



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

수산 부산물로부터 인지질 추출과 유화  
안정성 평가



식 품 공 학 과

홍 동 리

공학석사학위논문

수산 부산물로부터 인지질 추출과 유화  
안정성 평가

지도교수 이양봉

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함.

2019년 2월

부경대학교 대학원

식품공학과

홍동리

홍동리의 공학석사 학위논문을 인준함.

2019년 2월



위원장 농학박사 김 선 봉 (인)

위원 공학박사 전 명 수 (인)

위원 농학박사 이 양 봉 (인)

# 목차

List of Tables	iv
List of Figures	vi
Abstract	vii
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	8
1. 수산 부산물	8
2. 성분 분석	8
가. 수분	8
나. 조단백	10
(1) 구성 아미노산	10
(2) 유리 아미노산	10
다. 조지방	13
(1) 지방산 조성 및 함량	13
(2) 인지질 추출 및 조성	15

라. 회분.....	17
(1) 미네랄.....	19
마. 비타민.....	19
3. Microemulsion 제조와 안전성 평가.....	22
<b>Ⅲ. 결과 및 고찰.....</b>	<b>24</b>
1. 일반 성분 조성 및 함량.....	24
2. 아미노산 및 지방산 조성.....	24
가. 아미노산.....	24
나. 지방산.....	33
3. 용매에 따른 인지질 추출 및 조성.....	35
가. 용매에 따른 인지질 추출.....	35
나. 인지질 함량 및 조성.....	37
다. 인지질 지방산 조성.....	37
4. 미네랄 및 비타민 조성.....	40
가. 미네랄 조성.....	40
나. 비타민 조성.....	40

5. Microemulsion 형태 및 안정성 평가.....	43
가. 광학현미경을 통한 형태 관찰.....	43
나. Microemulsion 안정성 평가.....	43
IV. 결론 및 요약.....	55
V. 참고 문헌.....	57
감사의 글.....	61



## List of Tables

Table 1. Different use of Emulsifier according to HLB range.....	5
Table 2. Explanation and major use of natural/synthesis emulsifiers.....	7
Table 3. Analytical condition of High speed amino acid analyzer L-8800.....	11
Table 4. Analytical condition of High speed amino acid analyzer L-8900.....	12
Table 5. Analytical condition of GC-FID.....	14
Table 6. Analytical condition of HPLC-ELSD.....	16
Table 7. Operating conditions and data acquisition parameters of ICP-MS.....	18
Table 8. Analytical condition of HPLC-DAD (Vitamin A).....	20
Table 9. Analytical condition of HPLC-UV (Vitamin E).....	21
Table 10. Analytical condition of HPLC-DAD (Vitamin C).....	23
Table 11. Yield of freeze-dried of marine by-products.....	25

Table 12. General composition of marine by-products.....	26
Table 13. Composed amino acids composition of marine by-products (1)· .....	27
Table 14. Composed amino acids composition of marine by-products (2)· .....	28
Table 15. Free amino acids composition of marine by-products (1).....	29
Table 16. Free amino acids composition of marine by-products (2).....	30
Table 17. Free amino acids composition of marine by-products (3).....	31
Table 18. Free amino acids composition of marine by-products (4).....	32
Table 19. Fatty acid profiles in marine by-products oil.....	34
Table 20. Phospholipid contents with different solvent.....	36
Table 21. Phospholipid profiles in marine by-products oil.....	38
Table 22. Fatty acid profiles in marine by-products phospholipids.....	39
Table 23. Mineral profiles in marine by-products.....	41
Table 24. Vitamin A, C and E in marine by-products.....	42

## List of Figures

Figure. 1. Observation of cod roe through optical microscope.....	44
Figure. 2. Observation of pollack roe through optical microscope.....	45
Figure. 3. Observation of sea urchin roe through optical microscope.....	46
Figure. 4. Observation of trout roe through optical microscope.....	47
Figure. 5. Observation of salmon roe through optical microscope.....	48
Figure. 6. Observation of candle fish roe through optical microscope.....	49
Figure. 7. Observation of pacific herring roe through optical microscope.....	50
Figure. 8. Observation of sea cucumber viscera through optical microscope.....	51
Figure. 9. Observation of skate liver through optical microscope.....	52
Figure. 10. Stability of nine type of microemulsion.....	53

# **Evaluation of phospholipid extraction and emulsion stability from marine by-products**

**Dong-Lee Hong**

*Department of Food Science and Technology,*

*Graduate School, Pukyong National University*

## **Abstract**

Consumption of aquatic products has been continuously increased and also their by-products produce environmental problems due to easy decomposition and rapid decay. In addition, a large amount of by-products is generated because there are many non-edible parts in the aquatic products such as fish bone, fins, internal organs, shellfish and shells of crustaceans. In order to improve the utilization of these by-products, nutritional value and emulsification property of fish by-products including fish eggs were investigated. General composition of carbohydrate, crude protein, lipid, ash and moisture were measured and the ratio of polar lipids, glycolipids, phospholipids, amino acids, minerals (calcium, phosphorus, selenium), contents of vitamins (A, C, E) and fatty acid and phospholipid contents were measured as minor components. Crude protein contents of the aquatic samples ranged 53% to 77%, showing high nutritional values. The ranges of crude fat content for high six samples 15 to 55% showing high lipid and phospholipid contents. Based on the results obtained from the analyses of these components, the other objective of this study is to investigate whether the by-products of high phospholipids contents can be used as a natural

emulsifier. The formation and stability of emulsion was determined in order to confirm the use as a natural emulsifier depending on the content and composition of phospholipids by using the lipid extracted from the marine by-products. In the case of emulsion stability, the degree of retention at the emulsion form with time was measured and compared. It is intended to use as the natural emulsifier of the mircoemulsion by using the phospholipids extracted from the marine by-product.



# I. 서론

전 세계적으로 천연자원의 소비량이 증가하고 이에 따른 자원의 잔여량이 감소하면서 폐기되는 자원을 최소화하고 이를 통해 새로운 가치를 창출하는 것을 중요하게 생각하는 시기에 접어들었다. 특히 지속적으로 소비량이 증가하고 있는 수산물의 경우 2013년을 기준으로 하여 중량 기준으로 유럽이 38.4%, 아시아가 37.8%, 아메리카가 13.2%, 오세아니아가 1.26%를 차지하고 있는 만큼(Chang-Beom Kim, 2017) 많은 소비량을 자랑하고 있는데, 생물학적 특성상 손상이 쉽고 선도의 저하가 빠르며 변질 및 부패가 일어나기 쉬운 특징을 지니고 있다. 또한 수산물은 생산, 유통, 가공, 판매 단계에서 가식부위만을 상업적으로 사용하는데 치우쳐 있어 비가식부위인 부산물의 양이 상당하게 발생하고 있다. 생선의 뼈, 지느러미, 내장이나 패류의 껍각 등이 수산 부산물의 대표적인 예이다. 이들 부산물 대부분이 활용도 없이 폐기물로서 폐기되고 있다(Dae-Young Kim, 2015). 수산 부산물들의 폐기 과정에서 여러 가지 문제가 발생하고 있으며 폐기 과정에서 불법으로 매립 및 해양투기 등을 일삼고 있어 자연경관을 해치거나 환경오염을 유발한다. 수산 부산물 중 일부만이 사료 등의 비식용 원료로 이용되고 있어 새로운 다양한 산업적 이용이 필요한 실정이다(Moon-Lae Cho, 2001).

수산 부산물은 소비자들에게는 폐기물이라는 인식과 달리 수산 산업에서는

중요한 단백질 및 지질의 근원이다(RUSTAD, T, 2003). 주요 기본 지질 성분으로는 n-3(오메가 3)와 불포화지방산 및 인지질과 기타 미량 성분인 비타민과 미네랄 등이 충분히 함유되어 있다고 알려져 있다. (SEN,D.P. 2005) 특히 지질의 경우 최소 4%에서 최대 43.8%까지 높은 지질 함량을 나타내고 있다고 보고되어 있다(Sathivel, 2002; Mondal, 2006; Swapna, 2010). 이러한 연구 보고들은 수산 부산물이 산업적으로 충분히 활용가능성을 지니고 있으며 적재적소에 활용한다면 수산 산업의 발전에 크게 기여할 것으로 보인다.

대표적인 수산 부산물의 종류로는 주산물의 종류에 따라 어류, 패류, 갑각류, 기타로 구분이 된다. 어류의 부산물로는 뼈, 지느러미, 내장, 어피 등이 있고 패류의 부산물로는 패각과 내장등을 포함한다. 갑각류의 경우 갑각과 내장등이 해당한다. 이들 부산물 중에 비교적 사용 빈도가 높은 품목은 어란으로 식품학적으로나 산업적으로 활용도가 높은 고부가치 수산 부산물로 각광 받고 있다. 한편 어란에 대한 연구로는 어란의 일반 성분 특성(Jong Soo Lee 2011), 지질 특성, 미생물상 및 화학적 특성화, 새로운 가공법의 개발, 기능성 성분의 분리, 맛 성분 특성, 저장성 향상 및 효소 저해제 등과 같이 다양하게 연구된 자료가 있으나 현재 한국에서 많이 시판되고 있는 연어알, 송어알, 열빙어알, 명태알, 대구알 및 청어알에 관한 이화학적 분석과 이를 바탕으로 한 심화 연구 실적은 거의 전무한 형편이다. 본 연구는 우리나라의 수산 부산물의 친환경적 이용 및 자원화를 위한 제도적 시스템의 부족 현상에서 벗어나기 위하여 수산 부산물의 산업적 활용방안을 제시하고자 한다. 특히 수산

부산물에서의 인지질을 타겟으로 하여 microemulsion에 사용될 천연 유화제를 탐색하고자 한다.

