



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

바지락의 저장 중 관능검사 및 이화학적

분석에 따른 품질평가



2018년 1월

부 경 대 학 교 대 학 원

식 품 공 학 과

최 소 희

Thesis for the Degree of Master of Engineering

Quality Evaluation by Sensory
Evaluation and Physicochemical
Analysis during Storage of Clams



by

Choi So Hee

Department of Food Science and Technology

The Graduate School

Pukyong National University

January 26, 2018

공 학 석 사 학 위 논 문

바지락의 저장 중 관능검사 및 이화학적
분석에 따른 품질평가



지도교수 이 양 봉

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2018년 1월

부 경 대 학 교 대 학 원

식 품 공 학 과

최 소 회

최소회의의 공학석사 학위논문을 인준함.

2018년 1월 26일



위 원 장 농학박사 김 선 봉 (인)

위 원 농학박사 이 양 봉 (인)

위 원 농학박사 양 지 영 (인)

목 차

Abstract	iii
----------	-----

I. 서 론	1
--------	---

II. 재료 및 방법

1. 실험재료	3
2. 실험방법	3
2-1. Trimethylamine(TMA) 측정	3
2-2. 휘발성 염기질소(Volatile Basic Nitrogen, VBN) 측정	4
2-3. K-value 측정	7
2-4. 일반세균수 측정	7
2-5. pH 측정	10
2-6. 휘발성 성분 분석	10
2-7. 관능평가	12
2-8. 통계처리	12

III. 결과 및 고찰

1. 저장 시간에 따른 Trimethylamine, VBN, 일반세균수, pH의 변화	13
--	----

2. 저장 시간에 따른 K-value 의 변화	14
3. 저장 시간에 따른 휘발성 성분의 변화	15
4. 저장 시간에 따른 바지락의 관능평가	15
IV. 결 론	28
V. 참고문헌	30
VI. 감사의 글	33



Quality Evaluation by Sensory Evaluation and Physicochemical Analysis
during Storage of Clams

Choi So Hee

Department of Food Science and Technology, The Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

Manila clam (*Venerupis philippinarum*) has been consumed a lot in Korea and other countries for various cuisines and represents 25% of commercially produced mollusks in the world. Consumption of the clam increases steadily in Korea because of its nutritional value and reasonable price, so it also shows increase in imports from lots of countries including Southeastern Asia. But the imported ones often cause some problems in its sanitary because it is easy to go bad. One of those reasons is the deficiency of exact and scientific data on the freshness criteria in the sensory test of the imported clam. So the purpose of this study is to analyze the changes of chemical and microbiological index and headspace volatile compounds according to 5 grades of sensory evaluation. In sensory results, the freshness of the clam which stored at 25°C was divided into 5 grades in the case of with-shell and without-shell by changes of its appearance and odor. As chemical analysis, trimethylamine (TMA), total volatile basic nitrogen (TVBN), pH and K-value were measured. TVBN of the clams in presence or absence of the shell was

Continuously increased, showing correlation with those of sensory evaluation. In microbiological test, viable cell counting was carried out which also increased steadily and showed rapid increment after 15 hrs. Volatile compounds were measured with headspace method, sulfur-containing and ester compounds of the fresh clam showed the big increase from the rotten one, and ethanol content showed good relationship with storage time. These results of this study will provide scientific data which backed up freshness of Manila clam in order to examine imported clams easily and reliably.



I. 서론

바지락, *Venerupis philippinarum*은 백합과에 속하는 이매패류 연체동물로 남시베리아에서 중국에 이르는 태평양 연안에 서식한다(Jung *et al.*, 2004). 단백질, 철분, 비타민B, 칼슘, 핵산이 다량 함유되어 있어 전 세계적으로 다양한 요리에 사용된다(Myfitnesspal, 2017). 양식이 쉬워 연안 어민들이 예로부터 많이 양식해오고 있으며, 전 세계적으로 상업적으로 생산되는 연체동물의 25%를 차지한다(Cordero, D *et al.*, 2017). 우리나라의 바지락 주요 수입국은 중국, 러시아, 일본, 미국으로 수입 형태로는 냉장, 냉동, 염장, 조제 등이 있으며 그 중 2012년부터 2015년도까지 냉장(신선) 바지락의 수입량이 가장 많았다(한국무역통계진흥원, 2017). 그러나 신선하지 않거나 산란기에 있는 것을 섭취할 시 식중독의 위험에 노출될 수 있으므로 주의해야 한다. 수입수산물 부적합정보에 따르면(Ministry of Food and Drug Safety; MFDS, 2016) 연체류 및 패류에서 이종품 혼입, 선도 선별 선택 불량 등의 사건이 발생하고 있다. 이러한 피해를 막고 안전한 수입수산물 공급을 위하여 그에 대한 여러 가지 시험법이 사용되고 있는데 그 중 하나가 관능 시험법이다. 특히 빛깔, 맛, 향기 등 기호에 관한 시험은 물리·화학적 계측법으로는 종합적인 평가를 하기 어렵기 때문에 관능검사가 이용되고 있다. 관능 시험법은 목적에 따라 평점법, 순위법, 역치법 등 많은 방법이 있으며 평가 결과에 대해 통계적 처리를 한다. 특히 기기 분석의 데이터와 관능검사에 의한 평가의 상관성을 수학적으로 해석

