



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

관능평가 및 이화학적 분석을 이용한
바닷가재 (*Nephropidae*) 및
꽃게 (*Portunus trituberculatus*) 의
품질 평가



2019년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

식 품 공 학 과

김 소 현

공 학 석 사 학 위 논 문

관능평가 및 이화학적 분석을 이용한
바닷가재 (*Nephropidae*) 및
꽃게 (*Portunus trituberculatus*) 의
품질 평가

지도 교수 이 양 봉

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함.

2019년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

식 품 공 학 과

김 소 현

김소현의 공학석사 학위논문을 인준함.

2019년 2월



위 원 장 농학박사 김 선 봉 (인)

위 원 농학박사 양 지 영 (인)

위 원 농학박사 이 양 봉 (인)

목 차

List of Table	v
List of Figure	vii
Abstract	viii
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	6
1. 실험재료	6
2. 실험방법	6
가. 시료 전처리	6
나. 관능평가	7
다. 화학적 분석	7
(1) pH 측정	7
(2) K-value 측정	8
(3) 휘발성 염기 질소(TVB-N) 측정	9
(4) Trimethylamine(TMA) 및 dimethylamine(DMA) 측정	10

(5) Ammonia 측정.....	10
(6) 휘발성 황화합물(volatile sulfur compounds) 분석.....	11
라. 물리적 분석.....	11
(1) 색도 변화.....	11
(2) 무게 변화.....	12
마. 미생물학적 분석.....	12
바. 통계처리.....	13
Ⅲ. 결과 및 고찰.....	14
1. 25℃ 저장 시 바닷가재와 꽃게의 5등급 관능평가 기준 설정.....	14
2. 바닷가재와 꽃게의 저장 중 품질변화에 따른 화학적 지표의 설정....	23
가. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 pH 설정.....	23
나. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 K-value 설정.....	27
다. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 TVB-N 설정.....	30

라. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 trimethylamine (TMA) 설정	32
마. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 dimethylamine (DMA) 설정	34
바. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 ammonia 설정.....	36
사. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 휘발성 황화합물 설정.....	38
3. 바닷가재와 꽃게의 저장 중 품질변화에 따른 물리적 지표의 설정.....	42
가. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 색도 설정.....	42
나. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 drip loss 설정.....	45
다. 바닷가재와 꽃게의 저장 중 품질변화에 따른 일반세균수의 설정.....	47
IV. 결론.....	50

V. 참고문헌.....	52
VI. 감사의 글.....	63



List of Table

Table 1. Reaching period of 5 grading sensory scores of lobster (<i>Nephropidae</i>) and swimming crab (<i>Portunus trituberculatus</i>) stored at 25℃	15
Table 2. Sensory results in each grade for whole body of lobster stored at 25℃	16
Table 3. Sensory results in each grade for meat of lobster stored at 25℃	19
Table 4. Sensory results in each grade for whole body of swimming crab stored at 25℃	21
Table 5. Sensory results in each grade for cut body of swimming crab stored at 25℃	24
Table 6. Changes of pH according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	26
Table 7. Changes of K-value according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	28
Table 8. Changes of TVB-N compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	31

Table 9. Changes of trimethylamine (TMA) compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	33
Table 10. Changes of dimethylamine (DMA) compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	35
Table 11. Changes of ammonia compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	37
Table 12. Changes of drip loss compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	46
Table 13. Changes of viable cell count according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃	48

List of Figure

Fig. 1. Photographs of whole body of lobster stored at 25℃ according to 5 scale freshness.....	17
Fig. 2. Photographs of meat of lobster stored at 25℃ according to 5 scale freshness.....	20
Fig. 3. Photographs of whole body of swimming crab stored at 25℃ according to 5 scale freshness.....	22
Fig. 4. Photographs of cut bodies of swimming crab stored at 25℃ according to 5 scale freshness.....	25
Fig. 5. Changes of volatile sulfur compounds according to the sensory scores of (A) whole body and (B) meat from lobster stored at 25℃.....	39
Fig. 6. Changes of volatile sulfur compounds according to the sensory scores of (A) whole body and (B) cut body from swimming crab stored at 25℃.....	40
Fig. 7. Changes of color difference according to the sensory scores of (A) whole body and (B) meat of lobster stored at 25℃.....	43
Fig. 8. Changes of color difference according to the sensory scores of (A) whole body and (B) cut body of swimming crab stored at 25℃.....	44

Quality Evaluation of Lobster (*Nephropidae*) and Swimming Crab (*Portunus trituberculatus*) Using Sensory Test and Physicochemical Analyses

So-Hyun Kim

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan
48513, Korea

Abstract

Lobster (*Nephropidae*) and swimming crab (*Portunus trituberculatus*) are widely used as a side dish in the world. However, their safeties are low because of rotten problems related to freshness during import process or storage. The objective of this study is to provide chemical data in order to support subjective discrimination guideline against sensory evaluation occurred during storage of lobsters and swimming crabs. The samples used in this study were whole and meat of lobster, whole and cut body of swimming crab. Color difference, drip loss, pH, K-value, total volatile basic nitrogen (TVB-N), trimethylamine (TMA), dimethylamine (DMA), ammonia, volatile nitrogen compounds and volatile sulfur compounds were measured. Their freshness was judged into 5 grades, so 5 point is the freshest one and 1 point is the least. As freshness was decreased, the pH values tended to increase to the highest values of pH 7.8 and pH 8.2 for lobster and swimming crab, respectively. TMA, DMA, and ammonia were measured with the maximum values of 6.63 ± 0.26 mg%, 5.48 ± 0.15 mg% and 2.65 ± 0.01 mg% in the lobster, respectively. Swimming crab had their maximum values of 4.60 ± 0.12 mg%, 4.42 ± 0.16 mg% and 2.29 ± 0.01 mg%, respectively. Volatile sulfur compounds such as hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide and dimethyl disulfide were analyzed. The amount of volatile sulfur compounds in the lobsters and swimming crabs were so low not to be measured in the 5–4 point range, and their values were increased when sensory scores were 3 to 1 point. These results can

provide the basic information to support the scientific data for sensory evaluation used in the freshness of lobsters and swimming crabs.



I. 서론

바닷가재(*Nephropidae*)는 갑각강 십각목에 속하는 갑각류의 한 종류이며 태평양, 인도양, 대서양 연근해 등에 분포하여 육지와 가까운 바다 밑에 서식한다(Obst et al., 2006). 꽃게(*Portunus trituberculatus*)는 갑각강, 십각목, 꽃게과에 속하는 갑각류의 한 종류이고 수심 20-30 m의 바닷가에 서식하며, 우리나라의 서해와 남해 및 일본, 중국해역 등에 분포하고 있다(Kang et al., 2017).

국내의 바닷가재 및 꽃게의 수입량은 꾸준히 증가하는 추세이다. 국내로 수입되는 양이 증가함에 따라 수산물의 신선도에 대한 관심이 높아지고 있으며, 바닷가재 및 꽃게와 같은 갑각류는 다른 수산물들과 마찬가지로 매우 부패하기 쉬운 식품이므로 이에 따른 철저한 품질검사가 필요하다. 신선도는 취급, 가공 및 보관 중에 이르는 절차에 따라 어획된 순간부터 소비자에게 도달하여 섭취될 때까지 수산물의 품질을 평가할 때 가장 중요한 요소이다(Hernández et al., 2009). 수산물의 신선도는 장거리 운송 및 보관 중에 쉽게 변형될 수 있으며, 수산물 소비량 및 소비자들의 섭취에 큰 영향을 준다. 해산물의 신선도를 결정짓는 것은 여러가지가 존재하지만 단백질의 변성 및 분해, ATP분해, pH 저하, 지질산화, trimethylamine(TMA) 및 휘발성 염기 질소(TVB-N)와 같은 화합물 생산과 관련이 있는 사후 변화가 직접적으로 영향을 끼치며(Yoo et al., 2003) 미생물의 생성 등에 의해서도 신선도가 저하된다(Philips,

1996). 이밖에도 어류 부패와 관련된 주요 화합물은 acid, alcohol, aldehyde류, amine, ester, ketone류 및 휘발성 황화합물 등이 있다(Gram et al., 2002). 수산물을 포함한 모든 식품의 신선도는 관능적, 물리적, 화학적 및 미생물학적인 변화를 포함한 몇 가지 일반적인 분석 방법으로 평가할 수 있다(Zhang et al., 2010; Gökodlu et al., 1998). 그러나 이러한 분석 결과가 항상 상호 연관성이 있는 것은 아니므로 정확한 선도 판정을 위해서는 여러가지 판정법을 적용하여 종합적으로 신선도를 측정하는 것이 효과적이다(Hernández et al., 2009).

관능평가는 사람의 시각, 후각, 맛, 촉각 및 청각 등의 감각으로 신선도를 판정하는 방법으로 단시간에 신선도를 판정하고 즉각적인 정보를 제공할 수 있는 가장 보편적인 방법이지만 관능평가는 여러 구성원을 포함하여 숙련된 패널이 필요하며, 개인적인 차이가 크다는 단점 및 한계가 있다(Meilgaard et al., 1999). 따라서 관능평가를 진행하면서 물리적, 화학적 및 미생물학적 변화에 대한 품질 평가를 병행하는 것이 좋다.

화학적 지표는 화학반응으로 인해 생성 또는 소멸되는 물질을 분석함으로써 수산물의 상태를 알 수 있는 것을 말한다. 수산물의 신선도 평가를 위한 화학적 방법으로는 주로 trimethylamine(TMA), dimethylamine(DMA), 휘발성 염기 질소(TVB-N), ammonia 및 k-value 등이 포함된다(Özogul et al., 2000).

TMA는 주로 Trimethylamine oxide(TMAO)에 체내 박테리아와 효소의

작용에 의해서 trimethylamine으로 변하며, 이는 수산물의 저장기간 중 생성되는 대표적인 비린내 성분 중 하나이다(Huss, 1995). TMAO는 자연적으로 독성이 없는 물질로서 일반적으로 어류 및 갑각류와 같은 수산물의 삼투압 기능에 관여한다. DMA는 동결 보존 동안 자기분해 효소에 의해서 생성되고 (Ólafsdóttir et al., 1997; Wu et al., 2008; Baixas-Nogueras et al., 2001), 부패 세균의 효소작용에 의해 단백질이 분해되어 아미노산이 되고, ammonia를 생성시키게 된다(Huss, 1995; Lakshmanan et al., 2000,). 또한 아미노산으로부터 탈카르복시에 의하여 휘발성 아민류를 생성한다. 이렇게 수산물의 부패기간동안 생성된 암모니아 질소와 TMA, DMA 등과 같은 휘발성 아민을 합쳐서 총 휘발성 염기 질소라고 하며(Huss, 1995; Cai et al., 2011), TVB-N은 신선도의 지표로 해산물 품질 측정에 널리 사용되는 방법 중 하나이다(Malle et al., 1989; Gonçalves et al., 2015). K-value는 ATP 농도 및 분해산물로부터 계산되며, 이 화합물이 분해되는 속도를 측정하는데 사용된다. ATP는 $ATP \rightarrow ADP \rightarrow AMP \rightarrow IMP \rightarrow HxR(Inosine) \rightarrow Hx(Hypoxanthine) \rightarrow X(xanthine)$ 의 경로로 효소적으로 분해되어 저분자 물질로 이행이 된다(Ocaño-Higuera et al., 2009). IMP까지의 변화는 급속히 진행되며 사후강직까지 완료가 된다. HxR 및 Hx는 저장 중 점차 증가하므로 이 둘의 합계량의 비를 구하고 그 비율이 높은 것일수록 신선도가 저하되었다고 판단하며 주로 초기변화 정도를 판단할 때 사용된다. 따라서, K-value는 어류의 신선도를 평가하는데 광범위하게 사용이 되어지고 있으며 어류의 저장

시간과 상관관계가 있다고 알려져 있다(Ocaño-Higuera et al., 2011). 물리적 특성 변화는 신선도의 품질에 있어서 직접적인 영향을 미친다. 일반적으로 물리적 특성은 색의 변화, 질감, 수분 보유 능력, 무게, 근육 조직, 등의 변화를 관찰하는 것이다(Ocaño-Higuera et al., 2011; Cheng et al., 2015). 미생물은 대부분 수산물 부패의 주요 원인이다. 따라서 미생물학적 신선도 판정법은 식품의 신선도를 판정하는데 유용한 지표로 활용되고 있다(Gram et al., 2002; Özogul et al., 2005).

수산물의 한 종류인 생선 및 어패류 등에 대한 관능적, 물리적, 화학적 및 미생물학적 품질 평가에 대해 연구한 논문은 블랙 타이거새우(Le et al., 2017), 젓새우(lu et al., 2011), 오징어(Vaz-Pires et al., 2008; Sungsi-in., 2011), 홍합(Caglak et al., 2008), 연어(Mikš-Krajnik et al., 2016; Sallam et al., 2007), 청어(Özogul et al., 2000), 정어리(Gökodlu et al., 1998), 선어(Ocaño-Higuera et al., 2011), 대구(Kuuliala et al., 2018), 도미(Cakli et al., 2006), 농어(Papadopoulos et al., 2003) 등으로 많이 존재하며, 또한 특정 어류 및 해산물에 대해서는 풍미, 냄새 및 외관을 평가하기 위한 표준화된 관능평가법이 개발되어져 있다. 그러나 바닷가재 및 꽃게에 대한 관능평가 및 이화학적 분석을 포함한 품질평가에 대한 활용 및 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 바닷가재 및 꽃게를 주관적인 관능평가 결과를 바탕으로 이를 뒷받침할 수 있는 수산물의 신선도 평가 시 주로 실시하는 객관적이며 정확한 물리적, 화학적 및 미생물학적 분석을 병행하여 진행함으로써

갑각류의 신선도 판정과 저장 중 수명 및 품질 변화에 대한 신뢰성 있는 갑각류의 등급별 품질 평가 방법을 포함한 신선도 지표를 제시하고자 한다. 또한 관능평가 등급에 따라 이들의 화학적 변화에 대한 결과를 비교하고자 한다.



