 전분을 첨가한 처리구에서 부드러운 정도와 쫄깃한 정도에서 높은 선호도를 받았다고 보고하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 옥수수 전분 5% 첨가 고등어 소시지가 겔 형성능을 개선을 통해 관능적으로 좋은 평가를 받아 5% 옥수수 전분 첨가 시 고등어 소시지 제조에 가장 적합할 것으로 사료된다.

## 요 약

고등어 육을 이용한 소시지 제조에 있어서 그 최적 조건을 확립하기 위해 수세 횟수(0, 1, 2, 3회), 소금(1, 1.5, 2, 3%), 인산염(0, 0.1, 0.3, 0.5%), 설탕(0, 1, 2, 3%) 및 전분(0, 1, 3, 5%) 첨가량을 달리하여 소시지를 제조한 후 색도, texture, 겔 강도 및 관능평가를 실시하였다. 색도에 있어서 수세 횟수, 소금 및 전분 농도에 따라 유의적으로 백색도가 증가하였으나 인산염 및 설탕 농도에 따라서는 감소하는 경향을 나타냈다. Texture 측정에 있어서 경도 및 겔 강도의 경우, 수세 2회, 소금 2%, 설탕 2% 및 전분 5% 처리구에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈으며 인산염 처리구는 농도에 따른 유의적인 차이는 없었다. 관능평가 결과, 수세 2

회 처리구가 색, 향 및 전체적 호감도에서 가장 높은 점수를 받았으며 소금 2% 처리구는 모든 항목에서 가장 높은 점수를 받았다. 인산염 처리구의 경우, 맛, 탄성 및 전체적 호감도에 있어서 농도 의존적으로 높은 점수를 받았으며, 설탕 2% 처리구는 탄성 및 전체적 호감도, 전분 5% 처리구는 전체적 호감도에서 가장 높은 점수를 받았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 수세 2회, 소금 2%, 인산염 0.5%, 설탕 2% 및 전분 5% 첨가가 고등어 육을 이용한 소시지 제조 시 최적 배합 조건인 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동 기술개발사업(No. C0024463)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

## REFERENCES

- Hawng KS, Choi JH, Oh TY. 2012. Forecasting common mackerel auction price by artificial neural network in Busan cooperative fish market before introducing TAC system in Korea. *J Kor Soc Fish Tech* 48: 72-81.
- Lee HN, Kim HS. 2011. Variation of fisheries conditions of mackerel (*Scomber japonicus*) fishing ground for large purse seine fisheries. *J Kor Soc Fish Tech* 47: 108-117.
- Lee HN. 2009. Catch and oceanographic characteristics for large purse seine fisheries. *MS Thesis*. Pukyong National University, Busan, Korea.
- Gou J, Zou Y, Choi GP, Park YB, Ahn J. 2011. Effect of high pressure processing on the shelf life of seasoned squid. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1136-1140.
- Kim JS, Yeum DM, Kang HG, Kim IS, Kong CS, Lee TG, Heu TG. 2002. *Fundamentals and applications for canned foods*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. p 32-36.
- Cha SH, Jo MR, Lee JS, Lee JH, Ko JY, Jeon YJ. 2009. Preparation and texture characterization of surimi gel using a unmarketable rearing olive flounder. *J Kor Fish Soc* 42: 109-115.
- Park JW, Morrissey MT. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In *Surimi and Surimi Seafood*. Park JW, ed. Marcel Dekker Inc., New York, NY, USA. p 23-58.
- Park YH, Kim SB, Chang DS. 1995. *Seafood Processing*. Hyungsul Publishing Ltd., Seoul, Korea. p 73-114, 791-838.
- Lingnert H, Eriksson CE. 1980. Antioxidative maillard reaction products. I. Products from sugars and free amino acids. *J Food Proc Preserv* 4: 161-172.
- Park HS, Park SW, Yang ST. 1998. Quality characteristics of mackerel surimi prepared by alkaline washing under reduced pressure. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1120-1127.
- Lee KH, You BJ, Suh JS, Jo JH, Jeong IH, Jea YG. 1984. Processing of water activity controlled fish meat paste by dielectric heating. 2. Storage stability of the product. *Bull Korean Fish Soc* 17: 361-367.
- Lee EH, Oh KS, Ahn CB, Chung BG, Bae YK, Ha JH. 1986. Preparation of powdered smoked-dried mackerel soup and its taste compounds. *Bull Korean Fish Soc* 20: 41-51.
- Park YH, Chun SJ, Kang JH, Park JW. 1985. Processing of fish meat paste products with dark-fleshed fishes. (2)

