

## 홍어껍질로 만든 홍어 피편의 품질 특성

옥 성 은 · 이 경 희<sup>†</sup>

경희대학교 외식경영학과

## Quality Characteristics of Skate *Pipyun* prepared with Skate Skin

Seong-Eun Ock and Kyung-Hee Lee<sup>†</sup>

Dept. of Food Service Management, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea

### ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a cooking method for skate *pipyun* made from skate skin and water. As the gel formation conditions, several skin contents (30~60%) and cooking times (10, 14, and 18 min) were determined. Test for quality characteristics of *pipyuns* was carried out by measuring texture, water content and pH, sensory evaluation, and heat stability of *pipyun* gel: five samples (S2: 40%, 10 min, S3: 50%, 10 min, S6: 40%, 14 min, S9: 30%, 18 min, S10: 40%, 18 min) with appropriate gel texture were selected based on their hardness, adhesiveness, and springiness. There was no difference in color among the five *pipyuns*. Hardness, chewiness, and gumminess of *pipyuns* significantly increased depending on skate skin content and cooking time. Water contents were significantly higher in S2 (83.40%) and S6 (82.97%). The pH levels of *pipyuns* appeared to be weakly alkali in the range of 8.17~8.71. In the sensory evaluation, S2 was the most preferred overall with significantly higher evaluation of transparence, gloss, and smoothness. The stability of gels S2 and S9 decreased during storage at 10°C for 8 hours, and at 20°C for 60 min. Therefore, heating a mixture of 40% skate skin with 60% water for 10 min is recommended as optimum conditions for producing skate *pipyun*.

Key words: Skate *pipyun*, skin contents, cooking time, texture, sensory evaluation

### 서 론

홍어(Skate, *Okamejei kenojei*)는 가오리과에 속하며, 수심 10~100 m 내외의 연안 갯벌 바닥에 서식하는 어종으로 우리나라를 비롯하여 일본과 중국해역에 분포하고 있다. 우리나라에서는 흑산도, 목포, 영광, 부산 등지에서 많이 어획(Species Korea, 2012)되고 있으며, 근해에서 어획되는 홍어를 최고의 품질로 인정하고 있다.

홍어의 체내에는 저온에서도 쉽게 분해되어 발효기간 중 암모니아 냄새를 나타내는 urea, trimethyl-amine oxide(TMAO)가 다량 함유되어 있으며, 이때 생성되는 요소는 urease에 의해 암모니아를 생성하는데, 이는 위산을 중화시키고, 장의 압력을 제거시켜 특유의 이취로 형성된 것이다(Lee KA 1999). 또한, 홍어의 유리아미노산 조성을 분석한 결과, taurine이 다량 검출(Cho HS & Kim KH 2008)되었으며, taurine은 삼투압 조절 작용이나 생체 안정화 작용이 있고, 인체에서는 콜레스테롤 축적을 예방할 수 있다(Cho EJ 1994). 홍어는 고단백 저칼로리 식품으로 소화 흡수가 용이하며, 노약자에게 좋

은 식품이다. 최근에는 홍어육에 함유된 다양한 아미노산의 생리 활성 효과가 밝혀지고, 이러한 성분이 Ca, Fe 등의 무기질 흡수에 도움을 주어 유해 물질을 중화, 배출시키는 기능이 있는 것으로 보고되어 있다. 그 외에도, 홍어의 콜레스테롤과 지방산 함량(Nam HK & Lee MK 1995), 함질소 엑스 성분(Lee KA 1999), 홍어의 조리법(Lee HR 2012)과 발효기간에 따른 품질 특성에 관한 연구(Cha ES 2003) 등이 이루어져 홍어 발효육 제품은 고부가가치의 기능성 식품으로 수요가 전국적으로 증가하고 있다. 그러나 홍어의 수요가 증가됨에 따라 부산물의 발생량도 증가되고 있는 실정이며, 이들 부산물은 대부분 사료로 이용되거나, 제대로 활용되지 못한 채 폐기되어 환경오염을 초래하는 경우까지 발생하고 있다.

어류의 껍질이나 내장 조직과 같은 수산 가공 부산물 중에는 단백질, 지방 등의 영양성분이 다량 함유되어 있으며, 특히 어류 껍질에는 유용한 성분인 다량의 콜라겐이 함유되어 있어 이를 식품 자원으로 이용하고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 상어껍질과 연골로 제조한 돔배기 피편의 관능적 품질 특성(Shin AG & Kim SD 2009), 미더덕 껍질 추출물을 함유한 곤약의 제조 및 품질 분석(Kim SK et al 2013), 새우가공부산물을 이용한 속성 멸치 액젓의 품질 특

<sup>†</sup> Corresponding author : Kyung-Hee Lee, Tel: +82-2-961-0847, Fax: +82-2-964-2537, Email: lkhee@khu.ac.kr

성(Kim JS *et al* 2006) 등 다양한 연구가 보고되어 있다. 특히 홍어는 대부분 껍질을 벗기고 어육부분만 발효 음식으로 이용되므로 다른 어종에 비하여 부산물의 발생량이 많으나, 이를 활용한 음식에 대한 연구 보고가 거의 없는 실정이다.

홍어의 껍질에는 콜라겐이 풍부하고, 콜라겐에는 glycine, leucine의 아미노산이 다량 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다(Park SH *et al* 2011). 또한 홍어껍질의 콜라겐으로부터 효소에 의하여 생산된 가수분해물은 다양한 펩타이드의 혼합물로 이루어지고, 이들은 항산화 활성을 갖는 것으로 보고되어 (Je JY *et al* 2007) 홍어 피편은 매우 건강 지향적인 음식이라고 생각된다. 최근에는 홍어껍질에서 알츠하이머성 치매질환을 예방하고, 증상을 완화시킬 수 있는 펩타이드 소재(PEFL; 홍어껍질을 효소로 분해하여 얻은 가수분해물로부터 분리한 치매예방용 펩타이드)가 개발되어 이에 대한 기능과 효과를 검증하기 위한 추가적인 실험연구가 진행되고 있으며(Ministry of Oceans and Fisheries 2015), 홍어 껍질 젤라틴으로부터 분리된 펩타이드는 혈압강하효과 및 심혈관 건강에 도움을 주는 효과(Ngo DH *et al* 2014)가 있는 것으로 보고되어 기능성 식품과 의약품 개발하려는 시도가 이루어지고 있다. 이외에도 홍어류 껍질로부터 분리된 저분자 콜라겐 펩타이드는 collagenase-1 저해 활성이 있어 피부 주름 억제 및 세포 보호 기능에 효과적일 것으로 보고되었으며, 이는 화장품의 소재로서 사용될 수 있는 다양한 가능성을 제시하였다(Kwon MC *et al* 2007; Park SH *et al* 2011). 한편, 홍어 껍질 추출물을 이용한 콜라겐 겔 개발 및 산업화에 관한 연구(Kang KH *et al* 2011; Kang KH & Jeong KS 2012; Shon JH & Eun JB 2010) 등이 이루어지고 있어, 홍어껍질로부터 얻은 콜라겐을 식품 산업에 활용 가능한 소재가 될 수 있는지 검토하고 있으나, 아직 홍어 껍질로부터 제조한 식품에 대한 연구는 미비한 실정이다.