II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 바닷가재(*Nephropidae*; 무게 및 길이 각각 540 ± 4 g 및 34 ± 3 cm), 꽃게(*Portunus trituberculatus*; 무게 및 길이 각각 234 ± 2 g 및 $8 \times 17 \pm 1$ cm)는 활 형태로 부산광역시에 위치한 자갈치 시장에서 구입하여 사용하였다. 샘플은 크기와 색상이 균일하도록 선택되었다.

2. 실험방법

가. 시료 전처리

시료는 구입한 후 바로 흐르는 수돗물로 깨끗하게 세척하여, 바닷가재의 경우 원물과 머리 및 내장을 제거한 살 형태(fresh)로 나누었으며, 꽃게는 원물과 갑각 및 내장을 제거한 절단 형태로 나누어서 단일 개체를 일회용 용기에 담아 실험에 사용하기 전까지 -70°C 에서 냉동 보관하였다. 관능평가 및 화학적, 물리적, 미생물학적 분석을 하기 전 유수해동한 후 실험을 진행하였다. 모든 실험은 개체차이를 줄이기 위하여 3마리 이상의 시료를 사용하였고, 3회 반복하여 측정되었다.

나. 관능평가

총 20명을 대상으로 관능평가를 실시하였으며, 갑각류의 특성상 개체 간의 크기 및 상태의 차이가 크므로 최대한 같은 조건의 시료를 선별하였다. 바닷가재는 원래 형태 및 살, 꽃게는 원래 형태 및 절단으로 나누었으며, 각 시료마다 3마리씩 준비하여 25℃에서 저장하여 관능평가를 진행하였다. 저장 실험에 사용한 기기는 인큐베이터(KI-N5hl, 고려기기)로 다량의 시료를 한꺼번에 저장할 수 있도록 하였다. 단일 개체를 일회용 용기에 담아서 저장시간에 따른 냄새, 색깔, 외관상태 및 변형정도, 육의 상태, 내장 상태 등에 대한 선도변화를 관찰하였다. 가장 신선한 상태를 5점으로 하였으며, 신선한 상태를 4점, 보통일 때를 3점, 선도가 좋지 않을 때를 2점, 선도가 가장 좋지 않을 때를 1점으로 총 5점법으로 순위를 측정하였다.

저장 시간에 따른 상태 변화를 정확하게 체크하고자 사진 촬영도 함께 진행하였으며 사진 촬영은 디지털 카메라(Canon EOS M3)를 사용하여 비율을 1배로 하여 실시하였고, 외부에서 들어오는 빛을 차단하고자 간이 스튜디오를 설치하여 사진 촬영을 진행하였다.

다. 화학적 분석

(1) pH 측정

관능평가에 따른 점수대 별로 시료를 각각 분쇄하여 시료 무게의 10배량

의 distilled water를 가한다. 그 후 300 rpm으로 30분간 추출하여 pH meter(Thermo Scientific™, Orion star A211, USA)의 전극 (Orion star, 8157-Bnumd, USA)로 측정하였다.

(2) K-value 측정

관능평가 점수대별 시료를 10 g 정량하여 마쇄한 후 10% perchloric acid 20 mL를 첨가하여 30분간 교반하였다. 그 후 4℃에서 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 상층액을 최대한 모았다. 시료 정량부터 다시 3회 반복하였으며, 상층액을 전부 혼합하여 냉장 보존한 5N-KOH를 이용하여 pH 6.5로 조절한 후 100 mL로 정용하였다. 이 용액을 비커에 부어서 약 30분 정치한 후 상등액만 0.25 μ m membrane filter를 이용하여 여과한 후 1.5 mL vial에 적정량 취하여 분석용 시료로 하였다. HPLC-UV Hitachi (Thermo Fisher Scientific Inc., U-3000, USA)를 분석에 사용하였으며, column은 C18 (300 $\times$ 3.9 mm)를 사용하였다. Injection volume은 20 μ L이며, 온도는 40℃, Flow 속도는 0.8 mL/min로 유지되었다. Mobile phase는 1% triethylamine-perchloric acid를 사용하였고, Detector는 UV detector 254 nm를 사용하였다. ADP, AMP, IMP 및 Inosine 표준물질의 검출 면적을 표준으로 시료의 희석배수를 곱하여 계산한 후 아래 식과 같이 K-value 값을 구하였다(Shin et al., 2013).

$$K \text{ value (\%)} = \frac{(H_xR + H_x)}{ATP + ADP + AMP + IMP + H_xR + H_x} \times 100$$

(3) 휘발성 염기 질소(TVB-N) 측정

휘발성 염기질소는 미량확산(Conway)법으로 실시하였다. 균질화 된 시료 10g을 정밀히 취하여 2개의 비커에 따로 넣어 50 mL distilled water와 혼합하고, 30분간 침출하고 여과지 (Whatman® No.1)를 이용하여 여과하였다. 여과된 용액을 5% 황산 용액을 이용하여 약산성으로 조정하고 최종 부피가 100 mL가 되도록 증류수로 정용한 것을 시험용액으로 사용하였다.

휘발성 염기질소 실험용 확산기(Conway unit)를 약간 기울여 놓고 외실 B의 아래쪽에 시험용액 1.0 mL, 내실 C에 0.01N-H₂SO₄ 1.0 mL를 넣은 후 확산기의 덮개에 기밀제(바셀린)를 바른 다음 K₂CO₃ 포화용액 1.0 mL를 외실 A의 위쪽에 재빨리 넣고 즉시 덮개를 덮어 클립으로 고정하였다. 그 후 확산기를 전후좌우로 기울이면서 조용히 회전하여 외실 A, B 내의 시험용액과 K₂CO₃ 포화용액을 잘 섞은 후, 25℃ 60분 정치하였다. 덮개를 열고 내실의 0.01N-H₂SO₄용액에 Brunswik시액 한 방울(10 μℓ)을 넣고 마이크로뷰렛을 사용하여 0.01N-NaOH 용액을 종말점인 녹색이 될 때까지 적정하여 2회 반복 실험하여 평균치(a mL)를 구하였다. 또한 시험용액 대신 증류수를 사용하여 같은 방법으로 공시험을 진행하여 2회 평균치(b mL)를 구하여 다음 계산식에 따라 계산하였다.

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = 0.14 \times \frac{(b-a) \times F}{W} \times 100 \times d$$

여기서 a = 공시험의 0.01N-NaOH 적정 소비량 (mL), b = 본시험의

0.01N- NaOH 적정 소비량 (mL), $f = 0.01\text{N-NaOH}$ 의 역가, $W =$ 검체 채취량 (g), $d =$ 희석 배수이다.

(4) Trimethylamine(TMA) 및 dimethylamine(DMA) 측정

관능평가 점수대 별 시료 500 g을 측정하여 분쇄 후 알루미늄 gas bag(265 × 212.5 mm, AS ONE)에 넣고 밀봉하였다. 50℃의 drying oven에서 30분간 방치하여 headspace에 휘발성 성분을 모은 후 휘발성 기체를 250 μl gas tight syringe를 이용하여 200 μl 을 채취하여 GC injector에 주입하였다.

정량 분석을 위해 gas chromatography-nitrogen phosphorous detector(GC-NPD)을 사용하였으며, column은 RTX-35(30.0 m × 0.53 mm × 1 μm)을 사용하였다. 최적화된 오븐 온도 프로그램은 초기 온도 50℃에서 10분동안 유지시킨 후, 10℃/min씩 150℃로 승온시킨 다음 20분 동안 유지되었다. Injector 및 detector의 작동 온도는 250℃이며, carrier gas에는 helium(He)이 사용되었고, detector flame에는 수소(H)와 산소(O₂)를 사용하였다. 유속은 각각 6.5 mL/min, 27 mL/min 및 275.5 mL/min이다.

(5) Ammonia 측정

암모니아 측정은 TMA 및 DMA와 마찬가지로 headspace법으로 분석을 하였다. 관능평가 점수대 별로 500 g의 시료를 분쇄하여 알루미늄 gas bag(265 × 212.5 mm, AS ONE)에 넣어 밀봉한 후 50℃의 drying oven에

서 30분간 방치하여 휘발성 성분을 추출한 후 휘발성 기체를 암모니아 가스 검지관(Gas Tec, Japan)을 이용하여 검출하였다. 그 후 암모니아 분석을 실시하였다.

(6) 휘발성 황화합물(volatile sulfur compounds) 분석

관능평가 점수대 별로 500 g의 시료를 분쇄하여 알루미늄 gas bag(265 × 212.5 mm, AS ONE)에 넣어 밀봉한 후 50℃의 drying oven에서 30분간 방치하여 휘발성 성분을 추출한 후 휘발성 기체를 250 μ l gas tight syringe를 이용하여 200 μ l 채취하였다. 그 후 gas chromatograph-pulsed flame photometric detector(GC-PFPD : Shimadzu, GC-2010, Japan)를 이용하여 분석을 실시하였다.

수집된 휘발성 물질은 DB-1 column(30.0 m × 0.25 mm × 0.28 μ m)을 사용하였으며, 오븐 온도 프로그램은 초기온도 35℃에서 15분간 유지시킨 후, 5℃/min씩 100℃로 증가되어 1분동안 유지되었다. Carrier gas 및 detector gas는 GC-NPD를 이용하여 TMA 및 DMA 분석에 사용된 것과 동일하다. Injector 및 detector 온도는 각각 200℃ 및 360℃였다.

라. 물리적 분석

(1) 색도 변화

색도는 색차계(Lovibond® RT-300, Reflectance Tintometer, United Kingdom)를 사용하여 Hunter L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness) 값을 각각 3 회 반복하여 측정한 뒤 평균값으로 나타냈으며 측정 부위는 꽃게 및 바닷가재의 원래 형태는 모두 갑각의 윗부분을 측정하였고, 바닷가재의 살은 윗부분을 측정하였으며, 꽃게의 절단 형태는 육 부분을 밖으로 빼내서 측정하였다.

(2) 무게 변화

시료의 무게는 관능평가에 따른 결과를 점수대별로 화학저울(전자저울 STX1202KR, Scout®)을 사용하여 측정하였다. 체중 감량의 정도를 백분율로 계산하였다.

마. 미생물학적 분석

일반세균수 실험은 관능평가 점수대 별로 시료를 25 g씩 stomacher bag에 채취하여 시료 무게의 9배량에 해당하는 희석수(PBS)를 가하여 2분간 stomacher (BagMixer® interscience, France)로 균질화하였다. 각 시료를 단계별로 희석한 후 희석액을 2개의 3M 건조 필름 배지(3M Petrifilm™)에 1 mL씩 가하여 누름판으로 5-10초간 눌러준 후 $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 인큐베이터에서 48 ± 2 시간 배양한 후 집락수(colony)를 계측하고 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 일반세균수를 산정하였다.

바. 통계처리

통계 분석은 windows용 SAS 8.01(SAS, 2017)을 사용하여 수행되었습니다. ANOVA를 수행하였고 Duncan의 multiple range test를 사용하여 평균 값 사이의 유의한 차이를 분석하였다. $P < 0.05$ 의 값이 통계적 유의성의 기준으로 사용되었다.



Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 25℃ 저장 시 바닷가재와 꽃게의 5등급 관능검사 기준 설정

바닷가재는 원물과 살의 형태로 나누었고, 꽃게는 원물과 절단 형태로 나누어 25℃에 저장하면서 변화에 따라 5등급으로 분류하였으며, 각각 등급에 따른 도달 시간을 Table 1에 나타냈다. 바닷가재의 원물은 신선도가 보통일 때의 3점은 7시간이 경과하였을 때이며, 신선도가 가장 저하된 1점은 17시간이 경과하였을 때라고 결정되었다. 바닷가재 살 형태는 신선도가 가장 저하된 1점이 20시간이 경과하였을 때라고 결정이 되었으며, 원물보다 살 형태의 신선도가 저하되는 시간이 더 긴 이유는 원물에는 내장이 함께 있지만 살 형태의 경우 내장을 제거한 형태이기 때문에 원물보다 조금 더 늦게 신선도가 저하되기 때문이라고 판단되어진다. 꽃게 중 원물의 경우 신선도가 보통일 때인 3점대는 7시간이 경과하였을 때이며, 신선도가 가장 좋지 않은 1점대는 17시간이 경과하였을 때로 결정되어졌다. 절단 형태의 1점대는 20시간이 경과하였을 때라고 판단되었으며, 바닷가재와 마찬가지로 원물의 신선도 저하시간이 더 빠른 이유는 내장이 함께 있기 때문이라고 판단되어진다.