하는 방법이 널리 이용되고 있다. 관능검사는 수입식품에 대하여 검사원이 오감을 이용하여 검사하는 것으로 비교적 효율적이며, 경제적인 검사가 이루어질 수 있는 장점이 있어 미국(FDA), 일본(후생노동성)과 같은 선진국 또한 이러한 통관 방법을 많이 활용하고 있다. 그러나 수산물의 관능검사의 경우 외관, 선도, 이물 등을 판단하나(Korean Food Standards Codex, 2016), 구체적인 관능검사 기준 표현에 한계가 있고 관능검사에 의한 적부 판정은 정밀검사와는 달리 그 기준이 명확하지 않으면 부적합 처리가 어렵다. 현재 바지락의 관능검사에 대한 지침서가 없으므로 본 연구를 통해 바지락의 신선도 변화에 대한 관능검사와 이화학적·미생물학적 검사 결과를 비교 분석하여 효율적으로 안전관리를 수행할 수 있도록 하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 바지락은 부산광역시 남천 해변시장에서 당일 어획된 것을 구입하여 실험실로 옮긴 후 지퍼백에 한 마리씩 포장하여 저온 인큐베이터(KI-B5hL, Koencon, Korea) 25℃에서 보관하였다. 구입 후 바로 가져온 것을 저장 시간 0 hr로 하고, 5 hr 간격으로 총 20 hr 까지 해당하는 시료를 무작위로 선별하여 실험을 진행하였다. 실험 시 시료의 균질화는 Blender(Waring commercial, WF2211214, USA)를 이용하였다. pH 측정과 휘발성 성분 분석은 껍질이 없는 경우만 실시하였으며 그 외 실험은 껍질 유무에 관계없이 2 가지 경우 모두 분석하였다.

2. 실험 방법

2-1. Trimethylamine(TMA) 측정

해수어의 비린내 성분인 trimethylamine은 headspace법을 이용하여 gas chromatography/FID(Hewlett Packard, 5890 plus, USA)로 측정하였다. 멸균한 40 mL vial에 균질화한 시료 3g을 넣고 동량의 25% NaOH

를 주입하여 밀봉한 후 10℃에서 15분간 교반하여 완전히 분해시킨다. 이때 NaOH는 trimethylamine 분해 반응의 최적화를 위해 주입한다. 휘발되는 trimethylamine을 gas chromatography/FID 주입구에 syringe(Hamilton, 1725SL, USA)를 이용하여 250 μ l 주입한 후 아래 Table 1 과 같은 조건으로 분석하였다.

2-2. 휘발성 염기질소(Volatile Basic Nitrogen, VBN) 측정

휘발성 염기질소 함량은 식품공전에 제시된 conway 미량확산법(KFDA, 2002)으로 측정하였다. 2개의 비커에 각각 시료 10g을 정밀히 취하여 증류수 50 mL를 넣고 충분히 섞은 후 30분 간 Whatman No. 1로 추출 및 여과한다. 여과액을 5% 황산용액을 이용하여 약산성으로 조정 후 증류수로 100 mL 정용한 것을 시험용액으로 한다. 다음으로 확산반응은 확산기를 약간 기울여 놓고 외실 아래쪽에 시험용액 1 mL를 넣은 다음 내실에 0.01N-H₂SO₄ 1 mL를 같은 방법으로 넣는다. 밀착부에 기밀제를 바른 다음 K₂CO₃포화용액 1 mL를 외실 위쪽에 재빨리 넣고 즉시 덮개를 덮어 클립으로 고정한 후, 확산기를 전후 좌우로 기울이면서 회전하여 외실 내의 시험용액과 K₂CO₃포화용액을 잘 섞는다. 25℃에서 60분 정치한 후 덮개를 열고 내실의 0.01N-H₂SO₄ 용액에 브런스위크 시액 한 방울을 넣고 마이크로 뷰렛을 사용하여 0.01N-NaOH 용액으로 적정한다. 녹색이 될 때까지 적정하여 2회 평균치(a mL)를 구한다. 시험용액 대신 증류수를 써서 같은 방법으로 공시험을 하여 2회 평균치(b mL)를 구하여 다음 식에

따라 계산하였다

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

W : 검체채취량(g)

F : 0.01N-NaOH의 역가

d : 희석배수

0.14 : 0.01N-H₂SO₄ 용액 1mL에 상당하는 휘발성 염기질소량(mg)



Table 1. Analytical condition of GC/FID

Analysis equipment	Analytical condition
Column	RTX – 35 AMINE (30m x 0.53mm x 1 μ m)
He flow	6.5 ml/min
H ₂ flow	27 ml/min
Air flow	275.5 ml/min
Oven condition	50°C (5min) → 10°C/min → 150°C (15min)
Inject temp.	250°C
Detector temp.	250°C

2-3. K-value 측정

K-value는 신선어류에 대한 초기 선도의 표시법으로 제안된 지표이다. 시료 10g에 10% perchloric acid 용액 20mL를 넣고 stirrer(Daihan Scientific Co. Ltd., MSH-30A, Korea)로 30초간 교반한 후 4℃, 3000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액을 최대한 모은다. 냉장 보존한 5N-KOH를 이용하여 pH 6.5으로 맞추고 100mL로 정용하였다. 이것을 비커에 부어 약 30분 정치한 후 상등액만 1.5 mL vial에 취하여 분석용 시료로 하였다. 분석에 사용된 high performance liquid chromatography (HPLC; Thermo Fhisler Scientific Inc., U-3000, USA) 분석 조건은 아래 Table 2 와 같았다. ADP, AMP, IMP, Inosine 표준물질의 검출 면적을 표준으로 시료의 희석배수를 곱하여 계산한 후 아래 식과 같이 K-value의 값을 구하였다.

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

2-4. 일반세균수 측정

일반세균수는 식품공전에 제시되어 있는 표준평판법(MFDS, 2017)에 따라 plate count agar (PCA; Difco, USA)에 검체를 혼합 응고시켜 배양 후 발생한 세균 집락수를 계수하여 산출하였다. 균질액 1 mL를 취하여 0.85% 멸균 생리 식염수 9 mL에 10^{-5} 단계까지 희석하였다. 각 단계 희

석액 1 mL와 43~45° C로 식힌 표준한천배지 15 mL를 멸균 petri-dish에 분주하여 잘 섞어 굳힌 후 35±1° C의 항온배양기(Jejotech, OF_02GW, Korea)에서 48시간 배양하여 생성된 집락수가 15~300 CFU/plate인 경우 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{CFU/g (mL)} = \frac{\sum C}{\{(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2)\} \times (d)}$$