전세계적으로 유화제 시장은 식품과 화장품에서의 시장이 36%와 24%이며 석유화학 및 약학 분야에서도 13%의 시장 분포를 보이고 있으며 2021년까지 약 7% 정도의 성장률을 보일 것으로 예측하고 있다(TechNavio, 2017). 또한 최근 연구에 의하면 제과, 제빵의 분야에서 59.4%로 가장 많이 유화제를 사용하는 것으로 나타났으며 전세계적으로 2021년까지 꾸준한 사용 증가세를 보이고 있는 형편이다(Grand View Research, 2017. Markets and markets, 2016).

일반적으로 식품은 여러 가지 유용 성분들이 혼합되어 있는 유화형 식품으로 존재한다. 이렇듯 water phase와 oil phase를 적절히 분산되어 오랜 기간 유지하게 해주는 유화제는 식품 산업 분야에서 자주 사용되는 식품 첨가물 중 하나이다.

유화란, 우유와 같이 서로 다른 두 phase이 교반이나 균질들의 기계적 에너지로 인하여 하나의 액상이 다른 액상에 dispersion되어 있는 형태를 뜻한다. Oil phase와 water phase의 dispersed phase, dispersed medium와 continuous phase에 따라서 여러 종류의 유화액을 형성한다. 대표적으로 물에 기름 입자가 분산되어 있는 상태인 ‘oil in water(O/W)’ 와 기름에 물 분자가 분산되어 있는 경우는 ‘water in oil(W/O)’ 이라고 한다. 유화액은 분산상과 분산매 사이의 경계면에서 빛이 산란 현상을 발생하기 때문에 불투명한 색을 나타낸다(McClements DJ, 2015). 이러한 유화제가 얼마나 친유성을 띄는지

친수성을 띄는지 알아보는 척도로 Hydrophilic Lipophilic Balance (HLB)를 사용한다. The balance is measured on molecular weight and is an indication of the solubility of the emulsifier. HLB는 0부터 20까지의 범위로 low HLB value is more soluble in oil and promotes water in oil emulsions. An emulsifier with a high HLB value is more soluble in water and promotes oil in water emulsions (Rakesh K Sharma, 2014) 이러한 유화제의 HLB 값에 따라 여러 형태의 유화액이 형성되는 것을 Table 1에 나타내었다.

Microemulsion은 물, 기름, 유화제의 혼합체로서 콜로이드의 응집으로 구성된 형태를 띄고 있다. 유화제로만 형성된 micelle과 달리 oil phase가 소량으로 들어 있어 다른 형태를 나타낸다. 유화를 통해 생성된 microemulsion의 경우 기본적으로 외부 에너지를 통한 일시적인 분산 형태로 불안정한 성질을 지니고 있다. 즉, 일정 시간을 방치하게 되면 원래의 형태인 oil phase와 water phase로 나뉘는 것이 일반적이다. 그러나 microemulsion의 경우 micelle과 비슷하게 기존 emulsion보다 뛰어난 열역학적 안정성을 지닌 것으로 알려져 있다(Mi-Jung Choi, 2018). 즉, 입자의 직경이 5nm에서 50nm까지 작은 형태로 제조가 가능하며 콜로이드 형태를 띄며 열역학적으로 높은 안정성을 가지고 있다. 또한, 외관상 투명한 하나의 액체로 보이는 성질을 지니며 유화제가 oil phase보다 높은 농도로 혼합되어 있어야 한다. 유화제는 크게 천연 유화제와 합성 유화제로 구분되는데 대표적으로 천연 유화제는 단백질, 다당류, 사포닌, 인지질, 코코베타인, 잔탄검 그리고 밀납이 있고, 합성 유화제에는

**Table 1. Different use of Emulsifier according to HLB range**

HLB Range	Use
4 - 6	W/O emulsifiers
7 - 9	Wetting agents
8 - 18	O/W emulsifiers
13 - 15	Detergents
10 - 18	Solubilizers

\* Wetting agents: The HLB range for wetting agents has been established for ambient conditions. For higher temperature applications we have established the following correlations for wetting effects.

자당지방산 에스테르, 글리세린지방산에스테르, 폴리옥시에틸렌지방산 에스테르, 폴리옥시에틸렌지방산 에스테르, 프로필렌글리콜지방산 에스테르 그리고 로틸황산나트륨이 있다. 각각 유화제들의 대한 설명과 용도는 Table 2에 나타내었다(Mi-Jung Choi, 2018).

생체막을 구성하는 성분으로 알려진 인지질은 대표적인 양쪽성 천연 유화제로 친수성 부분인 인과 소수성 부분인 글리세롤 부분이 에스테르화 된 형태이다. 특히 외부 조건에 따라 그 성질의 변화가 다양하여 pH, 온도, 염분 등에 따라 크게 변화한다. 식품산업에서의 유화제로 사용되는 인지질은 대두, 난황 등에서 추출한 것이 대표적이다.

따라서 본 연구에서는 수산 부산물로부터 천연 유화제를 탐색하기 위하여 대표적인 수산 부산물인 어란 6종과(연어알, 대구알, 청어알, 송어알, 열빙어알, 명태알) 해삼내장, 그리고 홍어애를 선별하였으며, 이들의 영양학적 가치를 판단함과 동시에 인지질 추출을 통하여 차세대 식품 산업에 이바지할 천연 유화제로서 상업적 활용 가능성에 대해서 연구하고자 한다.

**Table 2. Explanation and major use of natural/synthesis emulsifiers**

Classify	Emulsifier	Explanation	Major use
Natural	Protein	It has surface activity including hydrophilic and hydrophobic amino acids.	Milk, Ice creams
	Polysaccharide	It is a hydrophilic emulsifier, but stabilizes the emulsion by increasing the viscosity of water phase.	Beverage, Cream
	Saponin	Water soluble, amphoteric active agent, effective for small droplet formation.	Medicine
	Phospholipid	Natural emulsifiers containing glycerol and esterified phosphoric acid.	Medicine, Cosmetics, Functional food
	Cocobetaine	Natural emulsifier from Coconut oil	Shampoo, Bath agent
	Xanthan gum	It is an emulsifier extracted from sugar cane and mainly used in gel-type cosmetics	Cosmetic, Cream
	Beewax	Animal solid wax extracted from honey house	Cream, Lotion, Ointment
Synthesis	Sucrose fatty acid ester	Synthetic emulsifier combining sucrose and vegetable fatty acids	Confectionary such as cake, medicine, cosmetics
	Glycerine fatty acid ester	The best flavor among emulsifier and prevent aging of food	Bread, cakes and other starches, Dairy product
	Sorbitan fatty acid ester	Combination of sorbitan and fatty acids	Cosmetics
	Polyoxyethylene fatty acid ester	Hydrophilic emulsifier, that O/W system emulsifier effective of emulsification and dispersion	Ice cream, Spices dressing
	Propylene glycol fatty acid ester	Used to prevent water droplets from margarine and improve shortening products	Shortening, Salad oil
	Sodium lauryl sulfate	A mixture of sodium alkyl sulfate and emulsifier with excellent foaming power	Cleaner, Tooth paste, Shampoo

## II. 재료 및 방법

### 1. 수산 부산물(Materials)

본 연구에 사용한 수산 부산물은 대구알, 명태알, 송어알, 연어알, 열빙어알, 청어알 총 어란 6종과 성게알, 해삼 내장 그리고 홍어애 총 9종으로 각기 수산가공업체에서 주문하여 사용하였다. 청어알과 열빙어알의 경우 알만 따로 공급받기 어려워 알을 품은 생선을 구매하여 알 만을 따로 채취하였다. 각 시료는 수산물의 특성상 개체별 수분 함량의 차이가 크며 이에 따라 이화학 분석을 통한 결과 값의 정밀한 측정이 어려워 동결 건조를 통해 수분을 제거 한 뒤 본 실험에 사용될 시료로서 사용을 하였다. 동결 건조는 동결 건조기 (Scanvac Cool Safe)에서 4일간 동결 건조하여 시료 분쇄기를 이용하여 균질하게 분쇄하였다.