바닷가재 원물의 관능검사 5등급에 따른 냄새, 접합력 및 손상도, 내부에서 육의 탄력, 내장 상태 및 활어상태일 때의 활력도에 대해서 관찰하여 각각 등급에 해당하는 사항을 Table 2에 나타냈으며, Fig. 1에는 바닷가재 원물의

Table 1. Reaching period of 5 grading sensory scores of lobster (*Nephropidae*) and swimming crab (*Portunus trituberculatus*) stored at 25℃

Product name	Part	Condition	Storage hours at 25℃				
			Sensory score				
			5	4	3	2	1
Lobster	Whole body	Alive and frozen	0	4	7	12	17
	cut bodies	Frozen	0	6	9	15	20
Swimming crab	Whole body	Alive and Frozen	0	4	7	11	17
	Meat	Frozen	0	6	10	15	20

Table 2. Sensory results in each grade for whole body of lobster stored at 25°C

Quality parameter		Description	Score
Odor		Unique odor & full of freshness	5
		Unique odor & a little freshness	4
		Freshness & very weak ammonia and sulfide compounds	3
		No freshness strong smell of ammonia & S-compounds & fishy smell	2
		Very strong smell of ammonia & S-compounds	1
Appearance	Cementing power	Very strong connection	5
		Good connection	4
		Slight loose	3
		Lose elasticity and stretch	2
		Fully loses elasticity and stretch	1
Internal	Elasticity of meat	Very strong elasticity & gloss	5
		Strong elasticity & gloss	4
		Relatively good elasticity, beginning to soften & losing luster	3
		Low elasticity & pretty smooth	2
		Lost elasticity & easily breaking down by weak force	1
	Organ	No flowing	5
		Retained form	4
		Start to change shape	3
		No shape maintained	2
		empty head	1
Alive	Energy	Alive and great vitality	5
		Alive and energetic	4
		Alive and normal in vitality	3
		Alive and significantly lower vitality	2
		Not alive	1

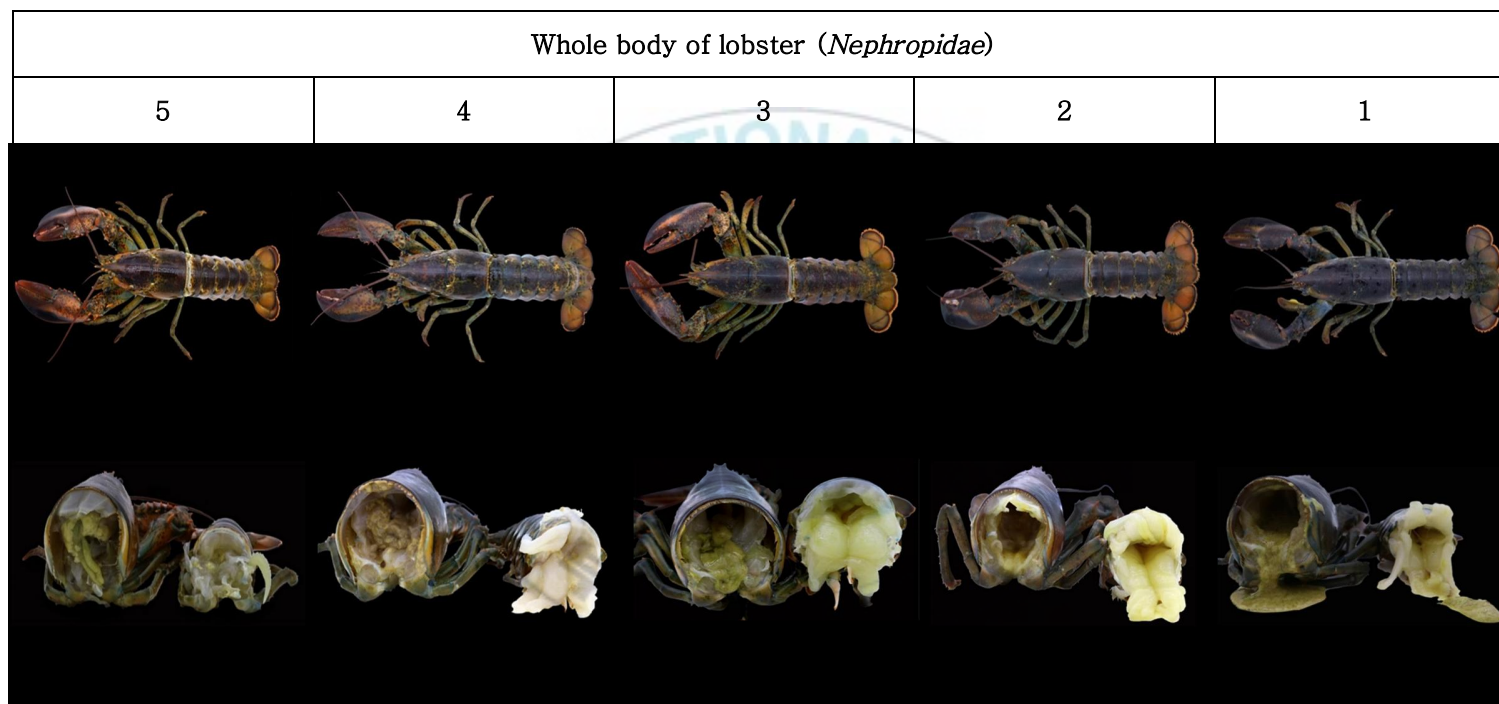


Fig. 1. Photographs of whole body of lobster stored at 25°C according to 5 scale freshness

변화에 대한 5등급별 사진을 나타냈다. 냄새의 경우 신선한 상태인 5점에서는 신선취가 나지만, 점점 신선도가 저하되면서 보통상태인 3점대부터 암모니아 냄새가 나기 시작하다가 2점대가 되면 암모니아 및 황화합물 냄새가 난다. 내부 관찰 요소인 육의 탄력 및 내장의 경우 신선한 5점에서는 탄력이 우수하며 내장의 경우 흘러내림 없이 본래의 형태를 잘 유지하고 있지만 신선도가 저하될수록 탄력이 저하되고, 내장도 점점 흘러내리게 된다. Table 3에는 바닷가재 살 형태의 관능검사 등급에 따른 냄새, 육의 탄력 및 손상에 대하여 나타냈으며 관능검사 등급별 사진을 Fig. 2에 나타냈다. 바닷가재 원물과 비교하였을 때 큰 변화는 없는 것으로 관찰되었다. 바닷가재는 저장시간이 경과하여 신선도가 저하되어도 외관의 색은 크게 변화하지 않아서 색상에 대한 항목은 따로 관찰하지 않았다.

꽃게 원물의 관능평가 5등급에 따른 냄새, 접합력, 손상, 육의 탄력 및 내장의 변화 등에 대해서 관찰하여 각 등급에 해당하는 사항을 Table 4에 나타냈으며, Fig. 3에는 관능평가 사진을 나타냈다. 냄새의 경우 앞서 설명한 바닷가재와 동일하며, 접합력의 경우 신선한 5점대에서는 보행 족과 갑각부의 접합부가 매우 단단하게 연결되어 있지만 신선도가 점차 저하되면서 접합부가 느슨해지기 시작하며, 신선도가 가장 좋지 않은 1점대가 되면 보행 족과 갑각부의 접합부가 탄력을 잃고 늘어뜨려지며 보행 족과의 분리가 일어나게 된다. 육의 탄력 및 내장의 변화는 신선한 상태인 5점에서는 탄력이 우수하고, 내장도 본래의 형태를 잘 유지하고 있으나, 신선도가 저하된 2점부터는 탄력이 떨어

Table 3. Sensory results in each grade for meat of lobster stored at 25℃

Quality parameter		Description	Score
Odor		Unique odor & full of freshness	5
		Unique odor & a little freshness	4
		Freshness & very weak ammonia and sulfide compounds	3
		No freshness strong smell of ammonia & S-compounds & fishy smell	2
		Very strong smell of ammonia & S-compounds	1
Internal	Elasticity of meat	Very strong elasticity & gloss	5
		Strong elasticity & gloss	4
		Relatively good elasticity, beginning to soften & losing luster	3
		Low elasticity & pretty smooth	2
		Lost elasticity & easily breaking down by weak force	1

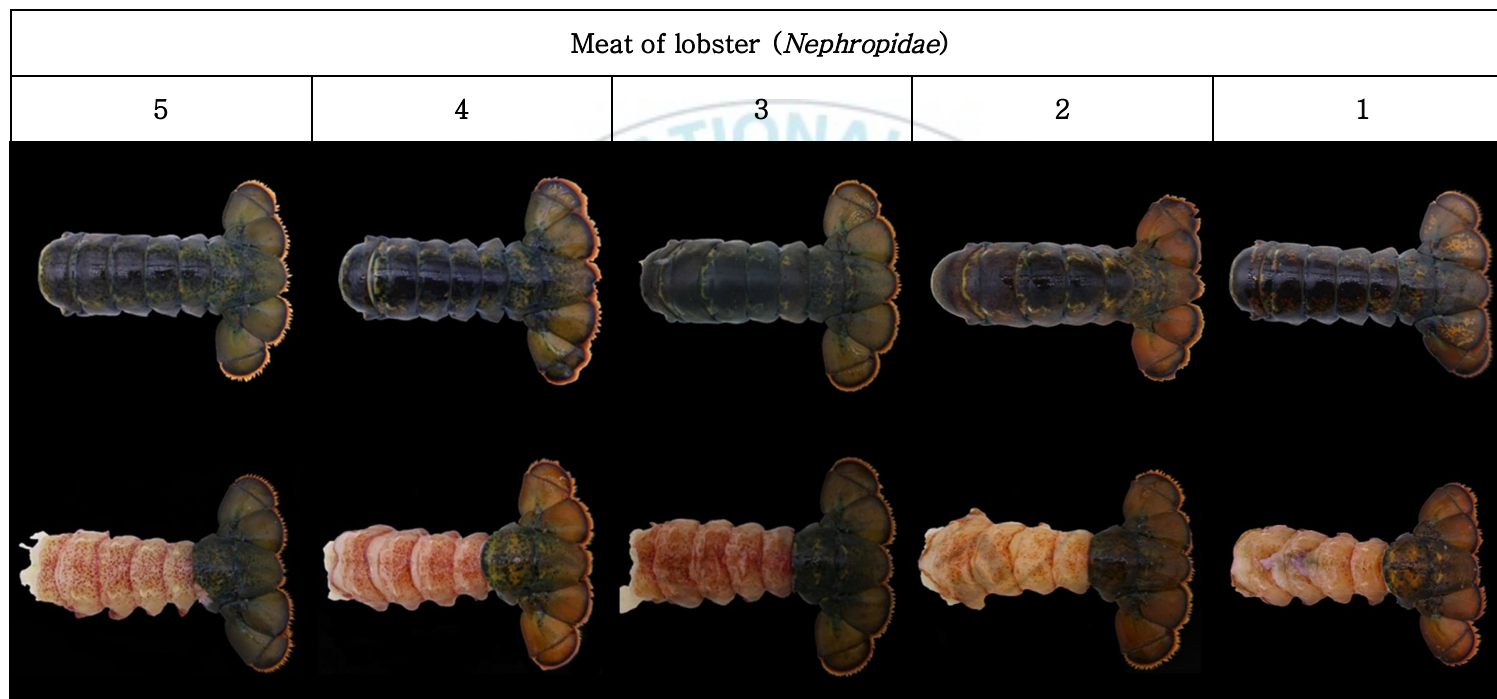


Fig. 2. Photographs of meat of lobster stored at 25°C according to 5 scale freshness

Table 4. Sensory results in each grade for whole body of swimming crab stored at 25°C

Quality parameter	Description	Score
Odor	Unique odor & full of freshness	5
	Unique odor & a little freshness	4
	Freshness & very weak ammonia and sulfide compounds	3
	No freshness strong smell of ammonia & S-compounds & fishy smell	2
	Very strong smell of ammonia & S-compounds	1
Appearance	Very strong connection	5
	Good connection	4
	Slight loose	3
	Lose elasticity and stretch	2
	Fully loses elasticity and stretch	1
Elasticity of meat	Very strong elasticity & gloss	5
	Strong elasticity & gloss	4
	Relatively good elasticity, beginning to soften & losing luster	3
	Low elasticity & pretty smooth	2
	Lost elasticity & easily breaking down by weak force	1
Organ	No flowing	5
	Retained form	4
	Start to change shape	3
	No shape maintained	2
	Empty head	1