C : 집락수

n_n : petri-dish의 반복수

d : 집락이 발생한 첫 번째 PCA의 희석배수

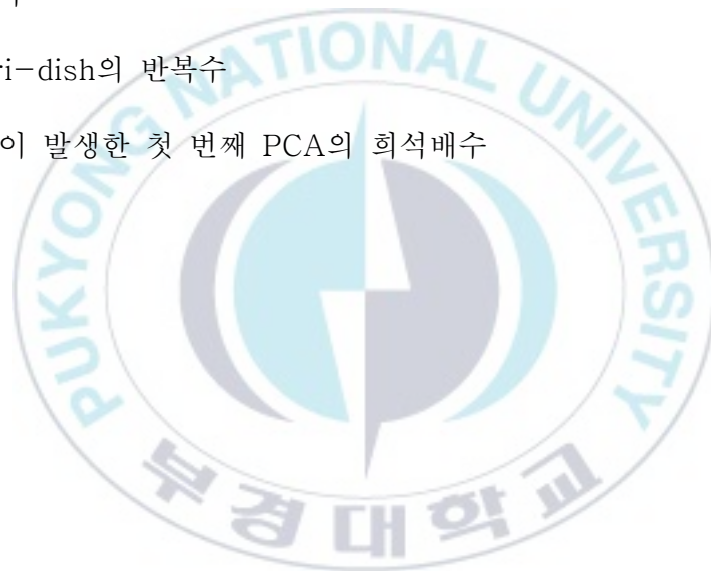


Table 2. Analytical condition of HPLC

Analysis equipment	Analytical condition
Column	C ₁₈ – 300x3.9mm (Waters, Milford, MA, USA)
Detector	UV detector 254nm
Temperature	40℃
Flow rate	0.8mL/min
Injection	20μl
Mobie phase	1% Triethtlamine–perchloric acid
Cleaning	50:50 (Meth:DW) 20:80 (Meth:DW)
Charging	100% methanol

2-5. pH 측정

pH는 수산물의 신선도 판정이나 초기 부패 등의 판정에 있어 제안된 지표로서 시료를 작은 입자로 분쇄한 후 시료무게 10배량의 증류수를 가한다. 동일한 회전수로 30분 간 추출한 후 pH meter (Thermo, Orion star A211, USA)의 전극(Orion star, 8157-Bnumd, USA) 세척 후 pH를 측정하였다.

2-6. 휘발성 성분 분석

휘발성 성분은 자동 열 탈착기 (Automatic thermal desorption, ATD; Perkin-Elmer, Waltham, USA)를 이용한 gas chromatography/mass-selective detector(GC/MSD; Shimadzu, QP2010 plus, Japan)로 분석하였으며 휘발성 성분의 headspace는 진공펌프(Shimadzu, VPC-10, Japan)와 질량유량계를 이용하여 Tenax-Ta (Supelco, Bellefonte, USA)에 흡착시켰다. ATD와 GC/MSD의 작동 조건은 아래 Table 3과 같다. 화합물의 동정은 미국 국립 표준 기술국(National Institute of Standards and Technology ; NIST, Gaithersburg, USA)과 Wiley online library(Hoboken, NJ, USA)에 기록된 질량 스펙트럼과의 비교를 바탕으로 실시하였으며 동정된 휘발성 화합물의 정량분석은 peak area normalization method로 측정하였다.

Table 3. Operating conditions of headspace volatile compounds analysis

Parameters		Conditions
ATD-400	Primary tube type	Tenax-TA
	Cold trap type	Tenax-TA 20mg
	1 st Desorption	350°C – 4 min
	2 nd Cryo temp.	-30°C
	2 nd Desorption	350°C – 1 min
	Desorb flow	50.2mL/min
	Inlet split	No
	Outlet split	11.5mL/min
GC-MS	Oven temp.	35°C – 10 min
		8°C/min-120°C – 10 min
		12°C/min-80°C – 7 min
		15°C/min-230°C – 10 min
	Column	AT1-60m×0.32mm×1.0 μ m
	Interface temp.	230°C
	Mass range	20~350 m/z
	Column pressure	15.9psi
	Injector temp.	230°C
	Detector temp.	250°C
	Carrier gas	Helium(99.9999%)
	Mass filter type	Quadrupole

2-7. 관능평가

저온 인큐베이터(KI-B5hL, Koencon, Korea) 25℃에서 보관한 바지락은 껍질이 있는 경우와 없는 경우로 나누어 각각 관능 평가를 실시하였다. 껍질이 있는 것의 경우, 시료 수령 후 실험실로 즉시 옮긴 것을 저장 시간 0 hr로 하고 껍질이 없는 것의 경우, 시료 수령 후 실험실로 즉시 옮겨 신속하게 탈각한 것을 저장 시간 0 hr로 하여 각각 1시간 간격으로 32시간 동안 선도 변화에 따른 외관 및 이취 변화를 면밀히 기록하여 관능검사 항목 및 평가기준을 확립하였다. 관능검사는 관련 학과 20명을 대상으로 실시하였다.

2-8. 통계처리

모든 실험 결과는 평균값과 표준편차로 나타내었으며 관능 평가 결과는 SAS 통계 프로그램(Ver. 9.3, Statistical Analysis System, USA)을 이용하여 analysis of variance(ANOVA) ($p < 0.05$)로 검증한 후, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 통하여 유의성을 비교하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 저장 시간에 따른 Trimethylamine, VBN, 일반세균수, pH의 변화

Trimethylamine의 값은 저장시간에 따라 서서히 증가하였으나 껍질 유무에 관계없이 저장 시간 0 hr 부터 이미 부패 초기 기준인 3~4 mg/100g을 초과하여 바지락의 선도 판정의 지표로서는 부적절하다고 판단된다 (Fig 1). 수산물인 어획 직후의 근육 중에는 암모니아를 주로 하여 trimethylamine, dimethylamine 등으로 된 휘발성 물질이 극히 적으나 선도가 떨어짐에 따라 증가한다. VBN은 일반적으로 신선한 어육에서는 5~10 mg/100g, 보통 어육에서는 15~25 mg/100g, 부패 초기에 있는 어육에서는 30~40 mg/100g, 완전 부패한 어육에서는 50 mg/100g 이상의 값을 나타내는데 껍질이 있는 경우와 없는 경우 모두 저장 시간 5 hr 이후로는 20 mg/100g 을 초과하여 보통 어육에서 초기 부패 상태를 보인다. 특히 껍질이 없는 경우는 이미 저장 시간 0 hr 부터 사후 상태이기 때문에 껍질이 있는 경우보다 VBN 값의 증가 속도가 더욱 빠른 것으로 보인다 (Fig 2). 식품공전에 제시된 일반수산물에 대한 일반세균수의 공통 기준 및 규격은 1g 당 100,000 CFU/g(mL)으로 바지락 껍질 있는 경우와 없는 경우 모두 저장 시간 15 hr 이후로 초기 부패 기준을 넘어서는 것을 확인할 수 있다. 일반세균수 역시 껍질이 없는 경우가 전반적으로 더 높은