- Processing of meat paste product with mackerel. *Bull Korean Fish Soc* 18: 352-362.
14. Lee EH, Kim JS, Ahn CB, Ju DS, Lee JS, Son GT. 1993. Processing and quality stability of precooked frozen fish foods: (Ⅲ) Processing of mackerel based burger. *J Korean Agric Chem Soc* 36: 51-57.
  15. Lee NG. 2012. Effects of electrolytic alkali water washing on mackerel (*Scomber japonicus*) muscle protein heat gel rheology. *J Environmental Sci* 21: 233-240.
  16. Lee NG. 2012. Effects of electrolytic water washing on mackerel (*Scomber japonicus*) muscle protein pattern. *J Korea Academia-Industrial Coop Soc* 13: 439-444.
  17. Park HS, Park SW, Yang ST. 1998. Effects of setting on the gelation characteristics of frozen mackerel surimi prepared by alkaline washing under reduced pressure. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1152-1157.
  18. Jang YB, Kim GB, Lee KW, Choi YJ. 2006. Alkaline pilot processing for recovery of fish muscle protein and properties of recovered protein. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1045-1050.
  19. Sung SK. 1987. Effect of sodium acid pyrophosphate and replacement of NaCl with KCl on the characteristics and sensory properties of emulsion type sausage. *J Anim Sci Technol* 29: 369-374.
  20. Shon SR, Chin KB. 2012. Evaluation of rheological properties of pork myofibrillar protein with tapioca starch and its utilization to the pork model sausages. *Korean J Food Sci Ani Resour* 32: 323-329.
  21. Lee JJ, Park SH, Choi JS, Kim JH, Lee SH, Choi SH, Choi YI, Jung DS. 2011. Effect of oyster shell powder on quality properties and storage stability of emulsion-type pork sausages. *Korean J Food Sci Ani Resour* 31: 469-476.
  22. Lee YM, Chin KB. 2012. Effects of phosphate addition alone or in combined with dipping in trisodium phosphate solution on product quality and shelf-life of low-fat sausages during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 32: 84-90.
  23. Wang P, Xu XL, Zhou GH. 2009. Effects of meat phosphate level on water-holding capacity and texture of emulsion-type sausage during storage. *Agric Sci China* 8: 1475-1481.
  24. Kim EM, Yu BH, Sin YJ, Kim YJ. 2011. Quality characteristics of fermented juice of ripened japanese apricot depending on different sugar contents. Abstract No P-29 presented at proceedings of the Korean Society of Community Living Science Conference. Changwon, Korea.
  25. BeMiller JN, Huber KC. 2008. Carbohydrates. In *Food Chemistry*. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR, eds. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p 84-154.
  26. Qiu C, Sun W, Cui C, Zhao M. 2012. Effect of sugar level on physicochemical, biochemical characteristics and proteolysis properties of cantonese sausage during processing. *J Food Qual* 35: 34-42.
  27. Lee EH, Cho SY, Kim JG. 1983. Studies on improving the quality of sardine sausage. *Korean J Food Nutr* 12: 374-381.
  28. Lee NG. 2000. Textural properties of jumbo squid kamaboko as affected by edible starches. *J Korean Fish Soc* 33: 591-596.
  29. Lee KH, You BJ, Suh JS, Jo JH, Jeong IH, Jea YG. 1984. Processing of water activity controlled fish meat paste by dielectric heating. *Bull Korean Fish Soc* 17: 353-360.
  30. Yang H, Park JW. 1998. Effects of starch properties and thermal-processing conditions on surimi-starch gels. *LWT-Food Sci Technol* 31: 344-353.
  31. Ahn GJ. 2005. Quality characteristics of the Chol-Pyon added tapioca powder. *Korean J Culinary Res* 11: 179-189.