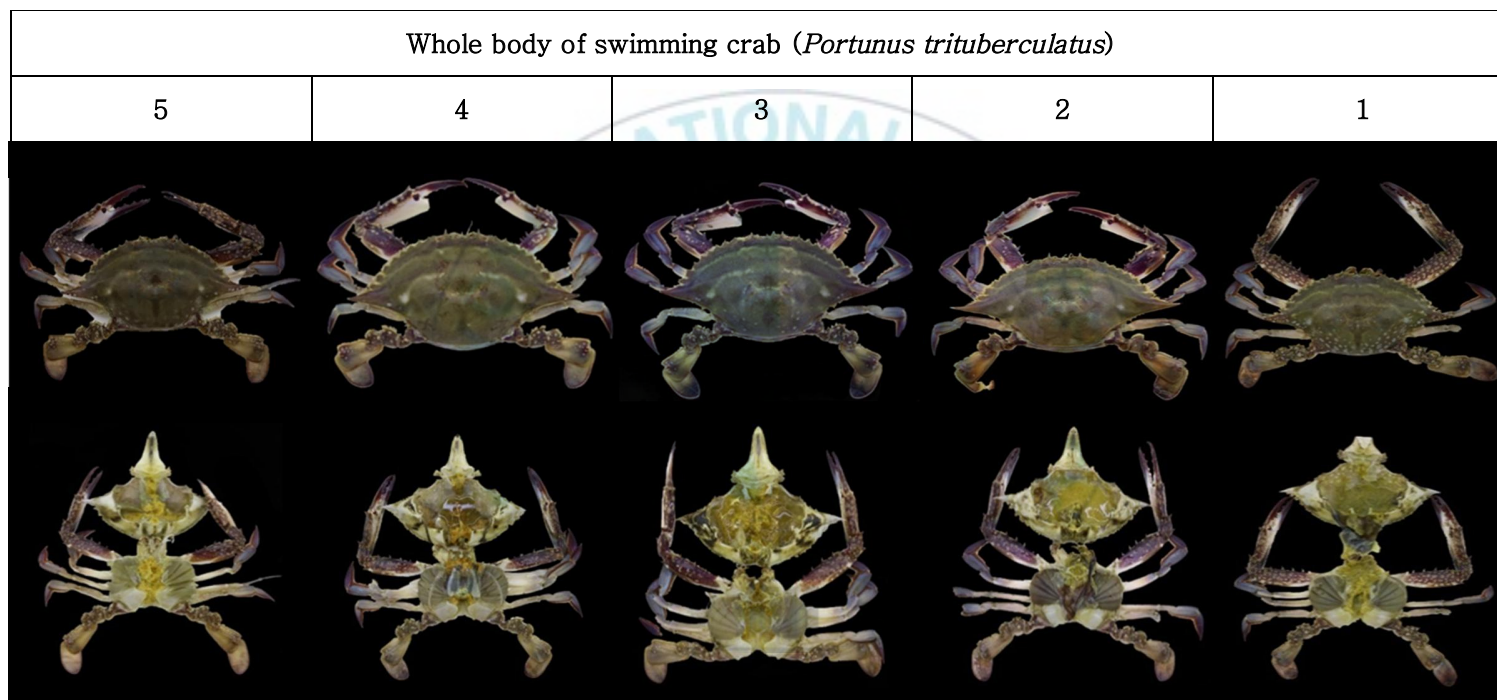


Fig. 3. Photographs of whole body of Swimming crab stored at 25℃ according to 5 scale freshness

어져 부드러워지며 내장도 본래의 형태를 유지하지 못하고 흘러내린다. 꽃게 절단의 관능검사 등급에 따른 냄새, 외관, 육의 색 및 탄력에 대해서 Table 5에 나타냈으며, 사진은 Fig. 4에 나타냈다. 냄새 및 탄력은 원물과 동일하며 육의 색의 경우 신선한 상태인 5점에서는 투명한 우유색을 나타내다가 보통인 상태인 3점대가 되면 불투명해지기 시작하고, 신선도가 저하된 2-1점에서는 불투명한 흰색을 띠게 된다. 꽃게의 외관 색 변화도 바닷가재와 마찬가지로 신선도가 저하되어도 크게 변화되는 것이 관찰되지 않았기 때문에 중점적으로 관찰할 항목에서 제외하였다.

2. 바닷가재와 꽃게의 저장 중 품질변화에 따른 화학적 지표의 설정

가. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 pH의 설정

바닷가재와 꽃게의 5등급별 pH 측정 결과를 Table 6에 나타냈다. 바닷가재와 꽃게 모두 pH 측정 시 신선도가 저하됨에 따라 pH가 증가하는 경향을 보였다. 이 중 꽃게 절단이 가장 큰 차이를 보였는데, 신선한 상태인 5점에서는 pH 6.95의 값을 보이다가 부패가 진행됨에 따라 점점 증가하다가 1점대에서는 최대 pH 8.22로 높은 수치를 보였다. 다른 시료들은 대부분 가장 신선한 상태인 5점대에서는 pH 6.8-7.1 사이의 수치를 나타내다가 신선도가 저하되

Table 5. Sensory results in each grade for cut body of swimming crab stored at 25°C

Quality parameter	Description	Score
Odor	Unique odor & full of freshness	5
	Unique odor & a little freshness	4
	Freshness & very weak ammonia and sulfide compounds	3
	No freshness strong smell of ammonia & S-compounds & fishy smell	2
	Very strong smell of ammonia & S-compounds	1
Internal	Very strong elasticity & gloss	5
	Strong elasticity & gloss	4
	Relatively good elasticity, beginning to soften & losing luster	3
	Low elasticity & pretty smooth	2
	Lost elasticity & easily breaking down by weak force	1
Color	Transparent milky white color	5
	Transparent milky white color	4
	Opaque milky white color	3
	Opaque white	2
	Opaque ivory	1

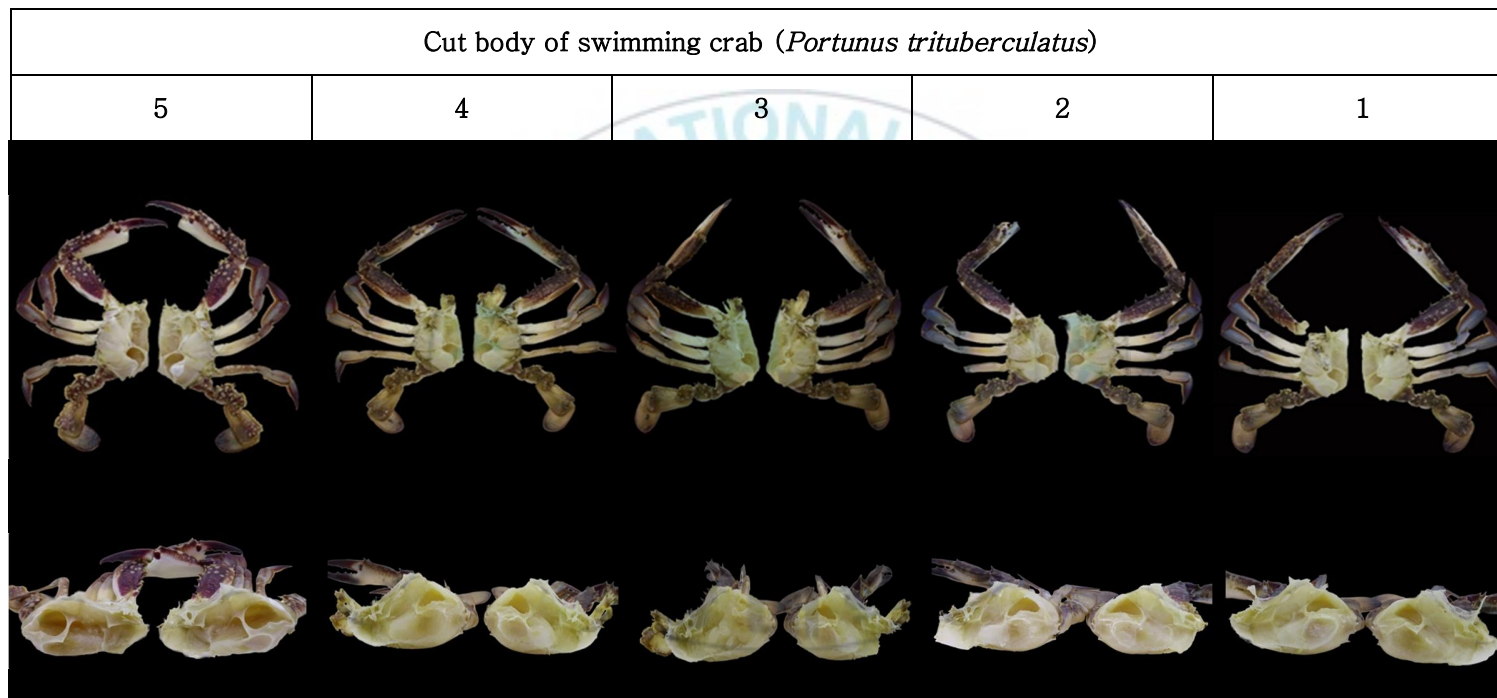


Fig. 4. Photographs of cut body of swimming crab stored at 25℃ according to 5 scale freshness

Table 6. Changes of pH according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25°C

Score	Content of pH			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	7.08 ± 0.06^a	$6.96 \pm 0.01^{a'}$	6.80 ± 0.05^a	$6.95 \pm 0.04^{a'}$
4	7.10 ± 0.01^b	$7.01 \pm 0.02^{b'}$	6.51 ± 0.01^b	$6.97 \pm 0.06^{b'}$
3	7.11 ± 0.05^c	$7.04 \pm 0.04^{bc'}$	7.58 ± 0.06^b	$7.66 \pm 0.05^{c'}$
2	7.25 ± 0.06^c	$7.10 \pm 0.04^{bc'}$	7.68 ± 0.06^c	$7.82 \pm 0.03^{d'}$
1	7.45 ± 0.03^c	$7.87 \pm 0.05^{c'}$	7.88 ± 0.02^d	$8.22 \pm 0.04^{d'}$

Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

면서 점차적으로 증가하였으며 신선도가 가장 저하된 1점에서는 pH 7.4-7.9 사이의 수치를 보였다.

pH측정은 신선도 판정이나 초기 부패 등의 판정에 있어 제안된 지표이다. 일반적으로 신선한 어류의 육은 pH가 7.2~7.4정도이나 사후 해당반응의 진행에 따라 내려가 pH 5.6~6.0정도의 최저치를 나타냈다가 선도저하와 더불어 다시 상승하게 된다(Park et al., 1997; Song et al., 2005). 일반적으로 적색육 어류에서는 pH 6.2~6.4, 백색육 어류에서는 pH 6.7~6.8이 되었을 때를 초기 부패점이라고 보고 있다(Jo et al., 2013). 생선의 pH의 경우 죽은 후 젖산 등이 증가함에 따라 산성으로 변하여 신선도를 판단하는데 많이 이용되나 시간이 경과함에 따라 여러 종류의 효소가 육단백질을 분해하고 아미노태 및 암모니아태 질소가 점차 증가하여 pH의 상승을 유발한다고 보고하였다(Shin et al., 2006). 또한 어육 중의 pH는 사후에 해당반응의 진행에 따라 생성되는 젖산과 상관관계가 높는데 신선도가 저하되면 암모니아, TMA, DMA와 기타 유기 염기와 같은 염기성 물질의 축적으로 근육의 pH가 상승하게 되며 이러한 pH 값의 변화로 신선도를 판정할 수 있다고 보고하였다(Nam et al., 2011).

나. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 K-value 의 설정

바닷가재 및 꽃게의 등급별 K-value 변화에 대한 결과를 Table 7에 나타

Table 7. Changes of K-value according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃

Score	Content of K-value (%)			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	5.87 ± 3.50^a	$6.86 \pm 2.42^{a'}$	3.87 ± 4.36^a	$2.25 \pm 0.63^{a'}$
4	9.94 ± 0.93^b	$19.70 \pm 1.36^{ab'}$	13.83 ± 4.90^b	$16.56 \pm 3.53^{ab'}$
3	19.34 ± 4.25^c	$35.00 \pm 8.83^{bc'}$	24.70 ± 7.51^{cd}	$33.95 \pm 5.49^{ac'}$
2	38.06 ± 3.3^{cd}	$45.34 \pm 7.40^{cd'}$	50.46 ± 9.55^{cd}	$56.68 \pm 2.63^{cd'}$
1	65.07 ± 8.45^d	$51.73 \pm 6.40^{d'}$	74.57 ± 6.61^d	$64.71 \pm 4.36^{d'}$

Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

냈다. 그 결과 모든 시료가 신선도가 저하됨에 따라 K-value 값이 증가하였다. 바닷가재의 경우 원물과 살 형태는 초기 각각 5.87, 6.86%에서 저장시간이 경과함에 따라 K-value 수치가 증가하다가 원물은 1점대에서 일반적인 어육의 초기부패 기준치인 50%를 넘어가는 65.07%의 값을 보였다. 바닷가재 살 형태의 경우 2점대에서 초기부패 기준치에 가까운 수치를 보이다가 1점대에서는 51.73%를 나타냈다. 꽃게 원물 형태와 절단도 초기 3.87, 2.25%에서 저장시간이 경과함에 따라 점차적으로 수치가 증가하였으며 원물과 절단 모두 초기부패의 기준이 되는 2점대에서 각각 50.46, 56.68%로 초기부패 기준치인 50%를 넘어가는 값을 보였다.