값을 나타내었으며 그 증가 속도 또한 껍질이 있는 경우보다 빠른 것을 확인하였다(Fig 3). 일반적으로 어패류의 선도에 따른 pH의 변화는 7.2~7.3으로 중성이었다가 부패 초기 시점에서 산성인 pH 5.6~6.0의 감소한 후 다시 염기성인 pH 8.0 이상으로 증가하는 경향을 보인다. 바지락 살의 pH는 저장 시간 10 hr까지 감소하다가 증가하는 것으로 보아 이 시점까지 자가소화 하다가 그 이후로 부패하는 것으로 간주된다(Fig 4). 그러나 이 측정값은 변화 정도가 미미하고 부패 초기의 pH 값은 어패류의 종류 및 부위에 따라 차이가 있으므로 어패류 전반에 이용할 수 있는 일반적인 방법으로 사용하기에는 어려울 것으로 판단된다.

2. 저장 시간에 따른 K-value의 변화

K-value는 어류의 신선도를 평가할 수 있는 이화학적 지표로서 활어의 경우 0~10%, 횃감의 경우 10~20%, 일반어육의 경우 20~50%, 가공원료의 경우 35~60%의 범위에 있으며 60%를 넘을 경우 초기 부패상태라고 보고된다(Usui, 1979). 저장 시간 0 hr 에서 껍질이 있는 바지락은 K-value가 약 40%, 껍질 없는 것은 약 30%로 일반 어육의 범위에 속하지만 신선한 어류가 10% 내외의 범위에 속하는 것에 비하면 비교적 높은 수치를 나타낸다. 바지락은 껍질이 있는 경우와 없는 경우 모두 저장 시간 15 hr 이후 60%를 초과하여 부패가 시작된 것으로 판단된다(Fig 5). K-value의 변화에 의한 선도 판정은 일반적으로 어류에 적용되는 것으로 K-value 만으로 바지락의 신선도를 판단하기에는 부적합하며 앞서 실행

한 다른 실험 결과와 비교하여 판단하는 것이 더 적합할 것으로 생각된다.

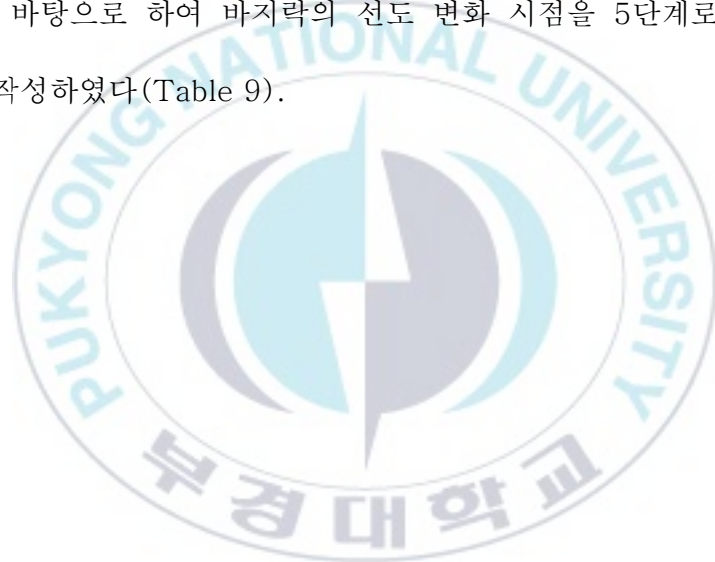
3. 저장시간에 따른 휘발성 성분의 변화

바지락은 저장시간 0 hr 부터 5 hr 간격으로 총 20 hr 까지 headspace 법을 이용하여 휘발성 성분을 분석하였다. 각 시료 별 headspace 휘발성 성분의 total ion chromatogram을 비교한 결과 ethyl alcohol의 area 값이 점차 증가하는 것을 확인하였다(Fig 6). 동정된 휘발성 성분은 각각 alcohol류, aldehyde류, aromatic compound, ester류, furan, ketone류, sulfide류, nitrogen으로 분류하였다(Table 4). 휘발성 성분 분석 결과, 등급이 낮을수록 차이를 보인 성분은 sulfide류 화합물과 ester류 화합물이 있었으며 이 중 저장 시간과 가장 상호관계를 잘 보인 성분은 ethyl alcohol로, 20 hr 시료가 0 hr보다 그 area값이 약 200배 높았다(Fig 6).

4. 저장시간에 따른 바지락의 관능평가

바지락의 부위별 명칭은 크게 출수관, 입수관, 아가미, 발 부분으로 나눌 수 있다(Fig 7). 본 실험에서는 이러한 부위들을 중심으로 바지락의 선도에 따라 색깔, 탄력성, 형태 및 이취의 변화에 대하여 관련 학과 20명을 패널로 선정한 후 관능평가 하였다. 바지락의 출수관과 입수관은 신선한 상태에서는 선명한 검은색을 띠었으나 저장 시간이 지남에 따라 그 색이

점점 열어지는 것을 확인하였다. 발은 신선한 상태에서 전체적으로 수분을 많이 가지며 선명한 살색을 띠었으나 저장 시간이 지날수록 탁한 살색을 띠며 수분이 거의 없는 형태를 보였다. 아가미의 경우 신선 상태에서 밝은 상아색 또는 회색 빛을 띠었으나 시간이 흐름에 따라 탁한 회갈색 또는 흑갈색을 띠고 점액을 생성하였다. 바지락은 신선한 상태일 때 진한 바다 냄새가 난다는 패널들의 의견이 가장 많았으며, 선도가 떨어지는 바지락에서는 강한 금속향 또는 곰팡이 냄새가 난다는 의견이 있었다. 이러한 패널들의 의견을 바탕으로 하여 바지락의 선도 변화 시점을 5단계로 나눈 관능평가지를 작성하였다(Table 9).