피편(皮鞭)은 어류의 껍질을 이용하여 만든 음식으로, 경상도 지역에서는 상어껍질을 이용하여 제조한 ‘돔배기 피편’이 향토음식으로 자리 잡고 있다. 안동지역 각 문중의 제사상에 빠지지 않고 올라가는 생선 중 상어는 값이 비싸서 어느 한 부위도 버리지 않고 남김없이 요리해서 먹는 법을 오래 전부터 익혀왔다. 상어의 고기는 돔배기 제사상에 올리고, 상어고기의 껍질은 손질하여 피편을 만들어 잔치음식이나 주안상에 안주로 내어 즐겨 먹었다. 이러한 돔배기 피편은 상어껍질 뿐만 아니라, 소머리나 소 껍데기 등을 솥에 넣고 푹 고은 후, 파, 실고추, 통깨 등을 넣어 굳힌 식품으로 결체조직 중의 불용성 단백질인 콜라겐이 장시간 가열로 변성되어 가용성인 젤라틴이 된 식품으로 죽편(Baek DH 2006; Jin YH & Kim SH 2007)과 유사하며, 아미노산 및 콜라겐이 풍부한 음식이다.

이와 유사하게 전라도 해안 지역에서는 상어껍질과 같이

홍어껍질을 이용하여 탄력이 있고 쫄깃한 식감의 홍어 피편을 향토음식으로서 만들어 먹고 있다. 홍어 피편은 홍어 껍질의 유용한 콜라겐 성분으로 인해 우수한 품질의 음식으로 인정받을 수 있으나, 표준화된 조리법이 개발되어 있지 않으며, 이에 대한 연구도 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 홍어 피편의 표준화된 조리법을 개발하여 홍어 피편이 기능성과 기호성이 뛰어난 전통 향토 음식으로 자리 잡음에 도움이 되는 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 연구방법

### 1. 시료

피편 제조에 사용된 홍어 껍질은 목포를 중심으로 국내 근해에서 어획한 홍어로부터 얻은 것이며, 홍어를 저온에서 20일 전후로 발효시킨 후 껍질을 제거하여 냉동 보관된 것을 홍어 전문 가공업체(전라남도 목포시 천마수산㈜)로부터 제공받아  $-20^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에서 냉동 보관하며 사용하였다. 홍어 껍질의 1회 사용분량 약 3 kg을 해동한 다음, 뼈와 가시를 제거하고 3회 수세하여 시료로 사용하였다.

### 2. 시료 제조

홍어피편을 제조하기 위한 홍어 껍질과 물의 비율은 목포 등의 현지에서 50%씩 넣어 제조되고 있는 기준을 근거로 하여 Table 1과 같은 비율로 정하였다. 피편 제조를 위하여 예비 실험을 실시한 결과, 중불(겔 혼합물의 온도  $85\pm 2^{\circ}\text{C}$ )에서 가열할 경우 10분 이후부터 겔 형성이 가능하였고, 18분 이상 가열시 물이 줄아 들어 적정한 겔 형성이 어려운 것을 확인하여 가열 시간을 10분에서 18분까지로 결정한 후 Table 1에 나타난 비율에 따라 겔을 제조하였으며, 홍어 피편 겔 형성에 가장 적절한 홍어 껍질과 물의 비율, 가열시간을 측정하고자 하였다.

홍어 피편을 제조하기 위하여 1회에 사용되는 홍어껍질과 물의 양은 500 g이었으며, 홍어 껍질을 150 g, 200 g, 250 g, 300 g을 수온  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 물로 3시간 동안 흐르는 물에 해동하여 준비하였다. 직경 18 cm인 스테인리스 냄비에 칭량된 물(350 g, 300 g, 250 g, 200 g)을 가하여 끓인 후, 끓는 물에 홍어껍질을 넣고 가스레인지의 중간 불로 정해진 시간동안 나무주걱으로 저었다. 가열하여 겔화가 이루어지면 완성된 겔의 0.5%에 해당하는 소금을 첨가하고,  $10\times 7\text{ cm}^3$  크기의 용기에 담아  $4^{\circ}\text{C}$ 의 냉장온도에서 6시간 이상 굳힌 후 시료로 제공하였다.

### 3. 텍스처 측정

피편의 겔 특성은 텍스처 측정기(TA.XT Express Texture

**Table 1. Formulas for pipyun made with skate (*Raja ke-nojei*) skin**

Samples	Skate skin : Water	Cooking time (min)
S1	150 g (30) : 350 g (70)	10
S2	200 g (40) : 300 g (60)	10
S3	250 g (50) : 250 g (50)	10
S4	300 g (60) : 200 g (40)	10
S5	150 g (30) : 350 g (70)	14
S6	200 g (40) : 300 g (60)	14
S7	250 g (50) : 250 g (50)	14
S8	300 g (60) : 200 g (40)	14
S9	150 g (30) : 350 g (70)	18
S10	200 g (40) : 300 g (60)	18
S11	250 g (50) : 250 g (50)	18
S12	300 g (60) : 200 g (40)	18

( ) % of skate skin and water.

Adding 0.5% salt of collagen extracts.

Analysers, Stable Micro Systems, UK)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis)를 측정하였다. 측정조건은 Table 2와 같이 Test speed 5.0 mm/s, distance 15 mm, trigger 5 g인 조건에서 직경 20 mm 크기의 cylinder probe를 사용하여 조직감을 측정하였다. 물성 측정을 위한 시료는 2.5×2.5×2.5 cm<sup>3</sup> 크기로 자른 후, 2회 연속 압착하였을 때 얻어지는 force-time curve로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 겹섬성(gumminess), 응집성(cohesiveness)을 측정하였다.

저장 중 홍어 피편의 열 안정성 측정을 위한 경도 측정은

**Table 2. Operating condition of texture analyzer**

Operating condition	
Type	TPA (Texture Profile Analysis)
Probe	20 mm diameter cylinder probe (SMS P/20)
Pre-test speed	3.0 mm/s
Test speed	5.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Distance	15.0 mm
Time	5.0 s
Trigger force	5.0 g

같은 방법으로 10℃에서 저장된 피편을 2시간 간격으로 8시간까지, 20℃에서 저장된 피편은 15분 간격으로 75분까지 측정하였다.

#### 4. pH 측정

홍어 피편 10 g에 증류수 40 mL를 가하고, 믹서기(Mixer, HM-1270, Korea)를 이용하여 2분 동안 균질화한 후, pH meter(Orion pH meter, Model 420A, U.S.A)를 사용하여 각각 3회 반복 측정하였다.