K-value는 ATP 분해물로부터 계산되며 Ino와 Hx의 합을 ATP, ADP, AMP, IMP, Ino 및 Hx의 합으로 나눈 값의 백분율이다. 일반적으로 K-value가 20%까지는 유통 등으로 사용이 가능하지만 50%이상이 되면 선도가 저하되었다고 판단한다(Shin et al., 2013). K-value는 어육의 신선도를 나타내는 여러 지표 중 화학적 신선도 지표로서 사후 경과 시간에 따라 신선도를 판정하는 방법이며, 어류의 중요한 정미성분인 ATP 분해산물들 사이의 함량을 상대적 비율로 나타낸 것으로 수산물의 신선도를 판정하는데 중요한 지표로 활용되고 있다(Ólafsdóttir et al., 1997; Alasalvar et al., 2001). 또한 시간이 경과함에 따라 수산물 내 IMP의 급격한 감소로 인하여 inosine, hypoxanthine(Hx)의 생성이 많아지게 되면 K-value 값이 증가하게 되고 따라서 신선도가 떨어지게 된다(Kim et al., 2016).

다. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응 되는 휘발성 염기질소(TVB-N)의 설정

바닷가재와 꽃게의 5등급별 TVB-N 변화를 Table 8에 나타냈다. 바닷가재의 경우 원물과 살 형태는 신선한 상태인 5점에서 약 5.6 mg/100g의 수치를 보이다가 신선도가 저하되면서 점차 증가하였으며, 1점대에서 원물은 일반적인 어육의 초기부패 기준점인 30 mg/100g에 가까운 29.58 mg/100g의 수치를 보였으며, 살 형태는 초기부패 기준점을 넘어서는 33.43 mg/100g을 나타냈다. 꽃게의 경우 원물과 절단 모두 신선한 상태인 5점에서 1.85 mg/100g의 수치를 나타냈으며, 바닷가재와 마찬가지로 신선도가 저하됨에 따라 점차적으로 수치가 증가하다가 신선도가 가장 저하된 1점대에서 각각 초기부패 기준점의 값을 넘어서는 30.67 mg/100g, 36.86 mg/100g의 수치를 나타냈다.

TVB-N의 증가는 사후변화의 초기에는 주로 AMP의 탈아미노반응(demination)에 따른 암모니아의 생성에 의한 것이고, 이어서 TMAO의 분해에 의한 TMA나 DMA의 생성, 아미노산 등의 함질소화합물의 분해에 의한 암모니아 및 각종 아민류의 생성 때문이다(Özyurt et al., 2007; Boziaris et al., 2011). TVB-N 함량은 일반적으로 극히 신선한 어육에서는 5-10 mg/100g, 보통선도의 어육에서는 15-25 mg/100g, 초기부패의 어육에서는 30-40 mg/100g, 부패한 어육에서는 50 mg/100g 이상이라 하고 있다(Özyurt et al., 2007; Song et al., 2005). 그러나 상어나 가오리와 같은 판새

Table 8. Changes of TVB–N compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25 °C

Score	Content of total volatile basic nitrogen compounds (mg/100g: mg%)			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	5.55±0.56 ^a	5.58±0.96 ^{a'}	1.85±1.69 ^a	1.85±1.01 ^{a'}
4	9.80±0.13 ^b	6.93±1.09 ^{b'}	6.53±2.03 ^b	9.23±3.45 ^{b'}
3	13.11±1.15 ^c	14.60±1.12 ^{c'}	22.98±3.12 ^c	26.52±0.78 ^{c'}
2	16.30±0.79 ^d	23.55±0.41 ^{d'}	24.72±2.41 ^c	28.16±2.91 ^{c'}
1	29.58±1.64 ^e	33.43±2.81 ^{e'}	30.67±1.93 ^d	36.86±2.26 ^{d'}

Measured values are average of three analyses ± standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

류에는 원래 다량의 요소나 TMAO를 함유하여 암모니아, TMA 및 DMA 등의 생성이 많으므로 이 판정기준을 그대로 적용할 수 없다(Jo et al., 2013).

라. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 trimethylamine(TMA)의 설정

바닷가재와 꽃게의 TMA 측정 결과를 Table 9에 나타냈다. 바닷가재의 경우 원물과 살 형태의 신선한 상태인 5점대에서는 각각 1.10 mg/100g, 2.21 mg/100g의 값을 나타냈다. 저장시간이 경과함에 따라 점차적으로 수치가 증가하다가 원물은 신선도가 저하된 2점대에서 3.95 mg/100g으로 일반적인 어류의 초기부패 기준인 3 mg/100g을 넘어가는 수치를 보였으며, 살 형태는 원물보다 빠른 보통의 상태인 3점대에서 3.45 mg/100g으로 일반적인 어류의 초기부패 기준을 넘어가는 수치를 나타냈다. 꽃게 원물과 절단은 5점대에서 각각 0.85 mg/100g, 0.45 mg/100g이었으며, 원물과 절단 모두 신선도가 저하된 2점대에서 초기부패 기준치를 넘어가는 3.29 mg/100g, 3.75 mg/100g을 나타냈다.

TMA는 신선육에는 거의 존재하지 않지만 사후 어육 중에 존재하는 환원계 효소나 세균의 작용에 의하여 TMAO에서 환원되어 생성된다. 그 생성증가율이 암모니아보다 커서 신선도판정에 좋은 지표가 되고 있다. 일반적으로 어육의 TMA 초기부패 기준점은 3 mg/100g으로 잘 알려져 있다(Song et al., 2005).

Table 9. Changes of trimethylamine (TMA) compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25°C

Score	Content of trimethylamine (mg/100g: mg%)			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	1.10 ± 0.10^a	$2.21 \pm 0.06^{a'}$	0.85 ± 0.05^a	$0.45 \pm 0.21^{a'}$
4	1.65 ± 0.16^b	$2.65 \pm 0.16^{a'}$	1.21 ± 0.16^b	$0.95 \pm 0.15^{b'}$
3	2.16 ± 0.21^b	$3.45 \pm 0.26^{b'}$	2.35 ± 0.10^c	$2.69 \pm 0.16^{c'}$
2	3.95 ± 0.16^c	$4.98 \pm 0.21^{c'}$	3.29 ± 0.10^d	$3.75 \pm 0.13^{d'}$
1	4.58 ± 0.31^d	$6.63 \pm 0.26^{d'}$	4.73 ± 0.18^e	$4.82 \pm 0.12^{e'}$

Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

마. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응 되는 dimethylamine(DMA)의 설정

바닷가재와 꽃게의 5등급에 따른 DMA 측정 결과를 Table 10에 나타냈다. 바닷가재의 경우 원물과 살 형태 모두 5점대에서 각각 0.97 mg/100g, 2.46 mg/100g의 수치를 보였으며 신선도가 저하됨에 따라 점차적으로 증가하다가 신선도가 가장 저하된 1점에서는 각각 4.10 mg/100g, 5.48 mg/100g의 수치를 나타냈다. 꽃게의 경우 원물과 절단 형태 모두 5점대에서 각각 0.66 mg/100g, 0.57 mg/100g으로 바닷가재 시료보다 다소 적은 수치를 보였으나 신선도가 저하됨에 따라 점차적으로 증가하여 1점대에서는 각각 5.32 mg/100g, 4.42 mg/100g의 수치를 나타냈다.

DMA의 경우 초기 미량의 농도일 때에는 무색에 특유의 어패류 냄새를 나타내지만 고농도로 가면 갈수록 암모니아 냄새가 강하게 나는 특징을 지니고 있다. 이로 인하여 TMA와 마찬가지로 수산물의 신선도 판정에 도움을 줄 수 있다(Wu et al., 2008). 그러나 내인성 효소는 TMAO를 DMA와 form-aldehyde로 감소시키며, 박테리아 성장이 정지되었을 때(예컨대, 동결에 의해서) DMA 함량이 증가한다. 따라서 TMA와 달리 DMA는 냉동 어류의 품질 지표로 사용될 수 있다(Veciana-Nogues et al., 1996).

Table 10. Changes of dimethylamine (DMA) compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃

Score	Content of dimethyl amine (mg/100g: mg%)			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	0.98 ± 0.02^a	$2.46 \pm 0.02^{a'}$	0.66 ± 0.01^a	$0.57 \pm 0.02^{a'}$
4	1.16 ± 0.10^a	$2.70 \pm 0.12^{ab'}$	0.92 ± 0.11^a	$0.76 \pm 0.10^{a'}$
3	1.98 ± 0.10^b	$3.05 \pm 0.16^{b'}$	2.35 ± 0.12^b	$2.79 \pm 0.15^{b'}$
2	2.97 ± 0.16^c	$4.71 \pm 0.17^{c'}$	3.31 ± 0.10^c	$3.69 \pm 0.09^{c'}$
1	4.10 ± 0.27^d	$5.48 \pm 0.15^{d'}$	5.32 ± 0.17^d	$4.42 \pm 0.16^{d'}$

Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

바. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응 되는 ammonia의 설정

바닷가재와 꽃게의 5등급에 따른 암모니아 측정 결과를 Table 11에 나타냈다. 그 결과 바닷가재의 경우 원물과 살 형태는 가장 신선한 상태인 5점대에서 각각 0.03 mg/100g, 0.02 mg/100g의 수치로 측정되었다. 신선도가 저하됨에 따라 점차적으로 수치가 증가하여 신선도가 가장 저하된 1점대에서는 각각 2.65 mg/100g, 1.05 mg/100g의 수치를 나타냈다. 꽃게의 경우 원물과 절단 형태는 5점대에서 모두 0.02 mg/100g이었으며 신선도가 저하되면서 점차 증가하다가 신선도가 가장 저하된 1점대에서는 whole body와 절단 각각 2.29 mg/100g, 0.88 mg/100g의 수치가 검출되었다. 바닷가재와 꽃게 모두 원물에서 살과 절단 형태보다 암모니아가 더 많이 검출된 이유는 살 형태와 절단 형태는 내장을 제거한 상태이나 원물은 내장을 함유하고 있기 때문에 단백질 함량이 더욱 많기 때문이라고 사료된다.

갑각류는 고단백질 식품으로 단백질 함량이 높은 식품이다. 선도저하에 따라 단백질의 부패로 인해 암모니아가 검출되기 시작한다. 수산물에서의 암모니아는 TMA, DMA와 마찬가지로 특유의 냄새를 가지고 있어 비린내의 주성분 중 하나로 취급되고 있다(Tantasuttikul et al., 2011). 일반적으로 암모니아 역치는 0.04 mg/100g으로 알려져 있다.

Table 11. Changes of ammonia compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃

Score	Content of ammonia (mg/100g: mg%)			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	0.03 ± 0.01^a	$0.02 \pm 0.01^{a'}$	0.02 ± 0.01^a	$0.02 \pm 0.01^{a'}$
4	0.04 ± 0.01^a	$0.03 \pm 0.01^{a'}$	0.03 ± 0.01^a	$0.03 \pm 0.01^{a'}$
3	0.32 ± 0.01^b	$0.27 \pm 0.01^{b'}$	0.08 ± 0.01^b	$0.06 \pm 0.01^{b'}$
2	1.11 ± 0.00^c	$0.47 \pm 0.01^{c'}$	0.45 ± 0.01^c	$0.20 \pm 0.00^{c'}$
1	2.65 ± 0.01^d	$1.05 \pm 0.01^{d'}$	2.29 ± 0.01^d	$0.88 \pm 0.01^{d'}$

Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

사. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응 되는 휘발성 황화합물의 설정

바닷가재의 등급에 따른 휘발성 황화합물 측정 결과를 다음 Fig. 5에 나타냈다. 그 결과 5점대에서는 모든 황화합물이 검출되지 않았으며, 원물은 4점대부터 hydrogen sulfide 및 dimethyl sulfide가 검출되기 시작하였으며, 3점대부터는 모든 황화합물이 검출되었으며, 선도가 가장 저하된 1점에서는 dimethyl disulfide가 최대 5.54 mg/kg으로 다른 황화합물 보다 높은 수치로 검출되었다. 살 형태의 경우 4점대부터 dimethyl disulfide를 제외한 모든 황화합물이 검출되기 시작하였으며, 1점대에서 원물과 마찬가지로 dimethyl disulfide가 다른 시료들 보다 높은 수치인 3.65 mg/kg이 검출되었다.

꽃게의 5등급별 휘발성 황화합물 측정 결과를 Fig. 6에 나타냈다. 그 결과 원물의 경우 4점대에서 hydrogen sulfide와 methyl mercaptan이 검출되기 시작하였으며, 3점대에서는 모든 황화합물이 검출되었다. 선도가 저하된 1점에서는 바닷가재와 달리 hydrogen sulfide가 최대 2.98 mg/kg으로 가장 높은 수치로 검출되었으며, dimethyl sulfide는 최대 0.06 mg/kg으로 소량이 검출되었다. 꽃게 절단은 다른 시료들과 달리 4점대까지는 모든 휘발성 황화합물이 검출되지 않았으며 3점대부터 모든 황화합물이 검출되었다. 꽃게의 원래 형태와 마찬가지로 선도가 가장 저하된 1점대에서 hydrogen sulfide가 1.86 mg/kg으로 가장 많은 양이 검출되었으며, dimethyl sulfide는 0.09 mg/kg으로 낮은 수치로 검출되었다.