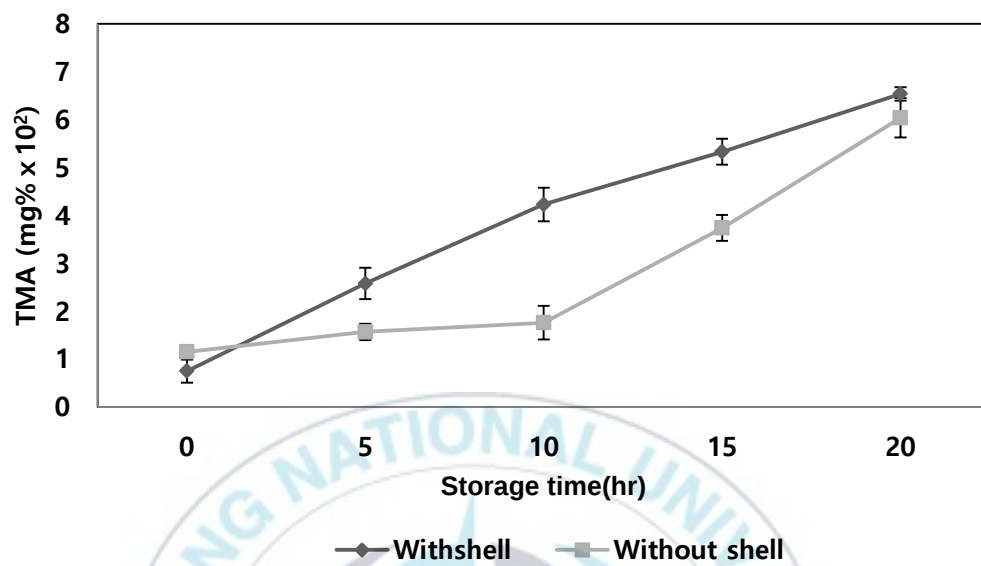


Fig 1. TMA contents of Manila clam with and without shell during the storage at 25°C

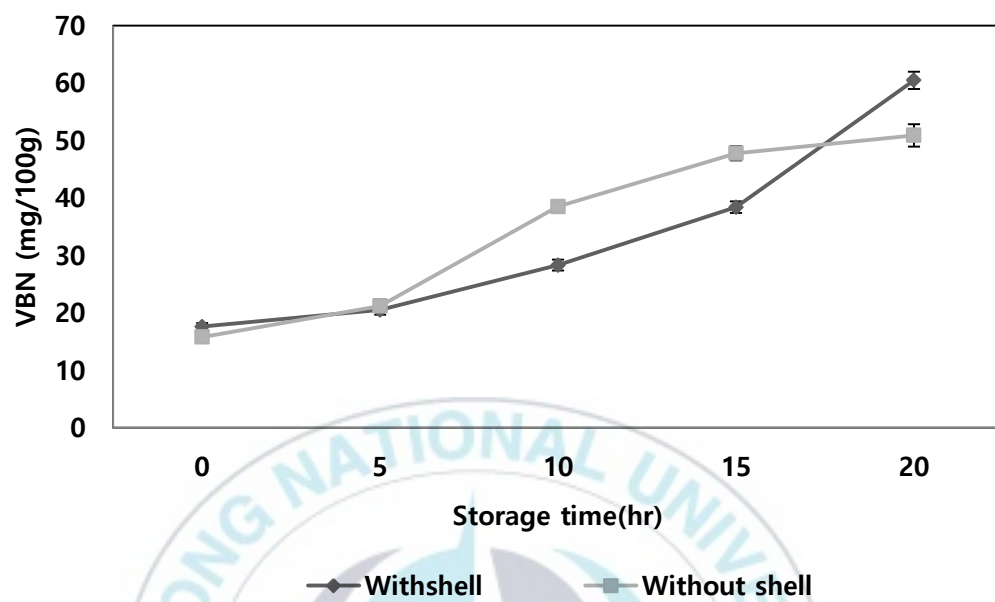


Fig 2. VBN contents of Manila clam with and without shell during the storage at 25°C

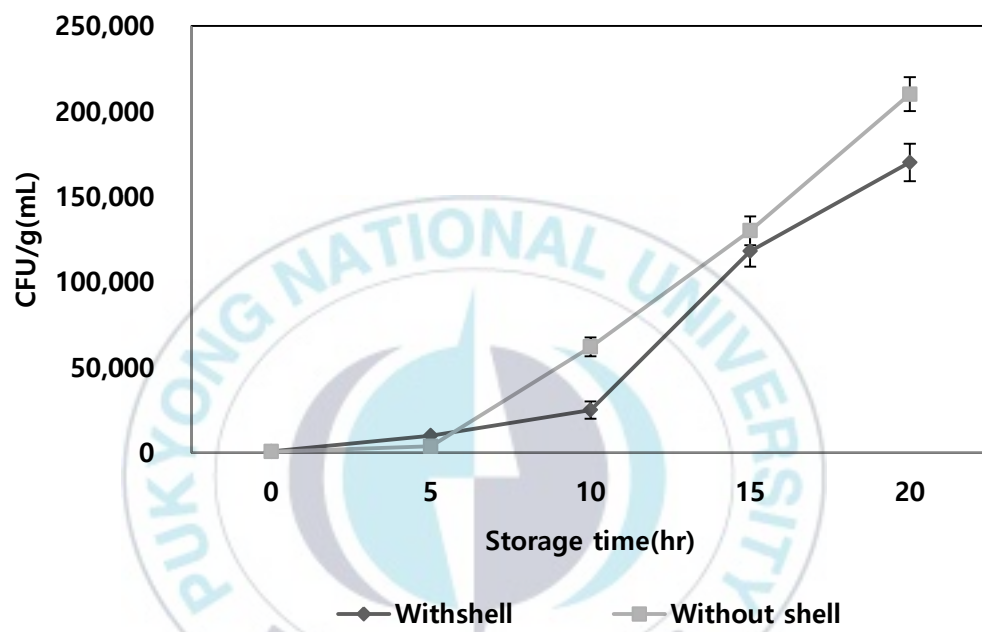


Fig 3. Viable cell counting of Manila clam with and without shell during the storage at 25°C