#### 5. 수분 측정

홍어 껍질을 이용하여 제조한 피편의 수분 함량을 측정하기 위해 피편을 2×2×2 mm<sup>3</sup> 크기로 자른 후, 균일하게 혼합하여 약 1 g을 알루미늄 dish에 칭량하고, 할로젠 방식 수분분석기(Moisture Analyzer, MB-45, Ohaus, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 시료는 각각 121℃에서 30~40분 건조시킨 후 60초간 값의 변화가 없을 때를 기준으로 하고, 3회 반복 측정하였다.

#### 6. 관능검사

홍어 피편의 관능적 특성을 알아보기 위하여 음식 관련 전공 대학원생 20명을 대상으로 피편에 대한 기호도검사와 차이식별검사를 실시하였다. 검사에 사용된 시료는 4℃의 냉장고에서 6시간 이상 균일 피편을 꺼내어 3×2×1 cm<sup>3</sup> 크기로 자른 후, 냉장 보관하면서 관능검사 직전에 실온(20±2℃)에서 10분 정도 방치하고, 시료 온도를 10±2℃로 유지하면서 실험에 제공하였다. 총 5가지 시료는 난수표로 표시하여 물과 함께 제공되었다. 피편의 기호도검사 항목으로 외관(appearance), 냄새(flavor), 맛(taste), 텍스처(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)에 대하여 7점 척도의 평점법으로 7점은 매우 좋다, 1점은 매우 나쁘다로 하여 측정하였으며, 특성의 차이식별검사는 투명성, 광택, 색상, 암모니아 냄새, 비린 냄새, 감칠맛, 단단한 정도, 쫄깃한 정도, 부착성, 매끄러운 정도의 10개 항목에 대하여 특성이 강할수록 7점으로, 약할수록 1점으로 하여 측정하였다.

#### 7. 통계처리

모든 실험에 대한 결과는 동일한 분석에서 4회 이상 반복하여 통계처리하였고, SPSS/PC를 이용하여 T-test와 one-way ANOVA를 실시하였으며, p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

### 결과 및 고찰

1. 홍어 피편의 겔화

동물 체내에 함유된 콜라겐은 물과 함께 가열하였을 때 젤라틴으로 가수 분해되고, 저온에서는 겔 조직을 형성하여 편육과 죽편을 만들 때 근섬유를 재결합시켜준다. 홍어 피편은 홍어 껍질의 콜라겐이 가열되어 용출된 젤라틴을 굳힌 것으로 피편의 제품 특성은 죽편과 같이 텍스처 특성이 중요하며, 부드러우면서도 쫄깃한 식감을 나타내어야 한다. 따라서 적절한 홍어 피편의 겔화 정도를 측정하기 위하여 홍어 껍질과 물의 비율을 30:70, 40:60, 50:50, 60:40%로 정하고, 가열 시간을 10, 14, 18분으로 정하여 홍어 피편을 제조한 후 피편의 텍스처를 측정하였으며, 측정 항목 중 피편 겔의 텍스처 특성을 잘 표현해줄 수 있는 경도, 부착성, 탄력성을 Fig. 1에 나타내었다. 홍어 피편의 경도와 부착성은 홍어 껍질의 함량이 증가하고, 가열 시간이 길어짐에 따라 유의적으로 증가하였으며, 특히 홍어 껍질이 적은 양으로 함유될수록 가열 시간에 의한 경도와 부착성의 증가가 유의적으로 크게 나타났다. 홍어 피편의 탄력성은 홍어 껍질 함량과 가열 시간에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았으며, 가열시간(S11, S12)이 길거나 홍어 껍질 함량이 높은(S8) 소수의 시료를 제외하고, 대부분의 시료에서 유사한 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 Jun MR 등(2000)의 죽편 연구에서도 재료의 양과 가열시간이 증가할수록 경도와 탄력성이 증가하는 것으로 보고하여서 본 연구와 일치하였으나, 부착성은 본 연구 결과와 다르게 감소하는 것으로 보고되었다. 이는 수조 육류를 이용한 죽편의 연구(Jun MR 2000)와 어류 부산물을 이용한 본 연구 사이에 재료의 차이에 의한 것으로 생각된다. 어체 중의 콜라겐은 수조 육류에 함유된 콜라겐보다 결합력이 약하므로(Kim JS & Cho SY 1996) 다소 많은 양 첨가하여도 용출된 젤라틴의 함량이 부착성을 잃을 정도로 단단한 겔을 형성하지 않기 때문에, 첨가량과 가열시간이 증가되어도 부착성을 잃지 않고 더 높게 나타난 것으로 생각된다.

이에, 본 연구에서는 홍어 피편의 적절한 겔은 텍스처 특성이 지나치게 부드러거나 단단하지 않으며, 경도, 부착성, 탄력성이 모두 유의적으로 유사한 그룹에 해당되는 S2(홍어껍질 40%, 10분 가열), S3(홍어껍질 50%, 10분 가열), S6(홍어껍질 40%, 14분 가열), S9(홍어껍질 30%, 18분 가열), S10(홍어껍질 40%, 18분 가열)이 적절한 것으로 평가되었다.

2. 홍어 피편의 외관

홍어 피편의 제품으로써 적절한 겔 특성을 지닌 것으로 평가된 5가지 시료의 외관은 Fig. 2와 같았다. 원재료가 되는 홍어 껍질은 흰색부터 붉은색, 갈색, 검정색 등 부위에 따라 다양한 색상을 띄고 있으며, 가열에 의해 완전히 풀어지지 않고 남아있는 홍어 껍질과 콜라겐에서 용출된 젤라틴 용액이

불균일하게 혼합되어 있어서 홍어 피편의 색은 다양하면서도 무채색에 가까운 색상을 나타내고 있었고, 색의 진한 정도에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다.