### 2. 성분 분석

동결 건조된 시료는 조단백 기기(BUCHI사의 K-375)를 통하여 측정하였고 식품공전(제2018-18호) 제 10 일반성분 시험법에 의거하여 수분, 회분을 측정하였다. 조지방의 경우 Bligh-Dyer(1959)의 지질 추출 방법을 사용하여 추출하였다. 탄수화물의 경우 총량 100에 앞서 측정한 조단백, 조지방,

수분, 회분의 총량을 제외한 값으로 사용하였다. 구성 및 유리 아미노산의 경우 High speed amino acid analyzer(L-8800)와 Amino acid analyzer(L-8900)을 이용하여 정량 분석을 진행하였다. 조지방의 지방산 분석은 gas chromatography(Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 통하여 분석을 진행하였다. 인지질 추출은 건강기능식품공전에 제시되어 있는 아세톤 불용물로서의 인지질 추출법을 사용하였다. 인지질의 조성 분석은 A. Sala Vila(2003)의 방법을 차용하여 진행하였다. 인지질의 지방산 분석의 경우 앞선 지방산 분석 방법과 동일하게 진행하였다. 미네랄 분석의 경우

#### 가. 수분

상압가열건조법을 통하여 시료의 수분함량을 측정하였다. 시료 3~5g을 항량이 완료된 칭량접시에 넣고, 뚜껑을 약간 열어 넣고 105℃의 온도에서 건조한다. 건조 후 데시게이터 중에서 약 30분간 방치하여 열을 식히고 무게를 측정한다. 다시 칭량접시를 1~2시간 건조하여 항량이 될 때까지 같은 작업을 반복한다.

#### 나. 조단백

각기 시료 0.1g을 소수점 셋째자리까지 유산지에 정밀히 취하여 분해촉진제 1.5g을 진한 황산 25ml과 함께 킬달 플라스크에 넣은 후 가열분해장치를 이용하여 가열한다. 분해액의 색이 밝은 청록색으로 변하면 플라스크를 방

냉시킨 다음 분해액을 시험용액으로 하여 자동킬달장치를 이용하여 분석한다.

(1) 구성 아미노산

구성 아미노산의 경우 건조한 시료 0.1g을 reacti vial에 칭량하고 0.6N HCL 3ml을 가하여 감압 밀봉하여 110°C의 heating block에서 24시간 이상 가수분해한다. 가수분해된 시료 20 $\mu$ l를 sodium dilution buffer 990 $\mu$ l를 주사기에 필터 후 vial에 보관하여 amino acid analyzer (Hitach L-8800, Hitachi Co, Tokyo, Japan)를 이용하여 정량 분석한다(Table 3).

(2) 유리 아미노산

유리 아미노산은 시료 1g에 0.1M HCl 용액을 15ml 가하고 60분간 sonicator (Qsonica, Q500)를 통해 균질화 한다. Sonicator를 통해 추출한 추출액을 6,000rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액 1ml을 lithium citrate buffer 1ml(0.12N, pH 2.2)와 혼합한다. 0.2 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 amino acid analyzer (Hitach L-8900, Hitachi Co, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석한다(Table 4).

#### 다. 조지방

지질 추출은 Bligh-Dyer의 방법을 차용하여 실험을 진행하였다. 시료 20g을 플라스크에 취한 후 증류수 20ml을 넣고 stirrer (MS7-H550-S)에서

**Table 3. Analytical condition of High speed amino acid analyzer L-8800**

Model	Hitachi L-8800
Column	Ion exchange column (4.6mm × 60mm)
Column oven temperature.	57-62°C
Reaction coil temperature	135°C
Mobile phase	(Pump 1) B1 : Buffer PH-1 B2 : Buffer PH-2 B3 : Buffer PH-3 B4 : Buffer PH-4 B5 : Buffer PH-RG (Pump 2) R1 : Ninhydrin R2 : Buffer R3 : Water
Flow rate	(Pump 1) 0.4ml/min (Pump 2) 0.35ml/min
Detector	Ultraviolet (UV)
Wavelength	(Channel 1) 570nm (Channel 2) 440nm
Injection volume	20 $\mu$ l

**Table 4. Analytical condition of High speed amino acid analyzer L-8900**

Model	Hitachi L-8900
Column	Ion exchange column (4.6mm × 60mm)
Column oven temperature.	30-70°C
Reaction coil temperature	135°C
Mobile phase	(Pump 1) B1 : Buffer PF-1 B2 : Buffer PF-2 B3 : Buffer PF-3 B4 : Buffer PF-4 B5 : Water B6 : Buffer PF-RG  (Pump 2) R1 : Ninhydrin R2 : Buffer R3 : 5% Ethanol
Flow rate	(Pump 1) 0.35ml/min (Pump 2) 0.3ml/min
Detector	Ultraviolet (UV)
Wavelength	(Channel 1) 570nm (Channel 2) 440nm
Injection volume	20 $\mu$ l

350rpm으로 5분간 방치한다. Methanol 50ml을 넣고 10분간 방치 한 후 chloroform을 추가로 50ml을 넣고 10분간 교반하며 같은 조작을 1회 반복한다. 혼합액을 여과지를 통해 여과한 여과액을 분액깔때기에 넣고 포화 NaCl 10ml과 hydroquinone을 소량 넣고 잘 흔들어 방치한다. 분리된 하층 용액을 회전진공농축기(Rotavapor, R-300)를 이용하여 농축한다. 농축된 지질 추출물을 추가로 질소농축기(EYELA, MGS-2200)를 통하여 미량의 유기 용매까지 날려준다.

#### (1) 지방산 조성 및 함량

지방산 조성 및 함량을 측정하기 위해서 사용한 방법은 E. Prato and F. Biandolino(2012)의 방법을 차용하여 실험을 진행하였다. 추출한 시료의 지질 100mg을 test tube에 정밀히 취하고 0.5ml의 heptadecanoic acid(C17:0) (1mg/ml hexane)을 내부표준물질로서 넣어준다. 0.5M NaOH(in methanol)을 2ml test tube에 넣어주고 110℃에서 10분간 가열한다. 사용한 가열 장치는 Reacti-Therm III Heating/Stirring Module(Thermo Fisher Scientific Co., Rockford, IL, USA)를 사용하였고 가열이 끝나면 상온에서 식혀준다. 상온으로 식혀준 시료에 4ml의 boron trifluoride-(BF<sub>3</sub>-) methanol를 첨가하여 다시 110℃에서 1시간 동안 가열하여 메틸 에스테르(methyl ester) 유도체화 하였다. 가열 완료된 용액은 식혀준 뒤 2ml hexane을 첨가하고 1분간 vortexing하여 hexane층만을 vial bottle에 옮겨 담고 지방산 분석을 실시한다(Table 5).

**Table 5. Analytical condition of GC-FID**

Model	Agilent Technologies GC-6890N
Column	SP-2560 (100m × 0.25mm × 0.25 $\mu$ m)
Carrier gas	Nitrogen
Flow rate	2.7ml/min
Injector temperature	250 $^{\circ}$ C
Detector temperature	250 $^{\circ}$ C
Split ratio	10:1
Oven temperature	130 $^{\circ}$ C-5min → 4 $^{\circ}$ C/min → 240 $^{\circ}$ C-15min

## (2) 인지질 추출 및 조성

인지질의 건강기능성식품공전(2018)에 기재되어 있는 acetone 불용물로서의 인지질 추출방법을 활용하여 실시하였다. 동결 건조한 시료 2.5g을 30ml의 petroleum ether(p-ether), hexane, ethanol 그리고 chloroform과 methanol을 2:1로 섞어 용매로 하여 각각 지질을 추출하였고 용매에 따른 인지질 함량 및 조성을 비교하였다. 시료를 용매와 혼합하여 1시간동안 450rpm으로 stirrer로 교반한 후, 6,000rpm에서 15분간 원심분리기를 이용하여 상층액을 환저플라스크에 담아 회전진공농축기를 통해 농축하였다. 농축이 된 시료에 p-ether 5ml을 넣고 녹여 원심분리관에 담은 acetone 20ml을 가해 잘 혼합하고 얼음물 중에 15분간 방치한다. 추가로 냉각된 acetone을 넣어 총량을 50ml로 맞춘 뒤 15분간 방치하고 6,000rpm에서 다시 15분간 원심분리하여 상층액을 제외한 하층액에 다시 acetone을 첨가하여 세척을 반복한다. 남은 잔류물은 105℃에서 한시간 건조 한다.

추출한 인지질에서 지방산 조성을 측정하기 위하여 GC-FID를 사용하였고 HPLC-ELSD를 사용하여 인지질의 조성을 측정하였다. 인지질의 조성을 측정하기 위한 방법은 다음과 같다. 지질 추출물 0.1g을 2ml의 HPLC급 methanol에 녹인 후 1분간 vortexing하여 잘 교반하여 준다. 잘 혼합된 용액을 6,000rpm에서 5분간 잘 원심분리한다. 상층액을 0.45 $\mu$ m membrane filter를 통해 여과하여 vial bottle에 담아 HPLC-ELSD를 통해 인지질 조성을 분석한다. 분석 조건은 아래 Table 6과 같다.

**Table 6. Analytical condition of HPLC-ELSD**

Model	SHIMADZU HPLC-ELSD-LTII
Column	Extrasil silica (150mm × 4.0mm × 3 $\mu$ m)
Detector	Evaporative light-scattering detection
Moblie phase	Isopropanol : n-hexane : distilled water (55 : 37.2 : 7.8, v/v/v)
Evaporation temperature	85°C
Pressure (N <sub>2</sub> gas)	47 psi
Injection volume	20 $\mu$ l

## 라. 회분 측정

직접회화법을 사용하여 회분을 측정하였으며 시료 3g을 항량이 완료된 회화용기에 넣고 250~350℃에서 예비 회화를 진행한다. 예비 회화가 완료된 시료를 다시 500~600℃의 회화로에서 회분이 얻어질 때까지 방치한다. 회화가 완료된 후 도가니를 회화로에서 꺼내어 데시게이터에서 30분간 방냉한다. 얻어진 회분을 지닌 회화용기의 무게를 측정하여 앞서 측정한 항량이 완료된 회화용기의 무게와 비교하여 회분 함량을 구한다.