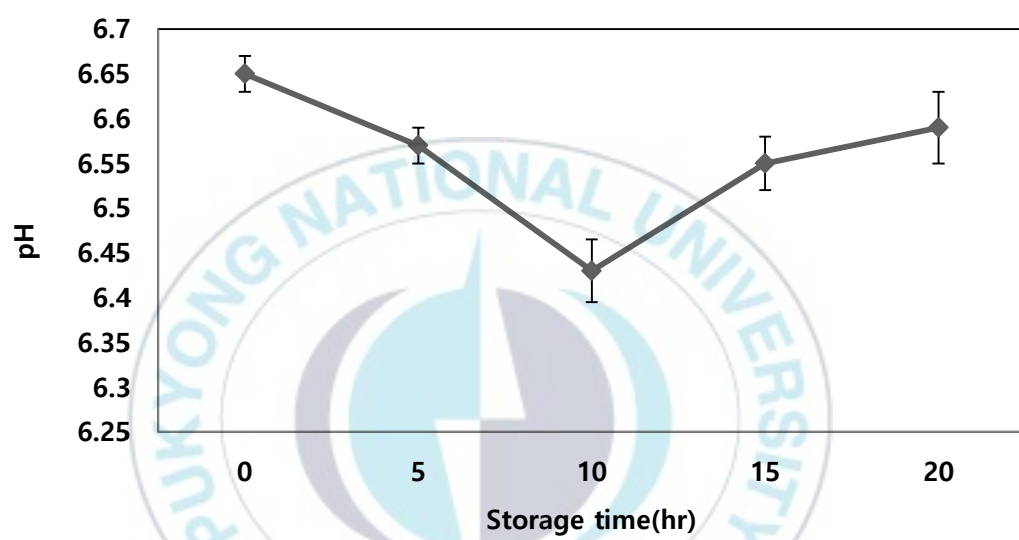


Fig 4. PH change of Manila clam without shell during the storage at 25°C

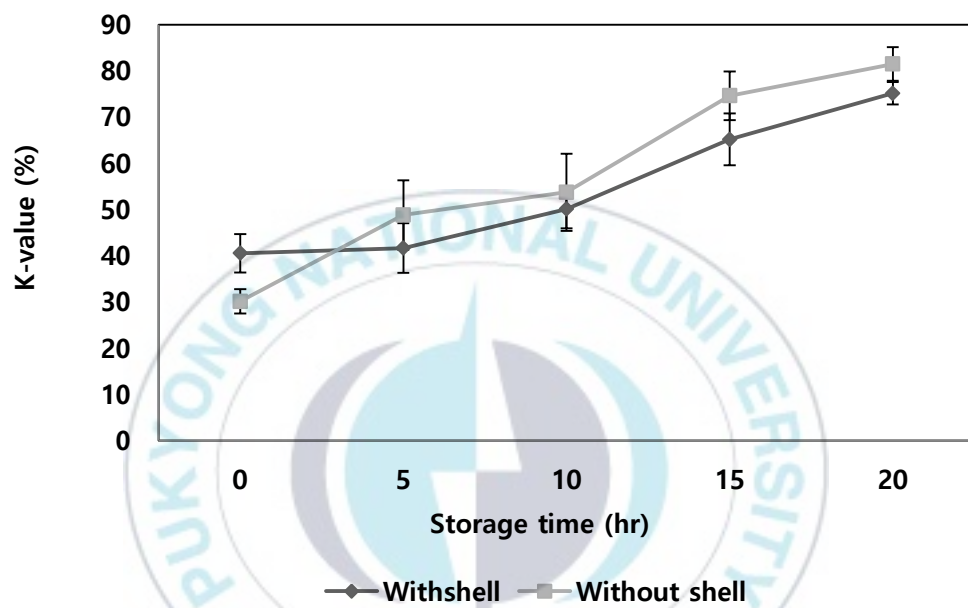


Fig 5. K-value contents of Manila clam with and without shell during the storage at 25°C