3. 홍어 피편의 텍스처 특성

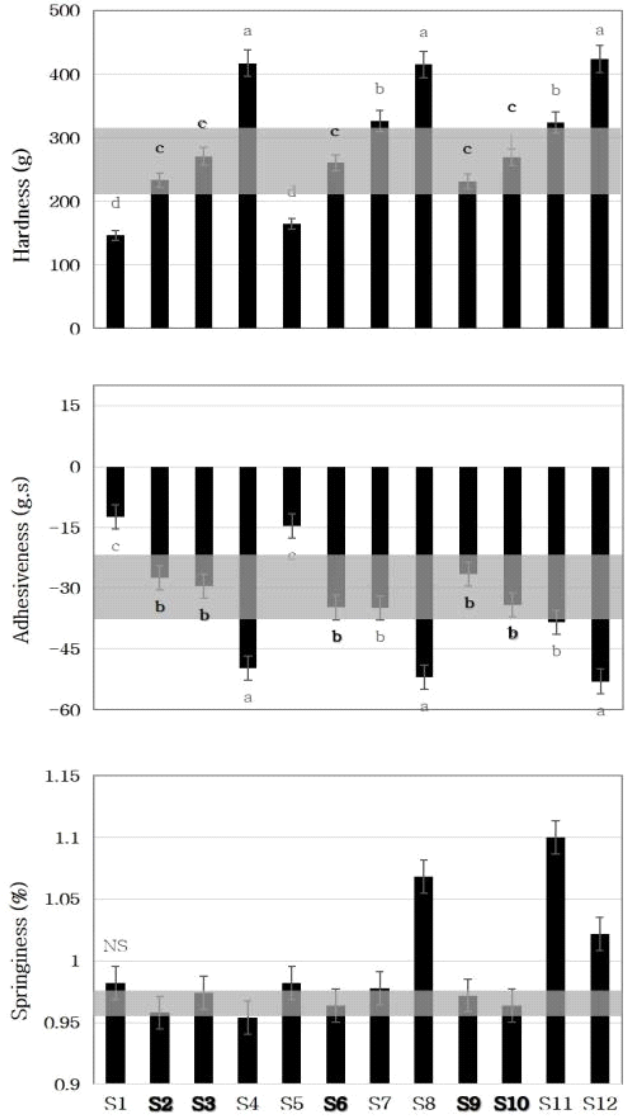


Fig. 1. Texture of gel made with skate skin in different conditions.

<sup>a~d</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different from each other at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

S1~S4 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content is 3:7, 4:6, 5:5, 6:4.

S5~S8 : Cooking for 14 min with the ratio of skate skin to water content is 3:7, 4:6, 5:5, 6:4.

S9~S12 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content is 3:7, 4:6, 5:5, 6:4.

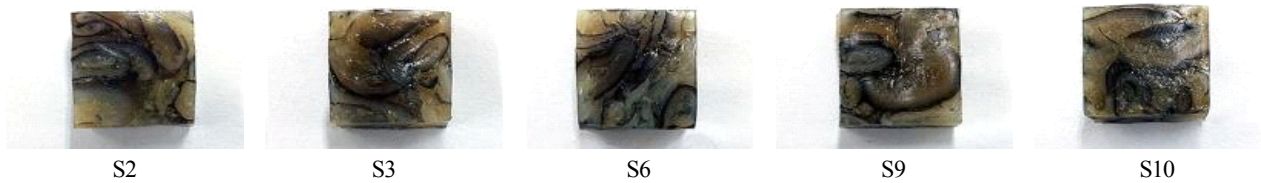


Fig. 2. Visual comparison of *pipyuns* prepared with skate skin.

S2 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S3 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 5:5, S6 : Cooking for 14 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S9 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 3:7, S10 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 4:6.

홍어 피편으로서 적절한 겔을 형성했다고 생각되는 5가지 시료(S2, S3, S6, S9, S10)의 텍스처 특성을 측정된 결과는 Table 3과 같았다. 홍어 피편의 경도, 씹힘성, 검성은 제조 조건에 따라 유의적으로 차이가 있었으며, 부착성, 탄력성, 응집성은 시료 간 유의적인 차이가 없었다. 홍어 피편의 경도, 씹힘성, 검성은 홍어 껍질의 함량이 40%로 동일한 시료(S2, S6, S10) 사이에 가열 시간이 길어질수록 유의적으로 높아졌으며, 가열 시간이 같은 시료들(10min : S2와 S3, 18min : S9와 S10)사이에서는 홍어 껍질 함량이 10%씩 더 높은 시료에서 유의적으로 높았다.

따라서 본 연구의 홍어 피편은 홍어 껍질의 함량이 가장 높았던 S3(50%)와 껍질 함량은 40%로 동일하지만 가열 시간이 18분으로 가장 길었던 S10이 유의적으로 경도, 씹힘성, 검성이 가장 높았고, 가열시간은 길었으나 껍질 함량이 가장 낮았던 S9(30%)와 40%의 껍질이 함유되었으나, 가열시간이 짧았던 S2(10분)는 유의적으로 매우 낮았다. 이와 같은 결과는 Meullenet 등(1994)의 연구에서 콜라겐 함량이 증가함에 따라 경도와 씹힘성이 증가하였다는 결과와 같은 경향이였다. 이는 콜라겐이 가열되면서 수분이 증발하고 농도가 짙어 좀

더 단단한 질감의 겔화가 이루어진 것이라 생각된다. 홍어 피편의 부착성(-26.60~-34.84)과 탄력성(0.96~0.97), 응집성(0.91~0.92)은 대부분의 시료에서 유사한 결과를 나타냈다. 이는 텍스처 특성이 유사한 그룹에 해당되는 피편을 시료로 사용하였기 때문에, 홍어 피편의 텍스처를 크게 반영해 주지 못하는 특성들은 시료 간 측정치의 차이가 나타나지 않은 것으로 생각된다.

#### 4. 홍어피편의 수분함량 및 pH

홍어 피편의 5가지 시료(S2, S3, S6, S9, S10)에 대한 수분 함량과 pH의 측정결과를 Fig. 3에 나타내었다. 홍어 피편의 수분 함량은 홍어 껍질의 첨가량과 가열 시간에 따라 유의적인 차이를 나타내었다. 본 연구의 홍어 피편은 홍어 껍질이 많이 함유된 S3(50%)와 오랜 시간(18분) 가열된 S9, S10에서 수분 함량이 유의적으로 낮았으며, 홍어 껍질을 40% 함유하고 가열 시간이 10분인 S2는 수분함량이 83.40%, 14분 가열한 S6은 82.97%로 유의적으로 높았다. 이와 같은 결과는 가열 시간이 길어지면서 가열 중 수분이 증발하고 농도가 진해졌기 때문이라고 생각된다. 식품 내의 수분함량은 그 식품의

Table 3. Textural characteristics of skate *pipyuns* made with different skin contents and cooking time

	Samples					F-value
	S2	S3	S6	S9	S10	
Hardness	232.88±16.98 <sup>b</sup>	270.52±23.94 <sup>a</sup>	260.22±19.90 <sup>a</sup>	231.08±7.22 <sup>b</sup>	269.16±16.93 <sup>a</sup>	5.89 <sup>**</sup>
Adhesiveness	-27.50±10.23 <sup>a</sup>	-29.54±6.21 <sup>a</sup>	-34.84±3.43 <sup>a</sup>	-26.60±6.27 <sup>a</sup>	-34.16±4.67 <sup>a</sup>	1.66
Springiness	0.96±0.03 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.96±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.96±0.01 <sup>a</sup>	0.99
Chewiness	206.31±19.18 <sup>b</sup>	243.29±26.50 <sup>a</sup>	229.62±21.55 <sup>ab</sup>	207.34±9.86 <sup>b</sup>	238.54±18.53 <sup>a</sup>	3.78 <sup>*</sup>
Gumminess	215.01±16.42 <sup>b</sup>	249.64±26.85 <sup>a</sup>	237.97±21.65 <sup>ab</sup>	213.15±8.94 <sup>b</sup>	247.25±18.63 <sup>a</sup>	4.05 <sup>*</sup>
Cohesiveness	0.92±0.02 <sup>a</sup>	0.92±0.03 <sup>a</sup>	0.91±0.03 <sup>a</sup>	0.92±0.02 <sup>a</sup>	0.92±0.02 <sup>a</sup>	0.11

Mean±S.D., \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

<sup>a~b</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different from each other at  $\alpha = 0.05$  by Duncan's multiple range test. S2 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S3 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 5:5, S6 : Cooking for 14 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S9 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 3:7, S10 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 4:6.