### (1) 미네랄

시료 5g을 정밀히 분해 플라스크에 취하여 질산 5ml을 가하여 서서히 약하게 가열하고 최초의 반응이 끝난 후 다시 온도를 올려 가열한다. 질산이 휘산되어 내용물이 거의 건조될 때까지 가열하고 질산 용액 10ml와 70% 과염소산 10ml를 가하여 열을 조절하면서 서서히 가열시킨다 고형물이 완전히 용해되고 액이 거의 무색이 될 때까지 가열을 계속하여 분해한다. 분해 후 냉각하고 소량의 물로 희석한 후 증발 접시에 액을 씻어 옮기고 증발 건조하여 과염소산을 증발시킨다. 잔류물에 염산용액 약 10ml를 가하고 동량의 물로 희석시켜 수용상에서 가온하여 완전히 녹인 후 100ml 메스플라스크에 옮겨 물을 가하여 전량을 100ml로 하여 시험용액으로 한다. 시험 용액을 inductively coupled plasma mass spectrometer(ICP-MS, ELAN DRC )를 이용하여 분석한다(Table 7). 측정된 미네랄의 종류는 칼슘과 인 그리고 셀레늄을

**Table 7. Operating conditions and data acquisition parameters of ICP-MS**

Model	PERKIN ELMER ICP-MS, ELAN DRC II
RF power	1200 w
Cooling gas flow rate	17 l/min <sup>-1</sup>
Auxiliary gas flow rate	1.8 l/min <sup>-1</sup>
Nebulizer gas flow rate	0.85 ml/min <sup>-1</sup>
Sampling & skimmer cone	Pt
Nebulizer	Teflon concentric nebulizer
Spray chamber	Teflon scott spray chamber
Number of sweeps per reading	30
Sample delay time	100 s
Rinse time	100 s(1% HNO <sub>3</sub> )

측정하였다.

## 마. 비타민

비타민은 지용성 비타민 A 와 E 그리고 수용성 비타민 C 3 종을 대표적으로 하여 측정하였다. 비타민 A 의 경우 고체 시료 1g 을 50ml distilled water(D.W)을 섞고 항산화제 0.05% butylated hydroxytoluene(BHT)를 가한 10ml 의 hexane 을 가한 뒤 분액 깔때기에서 10 분동안 교반한다. 위 시험을 3 회 반복하고 hexane 층을 합하여 질소농축하고 남은 잔류물을 100  $\mu$ l의 methanol/D.W (95/5, v/v)에 용해시키고, 일정량의 레티닐 아세테이트 표준 용액(5  $\mu$ g/ml)을 첨가하고 최종적으로 HPLC-DAD 를 통해 분석을 실시하였다(Table 8). 비타민 E 의 경우 샘플의 지질 추출물을 시료로 하여 시료 50mg 을 정밀히 취하여 50ml 정용플라스크에 넣고 1% isopropyl alcohol(in hexane)을 넣어 정용한다. 0.2  $\mu$ m membrane filter 로 여과하여 HPLC-DAD 에 주입한다(Table 9). 비타민 C 측정을 위해서는 10% sodium metaphosphate 용액과 5% sodium metaphosphate 용액을 먼저 제조한다. 검체 일정량(비타민 C 함량이 50mg/100 g 이상인 경우 2g 정도, 10mg~50mg/100g 인 경우 5~10 g 정도를 검체로 한다)을 정확히 달아, 동량의 10% sodium metaphosphate 용액을 가하여 10 분간 현탁 시킨 후 적당량의 5% sodium metaphosphate 용액을 넣어 균질화 한다. 균질화된 검체를 100ml 메스플라

**Table 8. Analytical condition of HPLC-DAD (Vitamin A)**

Model	HITACHI HPLC-DAD, L-2455
Column	C18: Thermo Scientific Hypersil GOLD 250nm*4.6mm I.D.
Detector	DAD: 325nm
Mobile phase	methanol/water (95/5 v/v)
Flow rate	1.5ml/min
Injection volume	20 $\mu$ l

**Table 9. Analytical condition of HPLC-UV (Vitamin E)**

Model	Agilent technologies HPLC-UV, Agilent-1260
Column	LiChorosorb Si-60: Fertisaule RT, Merck
Detector	UV: 290nm (excitation) 330nm (emission)
Mobile phase	0.85% isopropanol/hexane (v/v)
Flow rate	1ml/min
Injection volume	10 $\mu$ l

스크에 옮기고 소량의 5% sodium metaphosphate 용액으로 용기를 씻은 후 메스플라스크에 합하여 100ml로 한다. 그 후 3,000rpm에서 10~15분간 원심 분리를 행하여 상등액을 취하고 5% sodium metaphosphate 용액으로 적당히 희석하여 시험용액으로 한다. 0.2 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC-DAD에 주입하여 비타민 C 함량을 측정한다(Table 10).

### 3. Microemulsion

사용한 water phase는 2차 증류수를 사용하였으며 oil phase로는 Duksan사의 paraffin을 사용하였다. 추출한 인지질은 crude한 형태의 고체와 같은 물성을 띄고 있기 때문에 75 에서 중탕 시켜 뜨거운 oil phase에 녹여 최종 함량이 2%인 oil phase를 제조하여 emulsion을 제조하였다. 50ml의 conical tube에 2% 인지질을 포함한 paraffin 12ml를 넣고 18ml의 distilled water를 넣은 뒤 emulsion을 제조하였다. Emulsion을 제조하기 위하여 사용한 장치는 초음파 파쇄기로 Sonics사의 vibra cell을 사용하였으며, 혼합 pulse의 강도는 20%로 하여 4초간 pulse 1초간 정지를 반복하여 2분간 혼합하였다. 제조한 microemulsion의 형태는 10배 희석한 시료를 광학 현미경 (Olympus사, CX23)을 통해 크기와 형태를 관찰하였으며 안정성을 측정하기 위해 일정한 온도(25 )에서 시간에 따른 변화와 분리 정도를 측정하였다.

**Table 10. Analytical condition of HPLC-DAD (Vitamin C)**

Model	HITACHI HPLC-DAD, L-2455
Column	C18: Thermo Scientific Hypersil GOLD 250nm*4.6mm I.D.
Detector	DAD: 254nm
Mobile phase	0.05M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> /Acetonitrile (95/5 v/v)
Flow rate	1.5ml/min
Injection volume	10μl

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 일반 성분 조성 및 함량

천연 유화제로서 수산 부산물로부터 추출한 인지질을 이용한 micro-emulsion 형성에 앞서 부산물 9종에 대한 동결 건조에 대한 수율을 아래 Table 11에 나타내었고, 동결 건조한 시료에 대한 일반 성분 조성 실험 결과를 Table 12에 나타내었다. 수산 부산물의 동결 건조 결과 최대 43.67%에서 최소 23.95%의 건조물이 얻어 짐을 알 수 있었다. 송어알과 연어알이 동결 건조 결과에서 가장 높은 수율을 보였으며 명태알과 해삼 내장이 가장 낮은 수율을 보이고 있다.

#### 2. 아미노산 및 지방산 조성

##### 가. 아미노산

구성 및 유리아미노산의 조성 및 결과는 다음 Table 13~18에 나타내었다. 구성아미노산의 경우 해삼내장 및 난류 7종에서는 비슷한 아미노산 조성과 값을 나타내고 있었다. 이들 중에 명태알이 그나마 높은 아미노산 함량을 보이고 있으며 홍어애에서는 눈에 띄게 낮은 아미노산 함량을 보이고 있다. 유리아미노산의 경우 구성아미노산에 비해 매우 낮은 함량을 보이는 것으로

**Table 11. Yield of freeze-dried of marine by-products**

Sample	Freeze-dry (g)		Yield of freeze dry (w/w, %)
	After	Before	
Cod roe	253.49	156.78	38.15 ± 2.86
Pollack roe	254.15	192.29	24.34 ± 2.89
Sea urchin roe	249.63	162.73	34.81 ± 1.57
Trout roe	251.73	141.80	43.67 ± 1.40
Salmon roe	250.16	142.14	43.18 ± 3.88
Candle fish roe	250.22	158.24	36.76 ± 3.04
Pacific herring roe	249.27	172.40	30.84 ± 2.91
Sea cucumber viscera	250.65	190.62	23.95 ± 1.10
Skate liver	254.26	169.29	33.42 ± 1.46

**Table 12. General composition of marine by-products**

Sample	Carbohydrates	Protein	Lipid	Water	Ash
Cod roe	5.75±0.84	77.56±0.35	9.71±1.87	2.51±0.76	4.47±0.36
Pollack roe	2.38±0.32	75.53±0.13	8.84±0.82	5.22±0.29	8.03±0.05
Sea urchin roe	18.28±0.74	53.41±0.84	18.93±1.35	2.24±0.69	7.14±0.06
Trout roe	3.29±1.20	68.81±1.00	23.28±3.19	0.95±0.59	3.67±0.01
Salmon roe	3.19±0.63	61.24±1.37	28.91±0.92	3.15±0.01	3.51±0.22
Candle fish roe	20.71±1.00	53.85±0.49	18.19±3.10	1.66±0.04	5.59±0.37
Pacific herring roe	7.80±0.90	69.19±1.77	11.52±0.96	4.29±0.43	7.20±0.45
Sea cucumber viscera	13.05±0.62	53.47±0.93	10.61±1.41	9.15±0.01	13.42±0.14
Skate liver	1.14±0.69	38.19±0.98	54.86±1.38	3.62±0.30	2.19±0.08