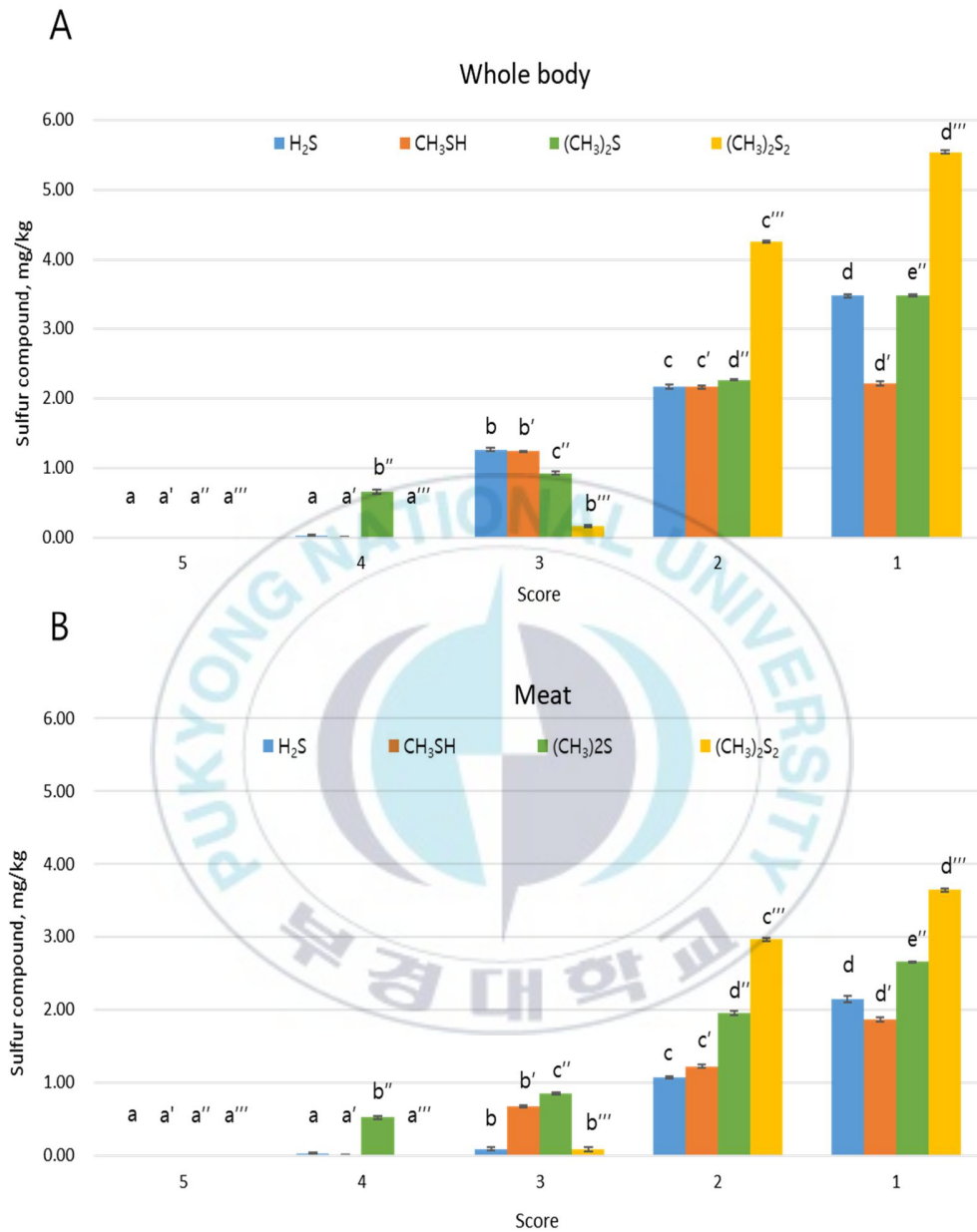


Fig. 5. Changes of volatile sulfur compounds according to the sensory scores of (A) whole body and (B) meat from lobster stored at 25°C. Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

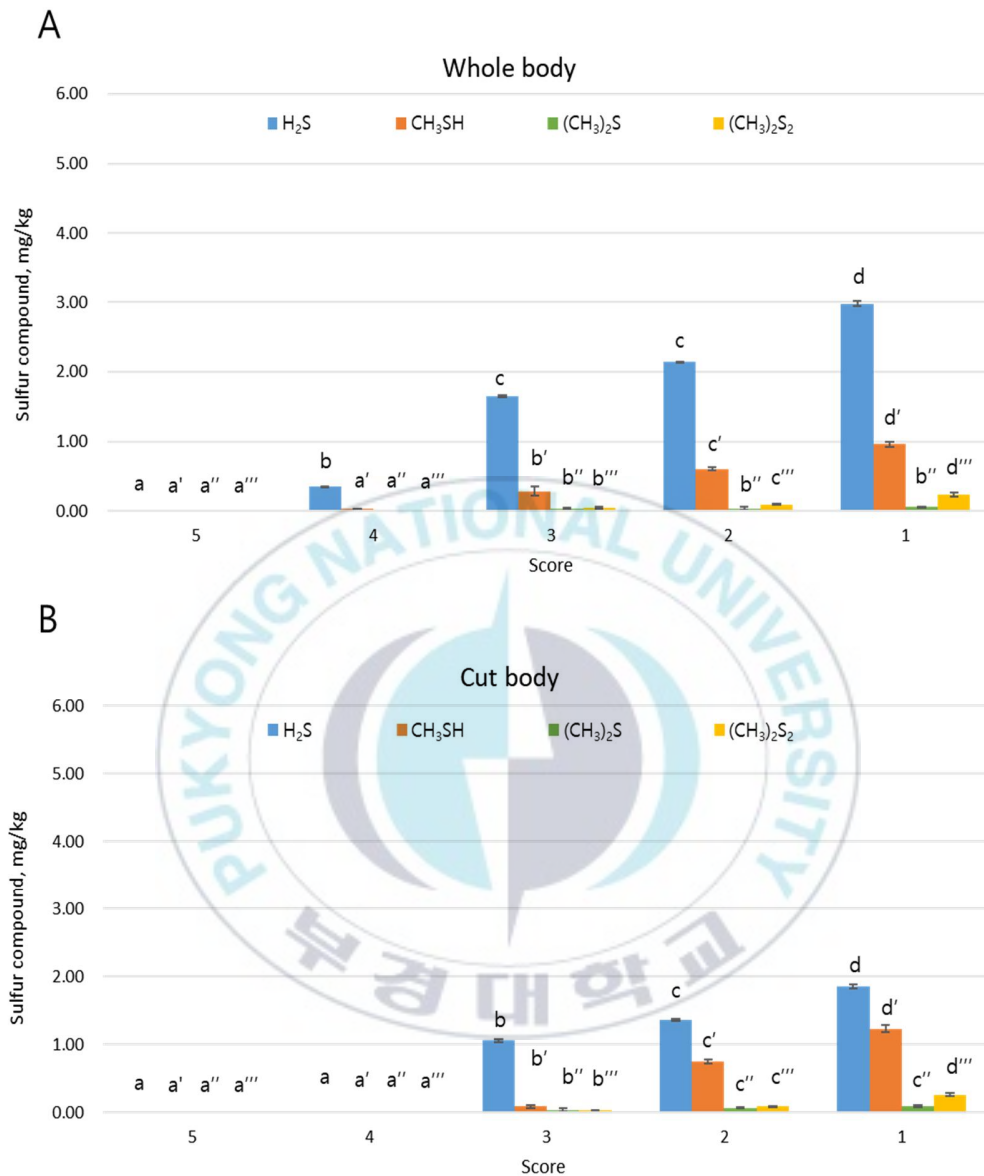


Fig. 6. Changes of volatile sulfur compounds according to the sensory scores of (A) whole body and (B) cut body from swimming crab stored at 25°C. Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

황함유 아미노산인 cysteine, methionine 등은 선도저하에 따라 세균 유래의 cysteine desulhydrase, methionine, methionine lyase 등에 의하여 H_2S , methyl mercaptan, dimethyl disulfide 및 dimethyl trisulfide 등을 생성하는 것으로 알려져 있다(Higgins et al., 2002; Kadota et al., 1972). Methyl mercaptan(methanethiol)은 자연에서 가장 흔하게 발견되며 강한 악취를 가지고 있고, hydrogen sulfide 및 dimethyl sulfide와 함께 자연적으로 손상된 수산물에 존재하는 박테리아, 곰팡이 및 단세포 조류를 포함한 미생물에 의해서 생성되며 냄새 및 풍미에 영향을 끼친다(Fraser et al., 1998).

Hydrogen sulfide는 음식의 부패에 있어서 황산염 환원 박테리아 및 화학 유기 영양 박테리아에 의해 생성된다(Kadota et al., 1972). Methyl mercaptan은 종종 methionine의 분해 과정에서 미생물에 의해 생성되며, methanethiol의 함량이 많으면 해산물의 품질에 좋지 않은 영향을 미치게 된다(Alasalvar et al., 2005). Methyl mercaptan은 공기 중에서 hydrogen sulfide보다 휘발성이 적지만 불쾌한 냄새가 나는 disulfide로 쉽게 산화된다(Kadota et al., 1972). Dimethyl sulfide는 수산물의 부패과정 중 생성되는 부패된 냄새이며, dimethyl sulfoniopropionate(DMSP)의 분해생성물이다(Leck et al., 1990; Reisch et al., 2011). Dimethyl disulfide는 methionine의 박테리아 분해로 인해 발생하고, 또는 methanethiol의 산화에 의해 쉽게 생성된다(Alasalvar et al., 2005; Kadota et al., 1972).

3. 바닷가재와 꽃게의 저장 중 품질변화에 따른 물리적 지표 의 설정

가. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응 되는 색도 설정

식품의 색도는 L(+;백색, -;흑색), a(+;적색, -;녹색) 및 b(+;황색, -;청색)로 나타낸다. 본 실험에서 색차계로 측정된 바닷가재의 5등급별 색도 값을 Fig. 7에 나타냈다. 바닷가재 원물 형태의 경우 갑각 등 부분을 기준으로 하여 색도 값을 측정하였으며, 바닷가재 살 형태는 육 윗부분을 측정하였다. 바닷가재 원물 형태는 관능검사 시 외관상 색의 변화가 크게 나타나지 않았는데 이와 마찬가지로 L, a 및 b 색도 값도 마찬가지로 선도가 저하되어도 변화가 크게 나타나지 않았다. 바닷가재 살 형태의 경우 a 값은 일정한 값을 보이지만 b 값은 5점에서는 -3.21이었으나 1점에서는 6.63으로 소폭 증가하였으며, L 값은 5점대에서는 45.32에서 1점대에서는 최대 70.40으로 신선도 변화에 따라 크게 증가하는 경향을 보였다.

꽃게의 5등급에 따른 색도 변화를 Fig. 8에 나타냈다. 꽃게 원물의 경우 바닷가재와 마찬가지로 갑각 등 부분을 기준으로 하여 색도 값을 측정하였고 꽃게 절단의 경우 내부 육 부분을 따로 꺼내어 육의 색도 값을 측정하였다. 꽃게 원물의 경우 L 값은 5점일 때 38.75에서 1점일 때 30.52로 관능검사 점

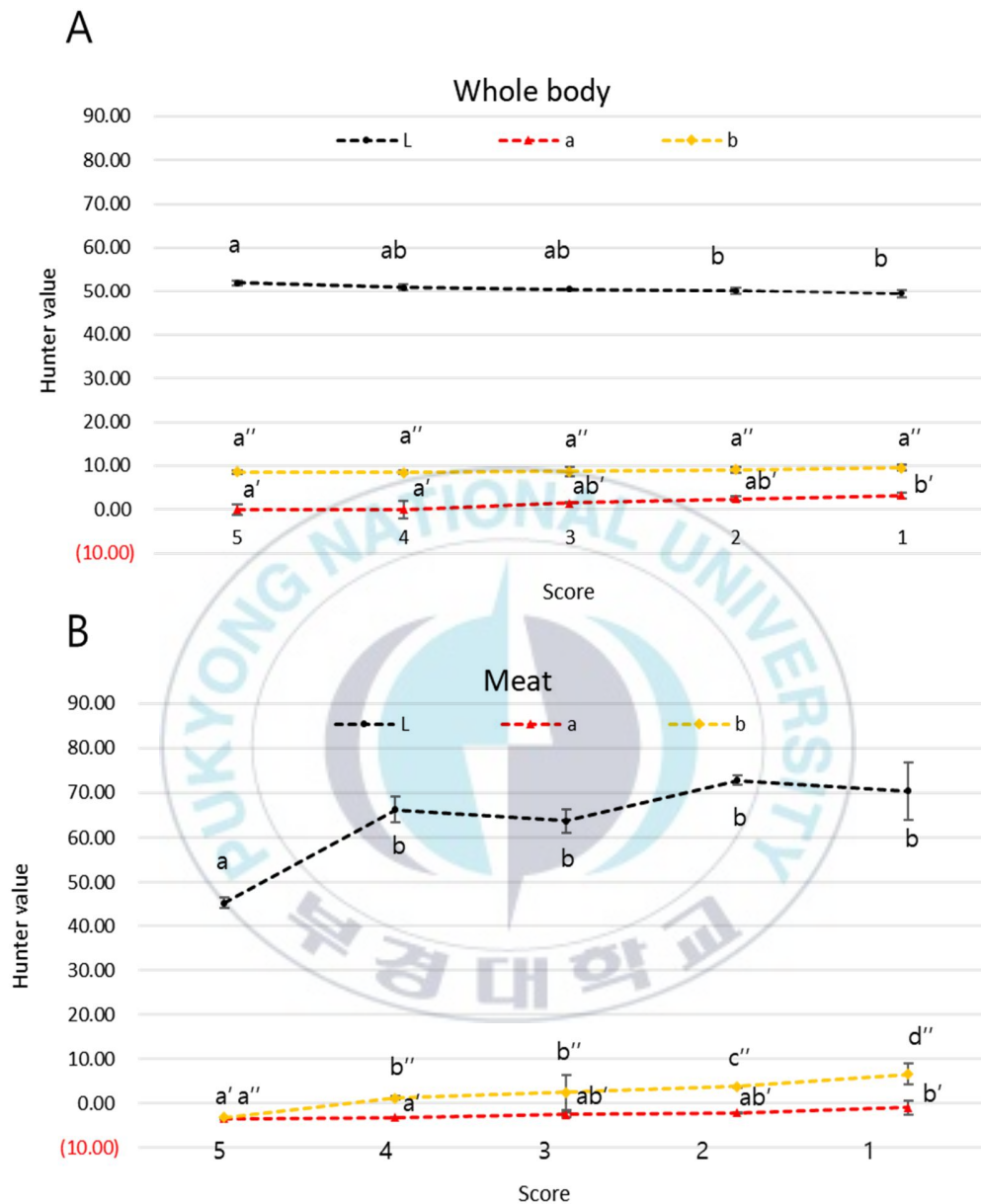


Fig. 7. Changes of color difference according to the sensory scores of (A) whole body and (B) meat of lobster stored at 25°C. Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