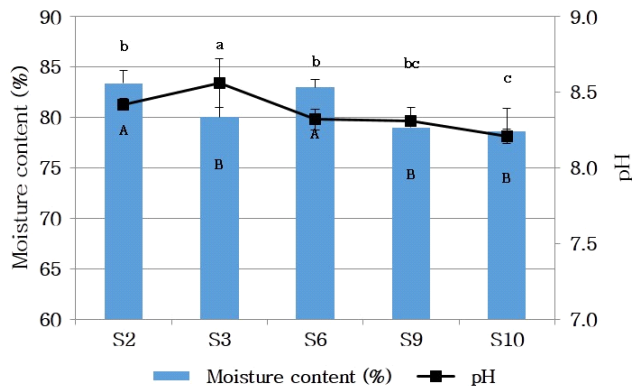


Fig. 3. Moisture content and pH of skate pipyuns made with different skin contents and cooking time.

Mean±S.D.

<sup>A~B</sup> Means in a figure by different superscripts are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>a~c</sup> Means in a figure by different superscripts are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

S2 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S3 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 5:5, S6 : Cooking for 14 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S9 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 3:7, S10 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 4:6

텍스처, 특히 경도와 밀접한 관련이 있어, 조직 내에 수분을 다량 함유하고 있는 식품은 대체로 경도가 낮고, 수분함량이 낮은 식품은 경도가 높은 경향을 나타낸다. 본 연구의 홍어 피편에서도 수분함량이 가장 높았던 S2가 텍스처 측정결과 유의적으로 경도가 낮았다. 이는 다른 시료에 비하여 가열시간이 짧은 S2가 촉촉하고 부드러운 겔을 형성하였기 때문인 것으로 생각된다. 수분함량이 유의적으로 낮았던 S10과 S3은 텍스처 측정결과에서도 경도가 유의적으로 가장 높았다. S9는 수분함량은 적었으나 경도가 낮아 부드러운 겔로 제조되었는데, 이는 S9가 가장 오랜 시간(18분) 가열됨으로써 가열 중에 수분 증발이 많이 일어나서 수분함량이 낮은 결과를 나타냈으나, 홍어껍질이 적게 함유되어 단단한 겔을 형성하지 못했기 때문인 것으로 생각된다.

홍어 껍질로부터 제조한 모든 피편의 pH는 8.17~8.71 사이의 약알칼리성이었으며, 이는 Cho EJ(1994)의 홍어육에 대한 연구 결과와 유사한 경향이였다. 홍어 껍질이 가장 많이 들어간 S3(50%)는 pH가 유의적으로 가장 높았고(pH 8.56), 오래 가열된 S9, S10은 pH가 8.32, 8.17로 낮은 수치를 나타내었다. 일반적으로 동물체는 중성을 유지하고 있으나, 사후 glycogen의 혐기적 효소에 의한 분해로 인하여 젖산이 생성되어 pH가 저하되고, pH 5~6부근에 이르게 되면 이후에 자가 소화 및 염기성 물질의 생성으로 다시 상승하여 pH 6~7

범위에 이르게 된다(Moon SJ & Son KH 2006). 그러나 홍어 껍질에서는 일반 수산물보다 더 높은 pH로 약알칼리성을 나타냈는데(Kim JS *et al* 2007), 이는 홍어의 발효가 진행됨에 따라 삼투압 조절을 위해 체내에 함유되어 있는 요소 및 요소 전구체가 체외로 유출되고, 이 성분들이 가공, 유통 및 저장 중 암모니아, TMA(trimethylamine)와 DMA(dimethylamine) 같은 염기성 물질로 전환되어 pH를 증가시키기 때문이라고 한다(Lee MK 1996). 가열 시간이 더 길었던 S9, S10의 pH가 낮았던 결과는 발효 중 생성된 저분자량의 염기성 물질이 가열 과정에서 휘발되어 pH에 영향을 미쳤기 때문일 것으로 생각된다.

### 5. 홍어 피편의 관능적 특성

홍어 피편의 기호도검사의 결과는 Table 4와 같았다. 기호도 검사에서 시료(S2, S3, S6, S9, S10)간 홍어 피편의 외관, 텍스처, 종합적 기호도에 대하여 유의적인 차이가 나타났고, 풍미, 맛의 기호도에서는 유의적인 차이가 없었다. 홍어 피편의 종합적인 기호도가 가장 높았던 것은 홍어 껍질 40%를 함유하고 10분 가열한 S2이었으며, 그 다음은 껍질 30%에 18분 가열한 S9가 선호되었고, 동일한 함량의 껍질(40%)이 첨가되었으나 18분 가열한 S10은 가장 선호되지 않았다. 종합적으로 가장 선호되었던 S2는 텍스처, 외관에서 유의적으로 가장 기호도가 높았으며, 풍미와 맛에서도 유의적인 차이는 없었으나 기호도가 가장 높았다. 반면, 종합적인 기호도가 가장 낮았던 S10은 모든 측정 항목의 기호도가 가장 낮은 결과를 나타냈다. 이는 홍어 껍질을 너무 오래 가열하기 보다는 10분 정도만 가열하는 것이 적당하며, 홍어 껍질을 적게 첨가할 경우(30%)에는 좀 더 가열 시간을 늘리면(18분) 홍어 피편 특유의 부드러우면서도 야들야들하고 탄력이 있는 텍스처를 만들어낼 수 있는 것으로 생각된다.