**Table 13. Composed amino acids composition of marine by-products (1)**

Composed amino acids mg/g, (w/w)	Aspartic acid	Threonine	Serine	Glutamic acid	Glycine	Alanine	Cystine	Valine	Methionine	Isoleucine
Cod roe	46.35±0.01	24.77±0.02	33.46±0.17	72.91±0.02	18.48±0.21	41.55±0.01	6.36±0.01	23.97±0.03	14.19±0.02	19.47±0.01
Pollack roe	55.36±0.02	28.27±0.12	35.88±0.21	83.58±0.01	32.21±0.19	38.87±0.05	5.53±0.03	23.43±0.07	16.48±0.01	18.23±0.01
Sea urchin roe	38.33±0.01	19.36±0.03	19.40±0.01	46.41±0.06	40.35±0.02	19.67±0.17	6.38±0.01	19.17±0.04	11.97±0.06	11.05±0.02
Trout roe	45.10±0.11	23.06±0.07	29.13±0.01	56.03±0.27	13.50±0.02	42.52±0.24	6.71±0.12	25.72±0.08	14.27±0.04	19.14±0.06
Salmon roe	47.49±0.05	24.45±0.05	28.85±0.02	62.81±0.02	13.11±0.03	42.51±0.13	5.41±0.11	25.94±0.04	13.36±0.15	20.81±0.07
Candle fish roe	45.02±0.04	26.86±0.03	36.43±0.07	64.36±0.01	18.99±0.15	37.59±0.02	9.31±0.01	24.84±0.12	13.56±0.02	18.15±0.09
Pacific herring roe	49.03±0.04	31.95±0.02	31.45±0.01	71.13±0.09	22.10±0.04	49.04±0.01	6.36±0.01	25.46±0.02	14.67±0.01	20.51±0.01
Sea cucumber viscera	48.70±0.09	24.90±0.10	25.45±0.01	74.16±0.14	28.05±0.09	30.89±0.01	5.35±0.02	20.89±0.02	10.67±0.03	16.87±0.05
Skate liver	19.28±0.07	9.69±0.09	10.07±0.05	25.53±0.24	9.82±0.01	11.23±0.02	2.27±0.01	8.54±0.05	2.33±0.01	7.11±0.04

**Table 14. Composed amino acids composition of marine by-products (2)**

Composed amino acids mg/g, (w/w)	Leucine	Tyrosine	Phenylalanine	Lysine	Ammonia	Histidine	Tryptophan	Arginine	Hydroxy Pro-line	Proline
Cod roe	48.15±0.08	23.01±0.02	22.87±0.05	40.29±0.02	7.97±0.01	11.29±0.02	- <sup>1)</sup>	27.38±0.04	-	39.69±0.01
Pollack roe	48.11±0.07	21.57±0.05	26.77±0.03	43.45±0.01	8.18±0.02	12.35±0.01	-	36.52±0.12	3.10±0.01	38.39±0.02
Sea urchin roe	25.08±0.01	15.33±0.01	16.99±0.16	29.36±0.01	5.21±0.01	8.26±0.01	-	29.70±0.01	-	16.70±0.04
Trout roe	45.46±0.15	20.15±0.06	25.36±0.14	35.87±0.03	6.31±0.03	12.48±0.01	-	26.25±0.14	-	34.24±0.01
Salmon roe	46.20±0.12	20.68±0.02	25.97±0.01	37.75±0.12	6.17±0.01	12.78±0.10	-	27.75±0.04	-	35.42±0.01
Candle fish roe	39.90±0.06	17.74±0.04	22.05±0.04	35.59±0.01	7.51±0.01	11.90±0.01	-	30.07±0.07	-	35.44±0.02
Pacific herring roe	56.03±0.11	21.33±0.07	24.34±0.01	40.15±0.02	7.13±0.01	11.28±0.02	-	29.46±0.03	-	41.69±0.17
Sea cucumber viscera	35.69±0.24	16.98±0.11	23.20±0.02	37.06±0.01	6.64±0.01	9.62±0.02	-	29.33±0.06	-	20.06±0.01
Skate liver	15.66±0.01	8.09±0.01	9.79±0.01	15.46±0.01	4.94±0.01	4.81±0.01	-	10.33±0.01	-	9.37±0.02

1) 0.00: less than 0.0049

**Table 15. Free amino acids composition of marine by-products (1)**

Free amino acids mg/g, (w/w)	Phosho serine	Taurine	Phosho ethanolamine	Urea	Asnartic acid	Threonine	Serine	Glutamic acid	Sarcosine	$\alpha$ -amino adipic acid
Cod roe	- <sup>1)</sup>	6.20±0.01	-	-	0.97±0.02	0.78±0.01	0.95±0.01	2.13±0.02	-	0.02±0.00
Pollack roe	-	11.88±0.02	-	-	1.82±0.01	1.63±0.00	2.87±0.02	3.54±0.02	-	0.07±0.00
Sea urchin roe	-	1.53±0.01	-	-	0.09±0.00	1.31±0.02	1.17±0.01	3.97±0.02	-	0.19±0.01
Trout roe	-	0.51±0.01	0.22±0.01	-	0.11±0.01	0.36±0.01	0.81±0.01	0.70±0.00	-	0.03±0.00
Salmon roe	0.33±0.01	0.28±0.01	-	-	0.87±0.01	0.23±0.00	0.37±0.00	3.60±0.03	-	0.01±0.00
Candle fish roe	-	3.52±0.01	-	-	1.54±0.01	1.15±0.02	1.52±0.01	2.88±0.01	0.11±0.01	0.04±0.00
Pacific herring roe	0.78±0.01	3.76±0.02	-	-	0.81±0.01	1.07±0.01	0.35±0.00	1.69±0.01	-	0.03±0.00
Sea cucumber viscera	-	8.24±0.02	-	-	2.38±0.00	3.03±0.01	3.04±0.03	18.26±0.03	2.55±0.00	1.10±0.01
Skate liver	0.60±0.01	3.37±0.01	-	4.83±0.02	1.46±0.02	1.57±0.01	1.21±0.01	3.71±0.01	0.61±0.00	0.03±0.00

1) 0.00: less than 0.0049

**Table 16. Free amino acids composition of marine by-products (2)**

Free amino acids mg/g, (w/w)	Glycine	Alanine	Citrulline	$\alpha$ -amino-n-butric acid	Valine	Cystine	Methionine	Cystathionine	Isoleucine	Leucine
Cod roe	0.79±0.01	1.48±0.01	- <sup>1)</sup>	0.19±0.00	1.01±0.01	-	0.31±0.01	0.03±0.01	1.50±0.01	1.50±0.01
Pollack roe	1.68±0.02	3.68±0.01	-	0.16±0.00	2.09±0.01	-	0.86±0.02	0.21±0.01	3.47±0.05	3.47±0.04
Sea urchin roe	22.74±0.05	7.02±0.06	-	0.11±0.01	2.35±0.04	-	0.41±0.01	0.20±0.01	1.32±0.02	1.32±0.02
Trout roe	0.22±0.00	0.58±0.01	-	0.02±0.00	0.39±0.00	0.05±0.01	0.01±0.00	0.02±0.00	0.41±0.01	0.41±0.02
Salmon roe	0.13±0.01	0.25±0.01	0.05±0.00	-	0.28±0.01	0.04±0.01	0.02±0.00	0.01±0.00	0.39±0.00	0.39±0.01
Candle fish roe	0.78±0.01	2.84±0.03	-	0.06±0.00	1.44±0.01	-	0.56±0.01	0.05±0.00	1.83±0.02	1.83±0.01
Pacific herring roe	0.90±0.01	2.32±0.01	-	0.09±0.00	1.24±0.02	0.05±0.01	0.45±0.01	0.05±0.00	2.11±0.03	2.11±0.02
Sea cucumber viscera	3.16±0.02	8.25±0.01	-	0.52±0.01	3.48±0.01	1.16±0.02	2.26±0.04	0.52±0.02	5.59±0.03	5.59±0.02
Skate liver	1.31±0.01	2.45±0.00	0.26±0.00	0.06±0.00	1.46±0.02	-	0.43±0.01	0.04±0.00	1.74±0.02	1.74±0.01