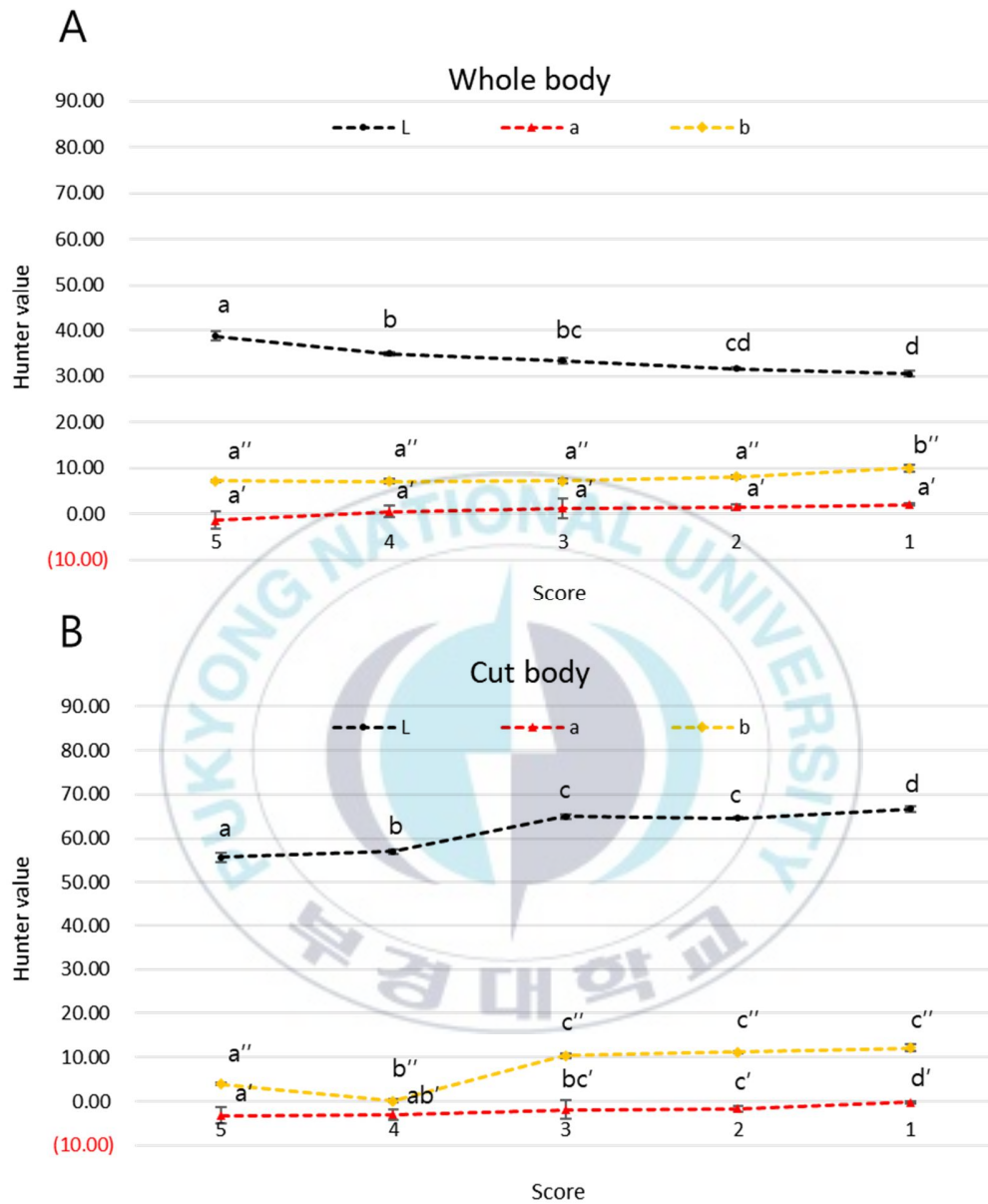


Fig. 8. Changes of color difference according to the sensory scores of (A) whole body and (B) cut body of swimming crab stored at 25°C. Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

수가 낮아질수록 감소하는 반면 a 및 b 값은 5점일 때 각각 -1.33, 7.25에서 1점일 때 각각 2.07, 9.98로 큰 차이 없이 일정 값을 유지하는 것으로 측정되었다. 꽃게도 바닷가재와 마찬가지로 관능검사 시 외관의 색 변화가 크게 관찰되지 않았는데, 이러한 결과를 바탕으로 꽃게의 신선도 저하에 대한 관찰 항목 중 외부의 색 변화는 제외를 해도 된다고 판단된다. 꽃게 절단은 꽃게의 원물 형태와 반대로 관능검사 점수가 낮아짐에 따라 L, a 및 b 값 모두 5점대에서는 각각 55.70, -3.23 및 3.92에서 1점대에서는 최대 66.69, -0.26 및 12.12로 증가하는 경향을 보였다. 이는 관능검사 시 꽃게 절단의 경우 육의 색이 신선한 상태에서는 투명한 우유색을 띠다가 신선도가 저하됨에 따라 점차적으로 불투명한 흰색으로 변화하였는데 이와 관련된 결과인 것으로 판단되어진다.

나. 바닷가재와 꽃게의 저장에 의한 5등급 관능평가 기준에 대응되는 drip loss 설정

바닷가재와 꽃게의 5등급별 무게 변화에 대해 측정한 결과를 Table 12에 나타냈다. 바닷가재의 경우 원물은 신선한 상태인 5점대에서 544.40 g이었으나 선도가 저하되면서 점차적으로 무게가 감소하여 1점대에서는 532.70 g으로 측정되었다. 바닷가재 살 형태는 5점대에서는 122.90 g이었으나 선도가 가장 저하된 시점인 1점대에서는 108.20 g으로 측정되었다. 꽃게의 경우 원물이 모든 시료 중 가장 큰 무게 변화를 보였는데, 가장 신선한 상태인 5점일

Table 12. Changes of drip loss compounds according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25℃

Score	Content of drip loss (weight loss, g)			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	544.40±2.72 ^a	122.90±0.68 ^{a'}	239.80±1.40 ^a	71.90±0.51 ^{a'}
4	541.20±2.08 ^a	111.70±0.92 ^{b'}	231.70±0.96 ^b	68.30±0.64 ^{ab'}
3	538.10±1.49 ^{ab}	110.10±1.21 ^{b'}	231.00±1.64 ^c	67.59±0.41 ^{ab'}
2	535.20±2.09 ^{bc}	109.50±1.71 ^{b'}	214.80±1.29 ^c	67.50±1.29 ^{ab'}
1	532.70±1.73 ^c	108.20±2.82 ^{b'}	199.50±2.05 ^d	64.20±0.68 ^{b'}

Measured values are average of three analyses ± standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

때 239.80 g에서 신선도가 저하된 1점대에서는 199.50 g으로 전체 중량의 16%에 해당되는 무게 감소를 보였다. 꽃게 원물의 경우 갑각을 열었을 때 내부에 물을 많이 함유하고 있었는데, 신선도가 저하되면서 함유하고 있던 물이 외부로 다 빠져나와 손실되어서 무게 변화가 크게 나타난 것으로 판단된다. 꽃게 절단은 5점대에서 71.90 g으로 측정되었으며, 신선도가 저하된 1점대에서는 64.20 g으로 약 8.0 g 정도의 무게 변화를 보였다.

4. 바닷가재와 꽃게의 저장 중 품질변화에 따른 일반세균수의 설정

바닷가재와 꽃게의 5등급별 일반세균수의 변화를 Table 13에 나타냈다. 바닷가재의 경우 원물과 살 형태 둘 다 5점대에서는 각각 5.65 log CFU/mL 및 5.36 log CFU/mL로 신선한 상태를 보이다가 선도가 저하되어 등급이 낮아질수록 점차적으로 증가하였다. 원물 형태는 2점대에서 7.15 log CFU/mL로 일반세균수의 초기부패 기준치인 10^{7-8} log CFU/g의 수치를 나타냈으며, 원물과 달리 살 형태는 신선도가 가장 좋지 않은 1점대에서도 5.72 log CFU/mL의 수치로 초기부패 기준치보다 낮은 수치를 나타냈다. 이러한 수치 차이를 나타내는 이유는 원물과 달리 살 형태의 경우 내장을 제거하여 저장하였기 때문이라고 사료된다.

꽃게는 원물과 절단 형태에서 각각 5점대에서 6.15 및 4.83 log CFU/mL

Table 13. Changes of viable cell count according to the sensory scores of lobster and swimming crab stored at 25°C

Score	Content of viable cell count (log CFU/mL)			
	Lobster		Swimming crab	
	Whole body	Meat	Whole body	Cut body
5	5.65 ^a	5.36 ^a	6.15 ^a	4.83 ^a
4	6.15 ^b	5.20 ^b	6.96 ^b	5.04 ^b
3	6.82 ^c	5.63 ^c	7.08 ^{bc}	5.56 ^c
2	7.15 ^d	5.65 ^c	7.15 ^c	6.20 ^d
1	7.30 ^e	5.72 ^c	7.20 ^c	6.76 ^e

Measured values are average of three analyses $\pm$ standard deviation. ^{a-e} The differences with the different superscript letters in the same column are significant different at the 0.05 level for multiple comparison of least square difference.

의 수치를 나타냈으며, 신선도가 저하될수록 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 바닷가재와 마찬가지로 꽃게 원물 형태도 2점대에서 $7.15 \log \text{CFU/mL}$ 로 일반세균수의 초기부패 기준치인 $10^{7-8} \log \text{CFU/g}$ 의 수치를 나타냈으며, 절단 형태의 경우 1점대에서 $6.76 \log \text{CFU/mL}$ 로 초기부패에 근접한 수치를 나타냈다. 바닷가재와 같이 꽃게에서도 원물의 일반세균수 수치가 더 높은 이유는 절단과 달리 내장이 존재하기 때문이라고 판단된다.

일반세균수는 식품에 들어있는 총균수를 측정하는 방법이다. 검체 중의 호기성 중온 세균수를 뜻하며 식품의 신선도나 보존성의 지표가 된다. 일반적으로 시료 1 g당 $10^5 \log \text{CFU/g}$ 까지는 안전하다고 할 수 있으며, $10^{7-8} \log \text{CFU/g}$ 정도는 초기부패 상태를 가리키나 시료 채취방법, 시료 상태, 채취 부위 등에 따라 편차가 크지만 초기부패 값으로 판단할 수 있다(Cho et al., 2009).

IV. 결론

원물과 살 형태(fresh)의 바닷가재와 원물과 절단 형태의 꽃게를 사용하여 25℃에서 저장에 따른 관능평가와 이화학적 분석을 행하여 신선도와 품질평가와의 상관관계를 연구하였다.

관능평가는 총 5점법으로 분류하였으며, 바닷가재와 꽃게의 원물은 17시간, 바닷가재 살과 꽃게 절단의 경우 20시간이 경과하였을 때 신선도가 가장 저하되었다고 판정되었다. 바닷가재와 꽃게 모두 원물과 살 및 절단 형태와의 큰 변화는 관찰되지 않았으며, 바닷가재와 꽃게 사이에서도 큰 변화는 없었다. 저장시간에 따른 관능평가와 화학적 지표인 pH, K-value, TVB-N, TMA, DMA, ammonia 및 volatile sulfur compounds 분석 결과를 비교하였을 때 모든 분석에서 신선한 상태의 마지막 단계인 3점과 초기부패 단계인 2점 사이를 구분할 수 있는 급격한 수치 변화 및 유의적인 상관관계가 있었다. 물리적 지표인 drip loss의 경우 모든 시료 중 꽃게 원물이 가장 급격한 수치변화를 나타냈으며, 색도 변화에서는 꽃게 절단의 육을 제외한 모든 시료에서 큰 차이를 보이지 않았으며, 관능평가 결과와 비교했을 시에도 유의적인 관계가 있었다. 일반세균수는 바닷가재 살 형태를 제외한 시료들의 경우 초기부패 단계의 기준인 2점대에서 신선도 변화를 관찰할 수 있었다.