차이식별검사의 결과(Table 5), 홍어 피편의 투명성, 광택, 매끄러운 정도는 시료 간 유의적으로 차이가 나타났으며, 색의 진한 정도, 암모니아 냄새, 비린내, 감칠맛의 정도는 유의적인 차이가 없었다. 또한 텍스처 특성이 경도, 탄력성, 부착성에서 시료 간 유의적인 차이가 없었는데, 이는 시료 선정 시 이들 특성이 유사한 피편을 홍어 피편의 적절한 겔 제품으로 평가하여 선택했기 때문으로 생각된다. 종합적인 기호도가 가장 높았고, 외관, 텍스처 특성의 기호도가 높았던 S2는 피편의 차이식별검사에서 유의적으로 가장 투명하고 광택이 강하며 매끄러운 것으로 평가되었으며, 유의적인 차이는 없었으나 색이 옅고 탄력성이 가장 높은 것으로 나타나, 이런 결과들이 S2의 외관, 텍스처, 종합적인 기호도에 강하게 작용한 것으로 생각된다. 종합적 기호도가 가장 낮았던 S10은 투명도, 광택이 가장 약하고 색상이 진하였으며, 탄력성,

**Table 4. Sensory evaluation of preference test for skate *pipyuns***

	Samples					F-value
	S2	S3	S6	S9	S10	
Appearance	5.05±2.14 <sup>a</sup>	3.80±1.77 <sup>b</sup>	4.10±1.55 <sup>ab</sup>	3.90±1.59 <sup>b</sup>	3.15±1.46 <sup>b</sup>	3.19 <sup>*</sup>
Flavor	4.50±1.96 <sup>a</sup>	3.55±1.32 <sup>ab</sup>	4.10±1.21 <sup>ab</sup>	3.95±1.15 <sup>ab</sup>	3.35±1.23 <sup>b</sup>	2.10
Taste	4.60±1.31 <sup>a</sup>	3.45±1.70 <sup>b</sup>	3.70±1.17 <sup>ab</sup>	3.85±1.46 <sup>ab</sup>	3.40±1.43 <sup>b</sup>	2.30
Texture	5.70±1.08 <sup>a</sup>	4.40±1.70 <sup>b</sup>	3.65±1.23 <sup>bc</sup>	4.00±1.45 <sup>b</sup>	3.00±1.21 <sup>c</sup>	11.11 <sup>***</sup>
Overall acceptance	5.20±1.44 <sup>a</sup>	3.75±1.59 <sup>bc</sup>	3.75±1.02 <sup>bc</sup>	4.10±1.59 <sup>b</sup>	2.95±1.36 <sup>c</sup>	6.68 <sup>***</sup>

Mean±S.D., \*  $p<0.05$ , \*\*\*  $p<0.001$ .

<sup>a~c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

S2 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S3 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 5:5, S6 : Cooking for 14 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S9 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 3:7, S10 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 4:6.

**Table 5. Sensory evaluation of different test for skate *pipyuns***

	Samples					F-value
	S2	S3	S6	S9	S10	
Transparence	5.35±1.69 <sup>a</sup>	4.55±1.61 <sup>ab</sup>	4.20±1.32 <sup>b</sup>	3.15±1.23 <sup>c</sup>	2.80±1.20 <sup>c</sup>	10.68 <sup>***</sup>
Gloss	5.95±1.36 <sup>a</sup>	4.90±1.41 <sup>b</sup>	4.50±1.15 <sup>b</sup>	3.50±1.19 <sup>c</sup>	3.00±1.17 <sup>c</sup>	17.10 <sup>***</sup>
Color	4.10±1.77 <sup>a</sup>	4.70±1.38 <sup>ab</sup>	4.85±1.50 <sup>ab</sup>	4.50±1.40 <sup>ab</sup>	5.20±1.36 <sup>b</sup>	1.51
Ammonia like odor	3.55±1.99 <sup>a</sup>	4.10±1.69 <sup>a</sup>	3.80±1.61 <sup>a</sup>	3.45±1.57 <sup>a</sup>	3.40±1.82 <sup>a</sup>	0.56
Fishy odor	4.10±1.74 <sup>a</sup>	4.45±1.50 <sup>a</sup>	3.85±1.57 <sup>a</sup>	4.10±1.83 <sup>a</sup>	3.95±1.70 <sup>a</sup>	0.37
Savory	3.30±1.38 <sup>a</sup>	3.40±1.54 <sup>a</sup>	3.20±1.36 <sup>a</sup>	3.30±1.38 <sup>a</sup>	3.10±1.52 <sup>a</sup>	0.13
Firmness	4.40±1.64 <sup>a</sup>	4.50±1.32 <sup>a</sup>	4.45±1.05 <sup>a</sup>	4.45±1.15 <sup>a</sup>	4.15±1.60 <sup>a</sup>	0.21
Elasticity	5.20±1.51 <sup>a</sup>	4.65±1.57 <sup>ab</sup>	4.65±1.14 <sup>ab</sup>	4.45±1.28 <sup>ab</sup>	3.95±1.61 <sup>b</sup>	1.98
Adhesiveness	4.15±1.42 <sup>a</sup>	4.05±1.43 <sup>a</sup>	3.60±1.31 <sup>a</sup>	3.85±1.39 <sup>a</sup>	4.00±1.52 <sup>a</sup>	0.46
Smoothness	4.80±1.70 <sup>a</sup>	4.90±1.52 <sup>a</sup>	4.60±1.19 <sup>a</sup>	4.15±1.14 <sup>ab</sup>	3.50±1.54 <sup>ab</sup>	3.21 <sup>*</sup>

Mean±S.D., \*  $p<0.05$ , \*\*\*  $p<0.001$ .

<sup>a~c</sup> Means in a row by different superscripts are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

S2 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S3 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 5:5, S6 : Cooking for 14 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S9 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 3:7, S10 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 4:6.

매끄러운 정도가 가장 낮았다. 암모니아 냄새, 비린내, 감칠맛, 경도, 부착성은 시료 간 일관된 경향을 나타내지 않았다.

## 6. 홍어 피편 겔의 열안정성

홍어 겉질을 이용하여 제조한 피편을 냉장 온도에서 균한 후 소비되기 전까지는 저장, 유통 과정을 거치게 되며, 그 과정에서 피편 겔이 녹을 우려가 있으므로 피편 겔의 열안정성을 검토할 필요가 있다고 생각된다. 따라서 냉장 온도와 상

온으로 생각되는 10℃와 20℃에서 관능검사의 결과, 종합적인 기호도가 높았던 S2와 S9의 경도를 경시적으로 측정하여 온도에 따른 겔 강도의 변화를 파악하고자 하였으며, 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 홍어 피편 겔의 경도는 10℃와 20℃에서 시간이 경과됨에 따라 모두 유의적으로 낮아졌다. 10℃에서 저장되었던 피편 S2와 S9 모두 2시간 저장 중 경도가 급격히 낮아졌고, 2~4 시간 사이에는 경도 저하가 완만히 나타나다가 4시간 이후 다시 급격히 낮아졌으나, 8시간 저장