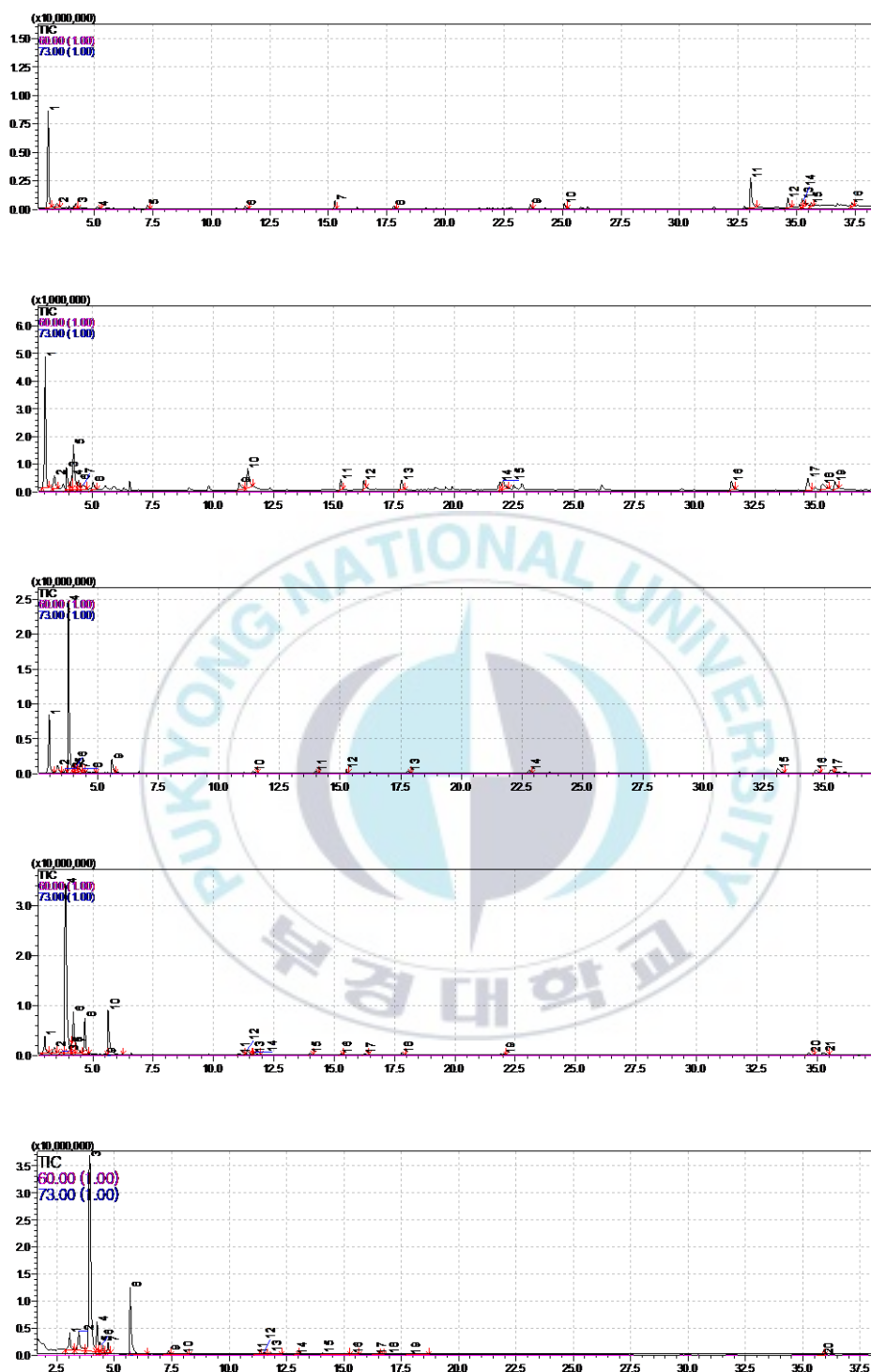


Fig 6. Total ion chromatograms of headspace volatile compounds isolated from Manila clam during storage of 0, 5, 10, 15 and 20 hrs at 25°C

Table 4. Headspace volatile compounds identified from Manila clam according to different storage time

Area							
No.	Alcohols	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	Ethanol	3.779		2,964,055	80,860,968	181,578,206	238,750,883
2	1-Propanol	5.574			9,253,100	40,694,150	56,172,596
3	(5Z)-Octa-1,5-dien-3-ol	21.912		1,405,406			
4	2-Propyl-1-pentanol	23.633	1,625,932				
5	1-Octanol	25.079	2,225,735				
No.	Aldehydes	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	Succinic anhydride	4.001			2,730,385		
2	Hexanal	16.346		1,734,698		1,413,083	845,292
3	Decanal	31.517		2,490,800			
4	2,4-Decadienal	34.628	4,379,107	3,530,617	3,558,252	3,891,465	
No.	Aromatic compound	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	Benzene	15.276	2,860,131	1,747,340	2,394,149	968,319	
No.	Esteres	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	Formic acid, ethenyl ester	3.342			6,684,495		
2	Acetic acid, ethyl ester	7.517					1,436,668
3	Ethanethioic acid, S-methyl ester	11.793				5,189,799	2,790,887
4	Propanoic acid, ethyl ester	12.909					558,073
5	Butanoic acid, ethyl ester	16.653					1,025,481
No.	Furan	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	4H-Pyran-4-one, 2,6-dimethyl	3.407	3,076,439			5,494,731	18,076,243
No.	Ketones	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	Acetone	4.102		1,449,405	1,692,824	31,572,513	21,774,816
2	2-Hexanone, 4-hydroxy-3-propyl	4.207	2,135,822	7,588,247			
3	Pentane	4.476		865,984			5,263,239
4	1-Penten-3-one	11.145		1,855,071		2,093,178	1,501,293

5	1-Penten-3-ol	11.441	1,911,329	4,497,926	1,779,290	6,205,142	3,118,852
6	3-Octanone	22.04		2,527,774		1,477,061	
No.	Sulfides	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	Dimethyl sulfide	4.725				26,797,595	7,153,949
2	Carbon disulfide	5.119	1,207,156	1,449,093			
3	Disulfide, dimethyl	13.977			1,225,245	1,509,327	1,777,255
No.	Nitrogen	Rt	0 hr	5 hr	10 hr	15 hr	20 hr
1	Benzothiazole	33.038	13,820,171				



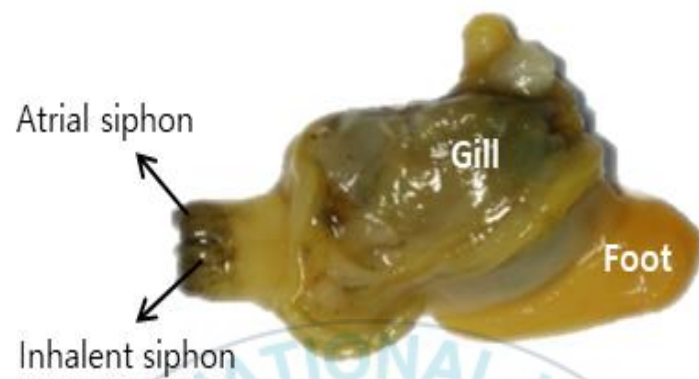


Fig 7. Name of the part of Manila clam

Table 5. Items of sensory evaluation items and freshness scores for Manila clam

Classification	Item	Evaluation standard	Score
Freshness	Foot, Atrial siphon and Inhalent siphon	• Color : Vivid flesh-colored, overall. • Elasticity : Has elasticity and is restored immediately when pressed. • Appearance : Has a lot of moisture and smooth surface.	5
		• Color : Vivid flesh-colored, overall. • Elasticity : Has elasticity and is restored when pressed but restoration of inhalant and siphon is somewhat slow. • Appearance : Has moisture and smooth surface.	4
		• Color : Dark flesh-colored, overall.. • Elasticity : Has no elasticity and it takes several seconds to be restored when pressed • Appearance : Has a little moisture and smooth surface.	3
		• Color : Dark flesh-colored, overall (closed to yellowish color), Color of atrial and inhalant siphon of some individuals has faded. • Elasticity : When pressed, partially restored. • Appearance : Almost no moisture and surface is sticky.	2
		• Color : Very dark flesh-colored, overall. Atrial and inhalent siphon' s color has almost faded in most individuals. • Elasticity : When pressed, not restored. • Appearance : Has no moisture and surface	1