1) 0.00: less than 0.0049

**Table 17. Free amino acids composition of marine by-products (3)**

Free amino acids mg/g, (w/w)	Tyrosine	Phenylalanine	$\beta$ -Alanine	$\beta$ -Amino isobutyric acid	$\gamma$ -Amino-n-butyric acid	Ethanol amine	Ammonia	Hydroxylysine	Ornithine	Lysine
Cod roe	0.43±0.02	0.44±0.01	0.62±0.01	0.12±0.01	0.04±0.01	0.56±0.01	0.45±0.02	0.01±0.00	0.13±0.02	0.66±0.01
Pollack roe	1.13±0.02	1.13±0.01	0.71±0.01	0.32±0.02	0.13±0.00	0.97±0.02	0.55±0.01	0.01±0.00	0.07±0.00	1.29±0.02
Sea urchin roe	2.39±0.01	0.46±0.01	0.10±0.01	0.06±0.00	0.01±0.00	- <sup>1)</sup>	0.35±0.01	-	0.45±0.03	6.80±0.05
Trout roe	0.06±0.00	0.26±0.02	0.04±0.00	-	0.30±0.00	0.17±0.01	0.59±0.02	-	0.05±0.01	0.10±0.00
Salmon roe	0.11±0.01	0.20±0.01	0.11±0.00	0.06±0.02	0.01±0.00	0.03±0.00	0.06±0.01	-	0.02±0.00	0.30±0.01
Candle fish roe	0.88±0.02	0.78±0.01	0.12±0.01	0.02±0.00	0.08±0.00	0.24±0.01	0.48±0.01	-	0.27±0.02	2.28±0.04
Pacific herring roe	0.98±0.01	1.15±0.02	0.09±0.02	0.08±0.01	0.08±0.00	0.19±0.02	0.81±0.02	-	0.13±0.01	2.56±0.04
Sea cucumber viscera	3.45±0.01	3.84±0.02	0.83±0.02	1.87±0.02	0.35±0.01	0.15±0.01	0.85±0.00	0.13±0.02	0.45±0.01	5.54±0.03
Skate liver	1.68±0.02	1.04±0.02	0.65±0.02	-	0.06±0.00	0.34±0.00	0.87±0.02	0.00±0.00	1.41±0.04	2.54±0.01

1) 0.00: less than 0.0049

**Table 18. Free amino acids composition of marine by-products (4)**

Free amino acids mg/g, (w/w)	1-Methylhistidine	Histidine	3-Methylhistidine	Anserine	Carnosine	Arginine	Hydroxy proline	Proline
Cod roe	- <sup>1)</sup>	0.23±0.01	-	-	-	0.64±0.02	-	0.50±0.01
Pollack roe	0.01±0.00	0.28±0.02	-	-	-	1.27±0.02	-	0.97±0.02
Sea urchin roe	-	1.43±0.02	0.05±0.01	0.47	-	11.65±0.07	-	0.36±0.01
Trout roe	-	0.07±0.01	-	-	-	-	-	0.22±0.02
Salmon roe	-	0.08±0.02	-	-	-	0.20±0.01	-	0.20±0.01
Candle fish roe	0.06±0.01	0.60±0.01	-	1.14±0.02	-	1.79±0.02	-	0.88±0.02
Pacific herring roe	-	0.75±0.03	-	-	-	2.27±0.03	-	0.69±0.01
Sea cucumber viscera	-	1.05±0.02	-	7.49±0.03	0.54±0.02	6.00±0.02	-	2.22±0.04
Skate liver	-	0.23±0.02	-	0.14±0.01	-	-	0.08±0.01	0.99±0.01

1) 0.00: less than 0.0049

보아 선택한 부산물에서는 대부분의 아미노산이 구성아미노산으로서 존재하고 있다는 것을 알 수 있다.

## 나. 지방산

수산 부산물 9종으로부터 추출한 지질의 지방산 결과는 아래 Table 19에 나타내었다. 포화지방산과 단일불포화지방산이 각각 6종 그리고 다중불포화지방산이 11종으로 총 13종의 지방산이 확인되었다. 특히, 청어알 지질에서  $75.39 \pm 2.82 \text{mg/g}$ 으로 가장 높은 함량을 나타내었으며 연어알과 송어알 지질에서 각각  $45.33 \pm 0.28 \text{mg/g}$ 과  $33.03 \pm 0.05 \text{mg/g}$ 으로 높은 포화지방산 함량을 나타내었다. 이들 포화지방산 중 대부분(>88%)이 가변적이며 동물의 주요 신체 구성성분의 역할을 하거나 레티놀에 붙어 비타민 A의 안정화에 도움을 주는 palmitic acid의 함량이 높게 나타났다.

단일불포화지방산의 경우 홍어알 지질에서  $157.79 \pm 0.25 \text{mg/g}$ 으로 가장 많은 함량을 나타내었고 연어알 청어알( $107.58 \pm 0.94$ ,  $102.63 \pm 0.59 \text{mg/g}$ )순으로 단일불포화지방산이 높게 측정되었다. 특히, 대구알, 송어알, 열빙어알, 청어알 그리고 홍어알 순으로 oleic acid 가 가장 높은 비율(>54%)을 나타내었다. 또한, 열빙어알과 홍어알에서는 palmitoleic acid 가 많이 발견됨을 확인할 수 있었다. Oleic acid 와 palmitoleic acid 는 필수 지방산은 아니지만 인체내의 콜레스테롤 함량을 낮추어 주는 역할을 하며 심혈관 관련 질병 예방에도 도움이 되는 것으로 알려져 있다(S.Noh, 2012).

**Table 19. Fatty acid profiles in marine by-products oil**

Fatty acid		Composition (mg/g)								
		Cod roe	Pollack roe	Sea urchin roe	Trout roe	Salmon roe	Candle fish roe	Pacific herring roe	Sea cucumber viscera	Skate liver
Myristic acid	C14:0	- <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	8.71±0.04	-	-
Palmitic acid	C16:0	-	-	-	33.03±0.05	43.43±0.23	-	66.55±2.77	14.83±0.27	-
Stearic acid	C18:0	-	-	8.30±0.05	-	-	-	-	-	-
Arachidic acid	C20:0	0.17±0.10	0.38±0.00 <sup>2)</sup>	0.53±0.00	-	1.48±0.04	0.63±0.01	-	-	1.11±0.07
Behenic acid	C22:0	0.22±0.02	0.24±0.00	-	-	0.42±0.01	0.43±0.01	0.13±0.01	3.76±0.15	-
Lignoceric acid	C24:0	-	0.18±0.01	0.25±0.01	-	-	-	-	-	0.83±0.01
<b>ΣSaturated fatty acids</b>		<b>0.39±0.12</b>	<b>0.82±0.02</b>	<b>9.08±0.06</b>	<b>33.03±0.05</b>	<b>45.33±0.28</b>	<b>1.06±0.02</b>	<b>75.39±2.83</b>	<b>18.59±0.42</b>	<b>1.95±0.08</b>
Myristoleic acid	C14:1	-	1.19±0.02	1.52±0.01	0.87±0.00	1.97±0.01	1.28±0.02	1.54±0.01	0.54±0.02	2.43±0.01
Palmitoleic acid	C16:1	1.40±0.00	2.87±0.01	2.99±0.01	0.99±0.00	3.61±0.01	56.17±0.50	17.04±0.22	3.42±0.24	47.53±0.08
Elaidic acid	C18:1n9t	-	-	0.80±0.17	-	-	-	-	-	-
Oleic acid	C18:1n9c	50.24±7.52	-	9.48±0.03	56.77±0.01	88.90±0.31	-	78.94±0.35	30.53±1.10	85.83±0.04
Eicosenoic acid	C20:1n9	-	-	14.35±0.51	3.48±0.90	13.10±0.16	-	5.11±0.01	-	21.59±0.05
Nervonic acid	C24:1n9	-	0.68±0.05	-	0.07±0.00	-	-	-	-	0.41±0.07
<b>ΣMonounsaturated fatty acids</b>		<b>51.64±7.53</b>	<b>4.74±0.08</b>	<b>29.15±0.74</b>	<b>62.18±0.92</b>	<b>107.58±0.94</b>	<b>57.45±0.52</b>	<b>102.63±0.59</b>	<b>34.49±1.36</b>	<b>157.79±0.25</b>
Linolelaidic acid	C18:2n6t	10.96±0.34	-	-	-	0.83±0.00	43.89±3.70	-	-	0.78±0.01
Linoleic acid	C18:2n6c	-	0.93±0.00	-	-	-	-	-	6.57±0.50	-
α-Linolenic acid	C18:3n3	1.27±0.06	-	13.49±0.24	-	-	35.76±0.19	-	23.53±0.64	-
γ-Linolenic acid	C18:3n6	0.16±0.04	0.19±0.00	2.77±0.07	-	0.64±0.04	0.59±0.01	-	2.20±0.31	-
Eicosadienoic acid	C20:2	0.71±0.03	1.18±0.00	-	0.53±0.00	-	1.06±0.00	0.32±0.00	9.91±1.18	-
Homo-γ-Linolenic acid	C20:3n3	11.05±0.06	15.90±0.13	45.46±0.17	3.65±0.00	-	-	9.81±0.03	-	16.76±0.02
Eicosatrienoic acid	C20:3n6	-	-	1.29±0.02	-	-	-	0.48±0.00	10.92±0.51	-
Arachidonic acid	C20:4n6	0.14±0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.65±0.00
Eicosapentaenoic acid	C20:5n3	54.91±0.22	55.53±0.33	64.90±0.30	34.81±0.13	95.07±0.32	77.73±0.38	58.71±0.13	78.83±0.69	1.27±0.03
Docosadienoic acid	C22:2	-	-	-	0.19±0.01	16.90±0.00	0.62±0.01	-	-	-
Docosahexaenoic acid	C22:6n3	72.73±0.38	94.11±0.48	4.51±0.01	56.99±0.07	82.55±0.01	54.20±0.29	90.86±0.12	23.20±0.03	96.10±0.33
<b>ΣPolyunsaturated fatty acids</b>		<b>151.94±1.15</b>	<b>167.85±0.94</b>	<b>132.42±0.81</b>	<b>96.17±0.22</b>	<b>195.99±0.38</b>	<b>213.85±4.58</b>	<b>160.18±0.28</b>	<b>155.16±3.87</b>	<b>114.78±0.39</b>
<b>Total fatty acids</b>		<b>203.97±8.81</b>	<b>173.41±1.04</b>	<b>170.65±1.61</b>	<b>191.38±1.19</b>	<b>349.91±1.61</b>	<b>272.36±5.12</b>	<b>338.21±3.72</b>	<b>208.24±5.66</b>	<b>274.53±0.72</b>

1) not detected, 0.00

2) less than 0.0049

게다가 단일불포화지방산은 다중불포화지방산보다 높은 산화 안정성을 보이며 지질 가공 공정에 사용이 용이하다는 장점이 있다(S.F.O'Keefe, 1993).