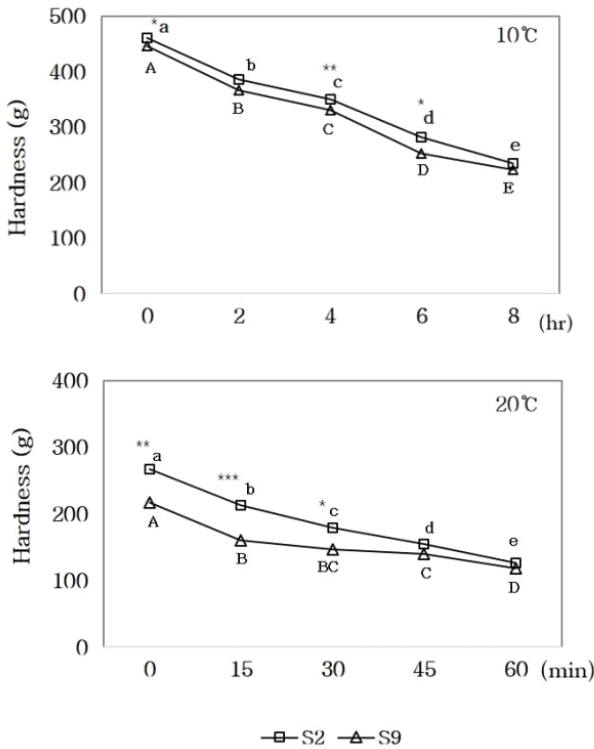


Fig. 4. The change of hardness in pipyun gel during storage at 10°C and 20°C.

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-c</sup> Means in a figure by different superscripts are significantly different at  $\alpha = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>A-E</sup> Means in a figure by different superscripts are significantly different at  $\alpha = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

S2 : Cooking for 10 min with the ratio of skate skin to water content 4:6, S9 : Cooking for 18 min with the ratio of skate skin to water content 3:7.

되는 중 피편 겔의 텍스처로서 품질이 떨어질 정도로 경도가 낮아지지는 않았다. 또한, S2는 S9보다 차이는 크지 않았으나, 유의적으로 경도가 높아 저장 중 겔 안정성이 더 높은 것으로 나타났다.

Cho SH 등(2006)의 홍어 껍질로부터 추출한 젤라틴의 추출 및 특성 연구에서 홍어 껍질로부터 추출되어진 젤라틴의 겔화 온도는 16.12°C, 녹는 온도는 19.3°C였으며, 20°C 이상에서는 겔이 형성되지 않는다는 결과 보고를 참고로 하여 홍어 피편을 보관하기 어려운 20°C에서 15분 간격으로 60분까지 경도를 측정된 결과, S2와 S9 모두 완만하지만 유의적으로 경도가 낮아지는 결과를 보였다. S2는 매 15분마다 유의적으로 경도가 조금씩 낮아졌으며, S9는 15분까지 현저하게 낮아지고 15분부터 60분까지 완만한 경도 저하를 나타냈다. S2는 20°C 저장에서도 45분까지 S9보다 유의적으로 경도가 높아 겔 안정성이 더 높은 것으로 생각된다. 편육이나 족편과 같

은 겔 제품의 제조 시 필요 이상으로 고온에서 장시간 가열하면 과도하게 단백질이 응집되고, 결합력이 약한 소수성 잔기의 결합이 절단되어 균일한 network 형성을 파괴하므로 겔의 파단 강도가 낮아지고 조직감을 저하시킨다고 한다(Lee NH *et al* 1997; Kim YJ & Lee NH 1998). 홍어 피편 겔은 콜라겐의 결합력이 약한 수산물로 제조한 것이며, 특히 S9는 재료의 함량(30%)이 적은 것에 비해 가열 시간이 더 길어서(18분) S2보다 약한 결합력으로 겔 안정성이 더 떨어졌던 것으로 생각된다. 따라서 홍어 피편을 제조하기에 가장 적절한 겔화조건은 S2와 같이 홍어 껍질이 40% 사용되고 10분 정도의 짧은 시간 가열이 적합한 것으로 생각된다. 또한, 홍어 피편의 저장, 유통 시 10°C 전후의 낮은 온도를 유지해야 하며, 상온에 노출될 경우 가능한 노출 시간을 최소한으로 하여 품질 저하를 방지할 수 있도록 해야 한다고 생각한다.

### 요약 및 결론

본 연구는 홍어 피편의 표준화된 조리법을 개발하고자 겔 제조 조건과 그에 따른 관능적 품질 특성을 검토하였다. 홍어 피편 겔의 제조 조건을 위하여 홍어껍질의 함량(30%, 40%, 50%, 60%)과 가열 시간(10 min, 14 min, 18 min)을 달리한 피편의 텍스처를 측정하고, 수분함량과 pH 측정, 관능평가, 겔의 열안정성을 검토하여 품질 특성을 비교·분석하였다.

1. 홍어 피편의 적절한 겔은 텍스처 특성이 지나치게 부드럽거나 단단하지 않으며, 경도, 부착성, 탄력성이 모두 유의적으로 유사한 그룹에 해당되는 S2(홍어껍질 40%, 10분 가열), S3(홍어껍질 50%, 10분 가열), S6(홍어껍질 40%, 14분 가열), S9(홍어껍질 30%, 18분 가열), S10(홍어껍질 40%, 18분 가열)이 적절한 것으로 평가되었다.

2. 홍어 껍질의 부위에 따른 다양한 색상, 콜라겐에서 용출된 젤라틴 용액과 껍질의 불균일한 혼합에 의해 홍어 피편의 색은 다양하면서도 무채색에 가까운 색상을 나타내고 있었으며, 색의 진한 정도에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다.

3. 홍어 피편 겔로 적절하다고 평가된 5가지 시료의 경도, 씹힘성, 감성은 가열 시간이 길어지고 홍어 껍질 함량이 높은 시료에서 유의적으로 더 높았다. 부착성, 탄력성, 응집성은 시료 간 유의적인 차이가 없었다.

4. 홍어 피편의 수분 함량은 홍어껍질이 많이 함유된 S3(50%)와 오랜 시간(18분) 가열된 S9, S10에서 유의적으로 낮았으며, 홍어 껍질을 40% 함유하고 가열 시간이 10분인 S2는 수분함량이 83.40%, 14분 가열한 S6은 82.97%로 유의적으로 높았다. 홍어 피편의 pH는 8.17~8.71 사이의 약알칼리성이었으며, 홍어 껍질이 가장 많이 들어간 S3(50%)는 pH가 유의적으로 가장 높았고(pH 8.56), 오래 가열된 S9, S10은 pH가



8.32, 8.17로 낮은 수치를 나타내었다.

5. 기호도 검사에서 홍어 피편의 종합적인 기호도가 가장 높은 것은 홍어 겉질 40%를 함유하고 10분 가열한 S2이었으며, 그 다음은 겉질 30%에 18분 가열한 S9가 선호되었고, 동일한 함량의 겉질(40%)이 첨가되었으나 18분 가열한 S10은 가장 선호되지 않았다. 차이식별검사의 결과, 종합적인 기호도가 가장 높았고 외관, 텍스처의 기호도가 높았던 S2는 유의적으로 가장 투명하고 광택이 강하며 매끄러운 것으로 평가되었으며, 색이 옅고 탄력성이 가장 높았다. 종합적 기호도가 가장 낮았던 S10은 투명도, 광택이 가장 약하고 색상이 진하였으며, 탄력성, 매끄러운 정도가 가장 낮았다.