		looks like melted.	
	Gill	• Color : Bright ivory or gray • Condition : Resilience is fast when pressed and has lots of moisture.	5
		• Color : Light gray • Condition : Resilience is fast when pressed and has a little moisture.	4
		• Color : Turbid skin color • Condition : It takes a few seconds to restore when pressed, and has little moisture.	3
		• Color : Turbid gray–brown • Condition : Only some parts are restored when pressed, and there is more amount of mucus than water.	2
		• Color : Dark brown • Condition : When pressed, it' s not restored and has lots a lot of mucus.	1
	Off– flavor	Original fresh smell, A salty sea smell	5
		Original smell, A slight sea smell (Description : Sand smell)	4
		Damp mud smell	3
		Rancid flavor (Description : Stinky smell)	2
		Putrified flavor (Description : A pungent odor, Strong metallic flavor)	1

IV. 결론

바지락의 안전한 섭취를 위해 본 연구에서는 바지락의 선도 변화에 따른 관능평가와 보다 정확한 선도 판단을 위해 이화학적·미생물학적 및 휘발성 성분 분석을 실시하였다. 그 결과, trimethylamine은 저장 시간 0 hr 부터 이미 부패 초기 기준인 3~4 mg/100g을 초과하여 선도 판정이 불가하였다. VBN 값은 저장 시간 5 hr 이후부터 20 mg/100g을 초과하였고 저장 시간이 늘어남에 따라 일정하게 증가하였다. 일반세균수는 저장 시간 15 hr 이후로 100,000 CFU/g(mL)를 초과하였다. pH는 저장 시간 0 hr에서 약 6.65정도였으나 저장 시간 10 hr까지 일정하게 감소하여 pH 약 6.4를 나타내었다. K-value는 껍질 있는 바지락이 약 40%, 껍질 없는 바지락은 약 30%로 일반 어육의 범위에 속한다. 바지락의 등급이 낮아질수록 가장 두드러지는 변화를 보이는 휘발성 성분으로는 ethyl alcohol이 있으며 저장 시간 20 hr 바지락의 area값이 0 hr의 area값보다 약 200배 높았다. 바지락의 관능평가는 발과 입수관, 출수관 부위와 이취로 평가하는 것이 좋을 것이라 판단되며 바지락의 선도가 떨어짐에 따라 육의 색은 밝은 살색에서 점점 어두운 갈색을 나타내었다. 또한 신선한 바지락은 소금냄새가 진한 바다 냄새가 났으나 부패한 바지락의 경우 강한 금속향과 더불어 텃텃한 냄새를 느낄 수 있었다. 저장시간에 따른 실험 결과와 비교하여 관능 평가

결과와 가장 상호관계를 이루는 실험은 VBN 측정과 생균수 측정이었다.



V. 참고문헌

Corrado C., Francesca A., Paolo M., Federico P., Clara B., Stefano C., (2013) An advanced colour calibration method for fish freshness assessment: A comparison between standard and passive refrigeration modalities, Food and Bioprocess Technology, 6, 2190–2195

Cordero, D., Delgado, M., Liu, B., Ruesink J., and Saavedra C. (2017) Population genetics of the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) introduced in North America and Europe. Scientific Reports, 7, 39745

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (2016) The state of world fisheries and aquaculture 2016. FAO, 171–182.

Generic – Manila Clams, Myfitnesspal, (2017) Retrieved from <http://www.myfitnesspal.com> on Oct 10, 2017

Grethe H., Ditte M.B., (2004) Quality Index Method–An objective tool for determination of sensory quality, Journal of Aquatic Food Product

Technology, Vol13(4), 71–80

Jung, H.T., Kim, J. and Choi, S.D. (2004) Phylogenetic relationship of the five Korean veneridae clams, bivalviam, veneroida according to morphological characters. Journal of Aquaculture, 17, 197–208

Kim, Y.J., (2015) Optimization of reaction flavors preparation using Antarctic Krill(*Euphausia superba*), Pukyong National University Library

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., and Nam, T.J. (2016) Changes in physicochemical indicators in mackerel (*Scomber japonicas*) muscle according to refrigerated storage duration. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49(6), 737–742

Kwon, K., Ryu, D.G., Jeong, M.C., Kang, E.H., Shin, I.S., and Kim, Y.M. (2017) Microbiological and physicochemical hazard analysis in processing process of simple-processed shellfish products. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 50(4), 352–358

Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2016a. Korean Food Standards Codex.

Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp on Jun 17, 2017

Statistics Korea. 2017. Seafood Consumption, The Fishery Production

Statistics. Retrieved from [http://www.index.go.kr/potal/main/](http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1317)

EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1317 on Jun 3, 2017.



VI. 감사의 글

이 논문은 2016년도 식품의약품안전처에서 시행한 용역연구 개발과제의 연구개발비 지원에 의해 수행된 연구입니다(수입수산물의 과학적 관능검사 기준개발 및 검사적용에 관한 연구). 이 논문이 나올 수 있게 도움 주신 김선봉 교수님, 이양봉 교수님, 양지영 교수님께 감사의 말씀을 드립니다. 덧붙여 생화방 친구들과 동기 승은이 에게도 고맙다는 말을 전합니다.