다중불포화지방산에서는 얼빙어알 지질에서  $213.85 \pm 4.58 \text{mg/g}$  으로 가장 높은 지방산 함량을 보이며 연어알과 명태알이 그 다음으로 높은 함량을 나타내고 있으나 다중불포화지방산 대비 eicosapentaenoic acid(EPA)와 docosahexaenoic acid(DHA) 함량의 비율로는 송어알이 95%, 청어알이 93% 그리고 연어알이 91%로 가장 높은 EPA 와 DHA 함량을 나타내고 있다. 이어서 명태알, 홍어알 그리고 대구알 또한 80%이상의 높은 함량 비를 나타내고 있다. 탄소수가 14 개 이상인 긴 사슬 지방산의 경우 영양학적 가치가 높을 뿐만 아니라 유화의 형성에도 매우 도움이 되는 지방산으로 알려져 있다.

### 3. 용매에 따른 인지질 추출 및 조성

#### 가. 용매에 따른 인지질 추출

용매에 따른 인지질을 추출한 결과는 다음 Table 20과 같다. 석유에테르와 헥산, 에탄올 그리고 클로로포름:메탄올(CM21)을 2:1로 혼합한 용액을 용매로 하여 인지질을 추출한 결과 에탄올에서 평균 4.21%로 석유에테르와 에탄올 보다 높은 수율을 보였으나 CM21에서 가장 많은 양의 인지질이 추출되었다.

**Table 20. Phospholipid contents with different solvent**

Phospholipid contents in sample (% w/w)	Petroleum ether	n-Hexane	Ethyl alcohol	Chloroform: meth- anol (2 : 1)
Cod roe	0.68±0.12	1.05±0.02	5.55±0.02	8.24±0.03
Pollack roe	0.95±0.21	1.04±0.03	4.70±0.07	9.46±0.09
Sea urchin roe	0.96±0.13	1.02±0.02	5.55±0.12	6.72±0.11
Trout roe	0.80±0.07	0.96±0.01	1.43±0.04	3.37±0.20
Salmon roe	0.63±0.03	0.92±0.01	1.18±0.11	14.52±0.14
Candle fish roe	0.92±0.03	0.98±0.01	2.98±0.02	5.83±0.03
Pacific herring roe	0.60±0.0	0.76±0.02	6.66±0.04	9.89±0.07
Sea cucumber viscera	2.22±0.02	1.35±0.01	7.21±0.07	16.13±0.09
Skate liver	1.49±0.03	1.90±0.03	2.63±0.08	5.01±0.11

## 나. 인지질 조성 및 함량

인지질의 조성에 따른 함량을 측정한 결과는 다음 Table 21 과 같이 나타내었다. Phosphatidyl choline(PC), phosphatidyl ethanol(PE) 과 phosphatidyl inositol(PI) 총 3 종류의 인지질에 대한 조성과 함량을 측정하였으며 PC, PE 와 PI 를 기준으로 하였을 때 인지질이 가장 많이 함유되어 있는 시료는 대구알과 청어알 그리고 명태알이며 전반적으로 PC 이 인지질 중에서 가장 많은 함량을 나타내었고 대구알과 청어알에서 가장 많이 검출되었다.

## 다. 인지질 지방산 조성

인지질 조성 및 함량을 측정할 때 사용한 CM21에서 추출한 인지질을 대상으로 하여 지방산 분석을 실시하였다. 지방산 분석 방법과 조건은 앞서 실험하였던 방법을 그대로 사용하였으며 그 결과는 다음 Table 22에 나와있다. 전체적인 인지질 지방산의 함량은 대구알에서 217.12mg/g으로 다른 시료들에 비해 2배 가량 많은 함량을 나타내었으며 연어알과 송어알이 각각 102.45, 91.44mg/g으로 높은 인지질 지방산 함량을 나타내었다. 특히, 송어알의 경우 4종의 지방산만이 검출되어 지방산의 분포가 가장 작게 나타났음을 알 수 있었다.

**Table 21. Phospholipid profiles in marine by-products oil**

Sample	Phosphatidyl choline	Phosphatidyl ethanol	Phosphatidyl inositol	Total
Cod roe	10.34±0.03	1.72±0.01	0.85±0.01	12.91±0.05
Pollack roe	6.26±0.01	1.57±0.01	0.95±0.03	8.78±0.05
Sea urchin roe	5.80±0.01	1.26±0.02	0.64±0.01	7.7±0.04
Trout roe	6.64±0.02	0.78±0.01	1.12±0.02	8.54±0.05
Salmon roe	6.01±0.02	0.79±0.01	1.04±0.01	7.84±0.04
Candle fish roe	4.30±0.01	0.76±0.02	0.34±0.01	5.4±0.04
Pacific herring roe	9.36±0.02	1.29±0.01	0.78±0.02	11.43±0.05
Sea cucumber viscera	0.60±0.02	1.25±0.01	0.78±0.02	2.63±0.05
Skate liver	0.44±0.01	0.18±0.01	0.25±0.01	0.87±0.03

**Table 22. Fatty acid profiles in marine by-products phospholipids**

Phospholipid fatty acid		Composition (mg/g)								
		Cod roe	Pollack roe	Sea urchin roe	Trout roe	Salmon roe	Candle fish roe	Pacific herring roe	Sea cucumber viscera	Skate liver
Stearic acid	C18:0	<sup>1)</sup>	1.85±0.02	3.41±0.02	-	1.59±0.02	-	-	0.66±0.02	1.53±0.07
Arachidic acid	C20:0	-	3.30±0.01	6.53±0.01	-	2.03±0.01	1.41±0.02	2.12±0.28	0.76±0.01	3.40±0.01
Behenic acid	C22:0	-	2.71±0.05	5.63±0.02	-	6.55±0.32	1.82±0.01	2.12±0.17	3.60±0.27	3.83±0.11
Lignoceric acid	C24:0	0.20±0.02	2.87±0.02	8.43±0.04	-	3.56±0.01	0.87±0.01	0.84±0.01	-	0.75±0.08
<b>ΣSaturated fatty acids</b>		<b>0.20±0.02</b>	<b>10.73±0.11</b>	<b>24.00±0.14</b>	<b>-</b>	<b>13.73±0.41</b>	<b>4.10±0.05</b>	<b>5.09±0.46</b>	<b>5.02±0.31</b>	<b>9.51±0.27</b>
Myristoleic acid	C14:1	-	9.89±0.07	-	-	15.36±0.04	9.48±0.01	7.49±0.01	1.15±0.02	4.15±0.23
Palmitoleic acid	C16:1	94.77±0.11	-	-	41.85±1.02	40.82±2.76	-	-	-	-
Elaidic acid	C18:1n9t	-	11.70±0.10	-	28.93±2.11	13.93±0.04	6.80±0.04	14.43±0.45	9.20±0.82	8.66±0.18
Oleic acid	C18:1n9c	41.71±0.16	0.87±0.02	2.53±0.01	-	3.83±0.01	0.22±0.01	-	0.56±0.21	0.70±0.01
Eicosenoic acid	C20:1n9	-	-	-	-	26.71±1.11	0.60±0.02	-	0.31±0.01	-
Erucic acid	C22:1n9	0.46±0.02	-	-	-	1.80±0.02	0.37±0.01	-	-	-
Nervonic acid	C24:1n9	80.18±0.42	54.19±2.17	85.03±1.28	20.66±0.08	-	50.53±1.04	51.06±2.92	13.14±1.81	12.47±0.21
<b>ΣMonounsaturated fatty acids</b>		<b>217.12±0.65</b>	<b>76.65±2.42</b>	<b>87.56±1.44</b>	<b>91.44±3.34</b>	<b>102.45±3.98</b>	<b>68.00±1.21</b>	<b>72.98±3.42</b>	<b>24.36±3.42</b>	<b>25.98±0.67</b>
Linolelaidic acid	C18:2n6t	16.95±0.37	33.62±1.43	85.84±1.96	7.23±0.02	3.25±0.01	12.53±0.07	24.41±1.34	2.11±0.05	0.96±0.02
γ-Linolenic acid	C18:3n6	0.20±0.01	-	-	-	-	-	-	2.39±0.49	-
α-Linolenic acid	C18:3n3	1.07±0.12	8.58±0.02	17.04±0.17	-	2.70±0.02	12.45±0.56	-	4.18±0.27	4.02±0.17
Eicosatrienoic acid	C20:3n3	-	3.23±0.02	2.67±0.02	-	-	1.30±0.04	-	0.74±0.04	2.63±0.08
Arachidonic acid	C20:4n6	9.52±0.03	-	-	-	8.14±0.02	-	-	-	-
Docosadienoic acid	C22:2	-	6.37±0.08	10.20±0.21	-	-	2.10±0.01	10.22±0.96	4.41±0.21	6.77±0.24
Eicosapentaenoic acid	C20:5n3	-	2.77±0.02	-	-	0.56±0.01	-	-	0.42±0.04	-
Docosahexaenoic acid	C22:6n3	-	4.07±0.04	4.82±0.09	-	2.04±0.01	2.88±0.42	0.67±0.05	5.08±0.33	0.79±0.03
<b>ΣPolyunsaturated fatty acids</b>		<b>27.74±0.24</b>	<b>58.64±0.31</b>	<b>120.57±0.23</b>	<b>7.23±0.02</b>	<b>16.69±0.06</b>	<b>31.26±0.65</b>	<b>35.30±2.72</b>	<b>19.33±0.97</b>	<b>15.18±0.42</b>
<b>Total PL fatty acids</b>		<b>245.05±1.02</b>	<b>146.02±2.82</b>	<b>232.13±1.92</b>	<b>98.66±3.36</b>	<b>132.87±4.46</b>	<b>103.36±1.92</b>	<b>113.37±6.59</b>	<b>48.71±4.81</b>	<b>50.66±1.36</b>