따라서 본 연구는 등급에 따른 관능평가와 정확하고 객관적인 화학적, 물리적 및 미생물학적 분석을 병행하여 진행한 결과, 이화학적 분석 데이터를

제공함으로써 바닷가재와 꽃게의 저장 유통 중에 일어나는 신선도 변화를 객관적으로 관리 및 평가하는 유용한 지표가 된다.



V. 참고문헌

- Alasalvar, C., Anthony Taylor, K. D., & Shahidi, F. (2005). Comparison of volatiles of cultured and wild sea bream (*Sparus aurata*) during storage in ice by dynamic headspace analysis/Gas chromatography–Mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2616–2622.
- Alasalvar, C., Taylor K. D. A., Öksüz, A., Garthwaite, T., Alexis, M. N., & Grigorakis, K. (2001). Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. *Food Chemistry*, 72(1), 33–40.
- Baixas–Nogueras, S., Bover–Cid, S., Vidal–Carou, M. C., Veciana–Nogués, M. T., & Mariné–Font, A. (2001). Trimethylamine and total volatile basic nitrogen determination by flow injection/gas diffusion in mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4), 1681–1686.
- Boziaris, I. S., Kordila, A., & Neofitou, C. (2011). Microbial spoilage analysis and its effect on chemical changes and shelf–life of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) stored in air at various temperatures.

International Journal of Food Science & Technology, 46(4), 887–895.

Caglak, E., Cakli, S., & Kilinc, B. (2008). Microbiological, chemical and sensory assessment of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) stored under modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, 226(6), 1293–1299.

Cakli, S., Kilinc, B., Cadun, A., Dincer, T., & Tolasa, S. (2006). Effect of ungutting on microbiological, chemical and sensory properties of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *European Food Research and Technology*, 222(5–6), 719–726.

Cai, J., Chen, Q., Wan, X., & Zhao, J. (2011). Determination of total volatile basic nitrogen (TVB–N) content and Warner–Bratzler shear force (WBSF) in pork using Fourier transform near infrared (FT–NIR) spectroscopy. *Food Chemistry*, 126(3), 1354–1360.

Cheng, J. H., Sun, D. W., Zeng, X. A., & Liu D. (2015). Recent advances in methods and techniques for freshness quality determination and evaluation of fish and fish fillets: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(7), 1012–1225.

- Cho, S. K., Moon, B. Y., & Park, J. H. (2009). Microbial Contamination Analysis to Assess the Safety of Marketplace Sushi. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 41(3), 334–338.
- Fraser, O., & Sumar, S. (1998). Compositional changes and spoilage in fish – an introduction. *Nutrition & Food Science*, 98(5), 275–279.
- Gökodlu, N., Özden, Ö., & Erkan, N. (1998). Physical, chemical and sensory analyses of freshly harvested sardines (*Sardina pilchardus*) stored at 4 ° C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 7(2), 5–15.
- Gonçalves, A. A., de Lima, J. T. A. X., & de Paula, F. E. R. (2015). Development of Quality Index Method (QIM) scheme for spiny lobster (*Panulirus argus*, Latreille, 1804) stored in ice. *Food Control*, 47, 237–245.
- Gram, L., & Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria – problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(3), 262–266.
- Hernández, M. D., López, M. B., Álvarez, A., Ferrandini, E., García García B., & Garrido, M. D. (2009). Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chemistry*, 114(1), 237–245.

- Higgins, M. J., Yarosz, D. P., Chen, Y. C., Murthy, S. N., Mass, N. A., & Cooney, J. R. (2002). Mechanisms of volatile sulfur compound and odor production in digested biosolids. *Proceedings of the Water Environment Federation*, 2003(1), 993–805.
- Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. *Fisheries Technical*, 348.
- Iu, F., Zhang, J. Y., Liu, S. L., Wang, Y., & Ding, Y. T. (2011). Chemical, microbiological and sensory changes of dried *Acetes chinensis* during accelerated storage. *Food Chemistry*, 127(1), 159–168.
- Jo, H. S., Kim, K. H., Kim, M. J., Kim, H. J., Jeong, G. S., Cha, B. Y., Choi, J. D., Heu, M. S., & Kim, J. S. (2013). Comparison of quality characteristics between imported skate rays. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(3), 245–251.
- Kadota, H., & Ishida, Y. (1972). Production of volatile sulfur compounds by microorganisms. *Annual Reviews in Microbiology*, 26(1), 127–138.
- Kang, Y. M., Park, S. Y., Lee, K. D., Shon, J. H., Choi, J. S., Lee, J. S., Heu, M. S., & Kim, J. S. (2017). Chemical and Microbiological Properties on Sanitary of Swimming Crab *Portunus trituberculatus* as Sources

- for Seafood Products. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50(3), 243–249.
- Kim, Y. M., Choi, J. W., Lee, M. K., Kim, C. R., Jung, J. H., Park, J. H., Kim, K. B. W. R., Ahn, D. H., Hong, C. W., Lee, J. W., Choi, J. H., Jang, M. K., & Nam, T. J. (2016). Changes in physicochemical indicators in mackerel *Scomber japonicus* muscle according to refrigerated storage duration. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(6), 737–742.
- Kuuliala, L., Al Hage, Y., Ioannidis, A.–G., Sader, M., Kerckhof, F. –M., Vanderroost, M., Boon, N., De Baets, B., De Meulenaer, B., Ragaert, P., & Devlieghere, F. (2018). Microbiological, chemical and sensory spoilage analysis of raw Atlantic cod (*Gadus morhua*) stored under modified atmospheres. *Food Microbiology*, 70, 232–244.
- Lakshmanan, P. T. (2000). Fish spoilage end quality assessment. In T. S. G. Kandoran MK, Thomas M and Mathew PT (Ed), Quality Assurance in Seafood Processing. Cochin, *Society of Fisheries Technologists*. 26–40.
- Leck, C., Larsson, U., Bågander, L. E., Johansson, S., & Hajdu, S. (1990). Dimethyl sulfide in the Baltic Sea: Annual variability in relation to biological activity. *Journal of Geophysical Research*, 95(C3), 3353.

- Le, N. T., Doan, N. K., Nguyen Ba, T., & Tran, T. V. T. (2017). Towards improved quality benchmarking and shelf life evaluation of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Food Chemistry*, 235, 220–226
- Malle, P., & Poumeyrol, M. (1989). A new chemical criterion for the quality control of fish: Trimethylamine/total volatile basic nitrogen(%). *Journal of Food Protection*, 52(6), 419–423.
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton: CRC Press.
- Mikš–Krajník, M., Yoon, Y. J., Ukuku D. O., & Yuk, H. G. (2016). Volatile chemical spoilage indexes of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) stored under aerobic condition in relation to microbiological and sensory shelf lives. *Food Microbiology*, 53, 182–191.
- Nam, K. H., Jang, M. S., Lee, D. S., Yoon, H. D., & Park, H. Y. (2011). Effect of green tea and lotus leaf boiled water extracts treatment on quality characteristics in salted mackerel during storage. *Korean Journal of Food Preservation*, 18(5), 643–650.
- Obst, M., Funch, P., & Kristensen, R. M. (2006). A new species of Cyclophora from the mouthparts of the American lobster, *Homarus americanus* (Nephropidae Decapoda). *Organisms Diversity & Evolution*, 6(2), 83–97.

- Ocaño-Higuera, V. M., Maeda-Martínez, A. N., Marquez-Ríos, E., Canizales-Rodríguez, D. F., Castillo-Yáñez, F. J., Ruíz-Bustos, E., Graciano-Verdugo, A. Z., & Plascencia-Jatomea, M. (2011). Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. *Food Chemistry*, 125(1), 49–54.
- Ocaño-Higuera, V. M., Marquez-Ríos, E., Canizales-Dávila, M., Castillo-Yáñez, F. J., Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M. E., García-Orozco, K. D., & Graciano-Verdugo, A. Z. (2009). Postmortem changes in cazon fish muscle stored on ice. *Food Chemistry*, 116(4), 933–938.
- Ólafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., & Undeland, I. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*, 8(8), 258–265.
- Özogul, F., Taylor, K. D. A., Quantick, P., & Özogul, Y. (2000). Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. *Food Chemistry*, 71(2), 267–273.

- Özogul, Y., Özyurt, G., Özogul, F., Kuley, E., & Polat, A. (2005). Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory chemical and microbiological methods. *Food Chemistry*, 92(4), 745–751.
- Özyurt, G., Özogul, Y., Özyurt, C. E., Polat, A., Özogul, F., Gökbulut, C., Ersoy, B., Küley, E. (2007). Determination of the quality parameters of pike perch *Sander lucioperca* caught by gillnet, longline and harpoon in Turkey. *Fisheries Science*, 73(2), 412–420
- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2003). Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, 20(4), 411–420.
- Park, Y. H., Jang, D. S., & Kim, S. T. (1997). Processing and using of fishery science. *Hyungseol Press. Seoul, Korea*, p 73.
- Phillips, C. A. (1996). Review: Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 463–479
- Reisch, C. R., Moran, M. A., & Whitman, W. B. (2011). Bacterial Catabolism of Dimethylsulfoniopropionate (DMSP). *Frontiers in Microbiology*, 2, 172.

- Sallam, K. I. (2007). Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salts of organic acids. *Food Chemistry*, 101(2), 592–600.
- Shin, S. H., Sung, K. H., & Chung, C. H. (2013). Physicochemical changes in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) muscle by iced water pre-treatment. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 45(6), 700–707.
- Shin, S. R., Hong, J. Y., Nam, H. S., Huh, S. M., & Kim, K. S. (2006). Chemical changes of salted mackerel by Korean herbal extracts treatment and storage methods. *Korean Journal of Food Preservation*, 13(1), 18–23.
- Song, H. N., Lee, D. G., Han, S. W., Yoon, H. K., & Hwang, I. K. (2005). Quality changes of salted and semi-dried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage. *Korean Journal of Food Cookery Science*, 21(5), 662–668.
- Sungsri-in, R., Benjakul, S., & Kijroongrojana, K. (2011). Pink discoloration and quality changes of squid (*Loligo formosana*) during iced storage. *LWT – Food Science and Technology*, 44(1), 206–213.
- Tantasuttikul, A., Kijroongrojana, K., & Benjakul, S. (2011). Quality indices of Squid (*Photololigo duvauceli*) and Cuttlefish (*Sepia*

- aculeate*) stored in ice. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20(2), 129–147.
- Vaz–Pires, P., Seixas, P., Mota, M., Lapa–Guimarães, J., Pickova, J., Lindo, A., & Silva, T. (2008). Sensory, microbiological, physical and chemical properties of cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illex coindetii*) stored in ice. *LWT – Food Science and Technology*, 41(9), 1655–1664.
- Veciana–Nogues, M. T., Albala–Hurtado, M. S., Izquierdo–Pulido, M., & Vidal–Carou, M. C. (1996). Validation of a gas–chromatographic method for volatile amine determination in fish samples. *Food Chemistry*, 57(4), 569–573.
- Wu, T. H., & Bechtel, P. J. (2008). Ammonia, Dimethylamine, Trimethylamine, and Trimethylamine Oxide from Raw and Processed Fish By–Products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 17(1), 27–38.
- Yoo, M. Y., Kim, K. H., Lee, J. W., & Yang, J. Y. (2003). Study on Manufacture of Enzyme Biosensor for Fishery Freshness. *Food Industry and Nutrition*, 8(3), 28–33.
- Zhang, Z., Li, G., Lin, L., & Chen, G. (2010). Study on seafood volatile profile characteristics during storage and its potential use for

freshness evaluation by headspace solid phase microextraction coupled with gas chromatography–mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 659(1–2), 151–158.



VI. 감사의 글

저의 꿈같았던 2년간의 석사과정을 마칩니다. 저에게 언제나 밝은 미소로 큰아버지처럼 챙겨 주시고 많은 가르침과 올바른 방향으로 이끌어 주신 이양봉 지도 교수님께 너무 감사드리고 존경합니다. 교수님 덕분에 다양한 경험과 많은 지식을 얻어가는 것 같습니다. 교수님의 은혜와 가르침에 부끄럽지 않게 앞으로도 더욱 발전하는 제자가 되겠습니다.

바쁘신 와중에 저에게 많은 가르침과 지도를 해 주신 김선봉 교수님, 양지영 교수님께 감사드립니다. 석사 과정 중에 많은 조언을 해주신 전병수 교수님, 안동현 교수님 그리고 김영목 교수님께 감사드립니다.

저의 동기이자 2년동안 많은 도움을 준 홍동리 오빠에게 감사합니다. 실험이나 실험외적으로나 많은 도움을 준 우리 생화방 실험실 친구들인 유정완, 김현재, 고지윤, 김성희, 박혜량, 설다은, 유동규, 조두민, 지하민 모두에게 정말 감사합니다.

마지막으로 저의 미래를 위해 항상 응원해주시고 믿어 주시며 제 곁을 지켜 주시는 엄마, 아빠, 언니에게 언제나 고마움과 감사한 마음을 전합니다. 믿어 주시는 만큼 언제나 보답하면서 살아가겠습니다. 또한, 저를 응원해주시는 모든 분들께 진심으로 온 마음을 다하여 감사드립니다.