6. 홍어 피편 겔의 경도는 10℃와 20℃에서 시간이 경과됨에 따라 모두 유의적으로 낮아져 겔 안정성이 떨어지는 것을 알 수 있었고, 그 정도는 S2보다 S9에서 더 크게 나타났다.

이상으로 홍어 겉질로 피편을 제조할 때 겉질의 함량은 40%, 가열 시간은 10분 정도가 적절한 것으로 생각되며, 홍어 피편의 겔 안정성을 유지하기 위하여 10℃ 이하의 냉장 온도에서 보관하고, 상온에서의 노출은 최소한으로 해야 한다.

### 감사의 글

본 연구를 위해 수행하기 위하여 재료를 제공해주신 목포시 천마수산주 대표님께 감사드립니다.

### REFERENCES

- Baek DH (2006) Food Dimibang Annotation. Geulnurim, Korea. pp 155-171.
- Cha ES (2003) Quality characteristics of *Raja kenoei* by cooking conditions during fermentation period. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 1-3.
- Cho EJ (1994) Changes of the quality during storage of *Raja kenoei* meat. MS Thesis Kyungsung University, Busan. pp 4-6.
- Cho HS, Kim KH (2008) Quality characteristics of commercial slices of skate *Raja kenoei*. J East Asian Soc Diet Life 18: 214-220.
- Cho SH, Jahncke, ML, Chin KB, Eun JB (2006) The effect of processing conditions on the properties of gelatin from skate (*Raja kenoei*) skins. Food Hydrocolloid 20: 810-816.
- Je JY, Qian ZJ, Byun HG, Kim SK (2007) Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis. Process Biochem 42: 840-846.
- Jin YH, Kim SH (2007) Theory & Practice: Food and Cookery Science. Jigumoonhwasa, Korea. p 202.
- Jun MR, Lee JM, Lee KS, Kim KO (2000) The effects of preparation conditions on the properties of *jokpyun* (traditional Korean gel type food) model system. Food Sci Biotechnol 9: 27-31.
- Kang KH, Jeong KS (2012) Extraction characteristics, antioxidative effect and preparation of collagen gel of skate skin extracts. J Korea Academia-Industrial Cooper Soc 13: 5637-5645.
- Kang KH, Jung JH, Jung GS, Baek JM (2011) A study on development and industrialization of collagen gel from skate ray by-product. Proceeding of the Korean Environmental Sci Soc Conference 20: 404-406.
- Kim JS, Kim HS, Yang SK, Park CH, Oh HS, Kang KT, Ji SG (2006) Quality characteristics of accelerated salt-fermented anchovy sauce added with shrimp *Pandalus borealis* by products. J Korean Soc Food Sci Nutr 35: 87-95.
- Kim JS, Cho SY (1996) Screening for raw material of modified gelatin in marine animal skins caught in coastal offshore water in Korea. Agric Chem Biotechnol 39: 134-139.
- Kim JS, Heu MS, Ha JH (2007) Fundamentals and Applications of Seafood Processing. Hyoil Publishing Co. Seoul, Korea. pp 129-140.
- Kim SK, Kim SW, Noh SJ, Kim Y, Kang JH, Lee SH (2013) Qualities of *Konjac* containing tunic extract from *Styela clava*. J Korean Soc Food Sci Nutr 42: 410-414.
- Kim YJ, Lee NH (1998) Changes of physicochemical characteristics of *pyunyuk* depending on cooking time during processing. J Korean Soc Food Sci Nutr 27: 668-674.
- Kwon MC, Kim CH, Kim HS, Syed AQ, Hwang BY, Lee HY (2007) Anti-wrinkle activity of low molecular weight peptides derived from the collagen isolated from *Asterias amurensis*. Korean J Food Sci Technol 39: 625-629.
- Lee HR (2012) Physicochemical and sensory properties of skate(*Raja kenoei*) fermented with *Bacillus subtilis* under *Sous-vide* method. MS Thesis Hanyang National University, Seoul.
- Lee KA (1999) Extractive nitrogenous constituents of fermented commercial skate, *Raja kenoei*. MS Thesis Yeosu National University, yeosu. pp10-12.
- Lee MK (1996) A study of the bio-nutritional evaluation of raja skates caught in Huksando area. J Kwangju Health College 21: 253-265.

- Lee NH, Kato, N, Yasunaga K, Nakagawa N, Arai KI (1997) A new simple method for evaluation of characteristic gel forming ability of walleye pollack frozen *surimi* in a factory. Bull Japan Soc Sci Fish 63: 977-984.
- Meullenet JF, Chang HC, Carpenter JA, Resurreccion A (1994) Textural properties of chicken Frankfurters with added collagen fibers. J Food Sci 59: 729-733.
- Ministry of Oceans and Fisheries (2015) <http://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=9520&boardKey=10&menuKey=521&currentPageNo=1>. Accessed Oct 6, 2015.
- Moon SJ, Son KH (2006) Food Science and Cooking Principles. Soohaksa, Korea. p 293.
- Nam HK, Lee MK (1995) Studies on the fatty acids and cholesterol level of raja skate. J Kor Oil Chem Soc 12: 55-58.
- Ngo DH, Kang KH, Jung WK, Byun HG, Kim SK (2014) Protective effects of peptides from skate (*Okamejei kenojei*) skin gelatin against endothelial dysfunction. J Funct Food 10: 243-251.
- Park SH, Lee JK, Jeon JK, Byun HG (2011) Characterization of a collagenase-1 inhibitory peptide purified from skate *dipturus chilensis* skin. J Kor Fish Aquat Sci 44: 456-463.
- Shin AG, Kim SD (2009) Sensory characteristics of herbal *dombaeki pipyun* prepared with shark skin and cartilage. J East Asian Soc Diet Life 19: 618-626.
- Shon JH, Eun JB (2010) Physicochemical and functional properties of collagen powder from skate (*Raja kenojei*) skins. J Kor Food Preserv 17: 435-443.
- Species Korea (2012) *Okamejei kenojei* (Müller & Henle, 1841). [http://www.nibr.go.kr/species/home/species/spc01001m.jsp?cls\\_id=61191&cont\\_cls\\_id=1&show\\_all\\_tab](http://www.nibr.go.kr/species/home/species/spc01001m.jsp?cls_id=61191&cont_cls_id=1&show_all_tab) Accessed Dec. 24, 2012.

---

Date Received	Feb. 16, 2016
Date Revised	Apr. 6, 2016
Date Accepted	Apr. 7, 2016