<sup>1)</sup> less than 0.0049

## 4. 미네랄 및 비타민 조성

### 가. 미네랄 조성

칼슘과 인 그리고 셀레늄을 대상으로 하여 분석한 결과는 Table 23에 나타내었다. 셀레늄의 경우 매우 미량의 성분이 함유되어 있었으며 명태알과 열빙어알을 제외한 대부분의 시료에서는 30ppb 이상의 함량을 나타내고 있었다. 특히 해삼내장에서 가장 독보적인 칼슘 함량을 나타내었으며 인의 경우 명태알, 열빙어알 그리고 성게알에서 100ppm 이상의 높은 함량을 나타내었다. 결과적으로 해삼내장과 명태알이 미네랄 함량이 다른 시료들에 비해 높았으며 차후 미네랄 보충의 역할로서 사용 가능하다고 판단되었다.

### 나. 비타민 조성

비타민 조성의 결과는 Table 24에 나타내었으며 비타민 A, C 그리고 E를 대상으로 하여 분석을 진행하였다. 비타민 C의 함량이 다른 비타민에 비해 많이 검출되었으며 특히 해삼내장과 명태알 그리고 청어알에서 가장 높은 비타민 C 함량을 나타내었다. 또한 성게알과 홍어애에서만 1mg/100g 이상의 비타민 A가 검출되었으며 대부분의 시료들에서는 1mg/100g 이하의 비타민 A가 검출되었다. 비타민 A, C 그리고 E를 기준으로 하였을 때 성게알이 가장 균형적인 높은 비타민 함량을 가지고 있었다.

**Table 23. Mineral profiles in marine by-products**

Sample	Ca	P	Se
	ppm, X10 <sup>2</sup>		ppb, X10 <sup>2</sup>
Cod roe	3.71±0.01	86.61±0.04	32.26±0.01
Pollack roe	14.45±0.01	155.92±0.03	36.22±0.01
Sea urchin roe	8.47±0.01	101.28±0.02	9.18±0.02
Trout roe	4.91±0.01	41.48±0.01	27.99±0.03
Salmon roe	7.41±0.02	54.82±0.02	38.01±0.03
Candle fish roe	6.30±0.01	114.03±0.02	12.77±0.03
Pacific herring roe	7.00±0.02	93.97±0.01	28.56±0.06
Sea cucumber viscera	164.57±0.03	6.07±0.01	47.64±0.01
Skate liver	2.96±0.01	44.73±0.01	35.79±0.02

**Table 24. Vitamin A, C and E in marine by-products**

Sample	A mg/100g	C	E mg/ml, X10 <sup>-2</sup>
Cod roe	0.23±0.02	20.39±2.15	6.09±0.02
Pollack roe	0.23±0.01	44.92±1.29	6.64±0.03
Sea urchin roe	3.81±0.03	28.26±4.56	26.37±0.04
Trout roe	0.19±0.02	9.95±0.74	1.55±0.01
Salmon roe	0.37±0.01	7.33±0.73	2.25±0.02
Candle fish roe	0.18±0.01	30.75±1.62	1.25±0.01
Pacific herring roe	0.19±0.02	38.81±1.03	4.19±0.01
Sea cucumber viscera	0.73±0.01	72.22±1.08	5.24±0.01
Skate liver	4.79±0.02	18.30±1.84	0.18±0.02

## 5. Microemulsion 형태 및 안정성 평가

### 가. 광학현미경을 통한 형태 관찰

초음파 파쇄기로 제조한 9종의 microemulsion을 10배 희석하여 광학현미경으로 관찰한 결과는 Figure 1~9와 같다. 이를 보았을 때 대부분의 시료에서  $5\mu\text{m}$ 이하의 크기를 지니고 있었다. 가장 눈에 띄는 형태로는 송어알과 청어알의 인지질을 유화제로 사용한 emulsion이다. 이들의 인지질로 만든 emulsion이 가장 균일한 형태의 크기와 구성을 하고 있었다. 또한, 세밀하게 많은 양의 emulsion이 모여있어 유화가 아주 잘 된 형태라는 것을 관찰 할 수 있었다. 가장 다양한 형태의 emulsion을 형성한 인지질은 명태알과 연어알 그리고 해삼내장으로 multiple layer emulsion과 multiple emulsion 모두 지닌 형태가 관찰 되었다.

### 나. Microemulsion 안정성 평가

제조한 9종의 microemulsion에 대하여 임의의 25 상온에서 다른 조건의 변화없이 2주간 관찰하였다(Figure 10). 하루마다 emulsion의 분리된 정도를 % 단위로 변환하여 계산하였으며 오차를 줄이고자 같은 emulsion을 3 개씩 만들어 관찰하였다. 관찰한 결과 인지질 지방산의 함량이 높은 편에 속했던 성게알과 가장 낮았던 해삼내장에서 emulsion을 제조 한지 하루도 되지

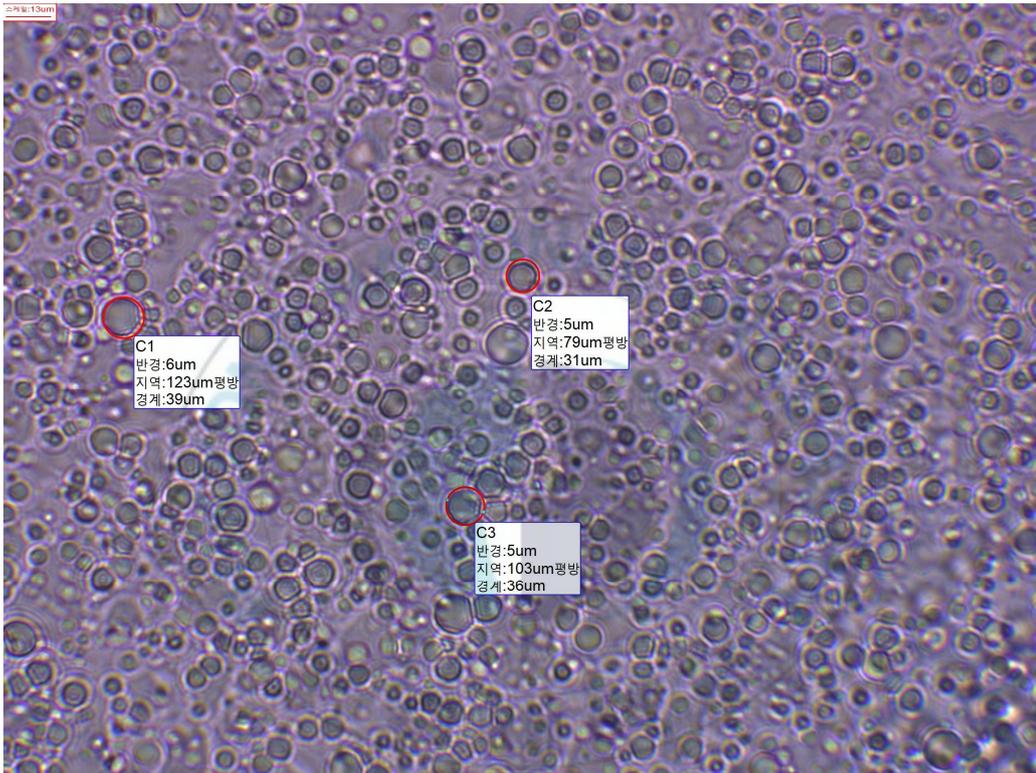


Figure. 1. Observation of cod roe through optical microscope

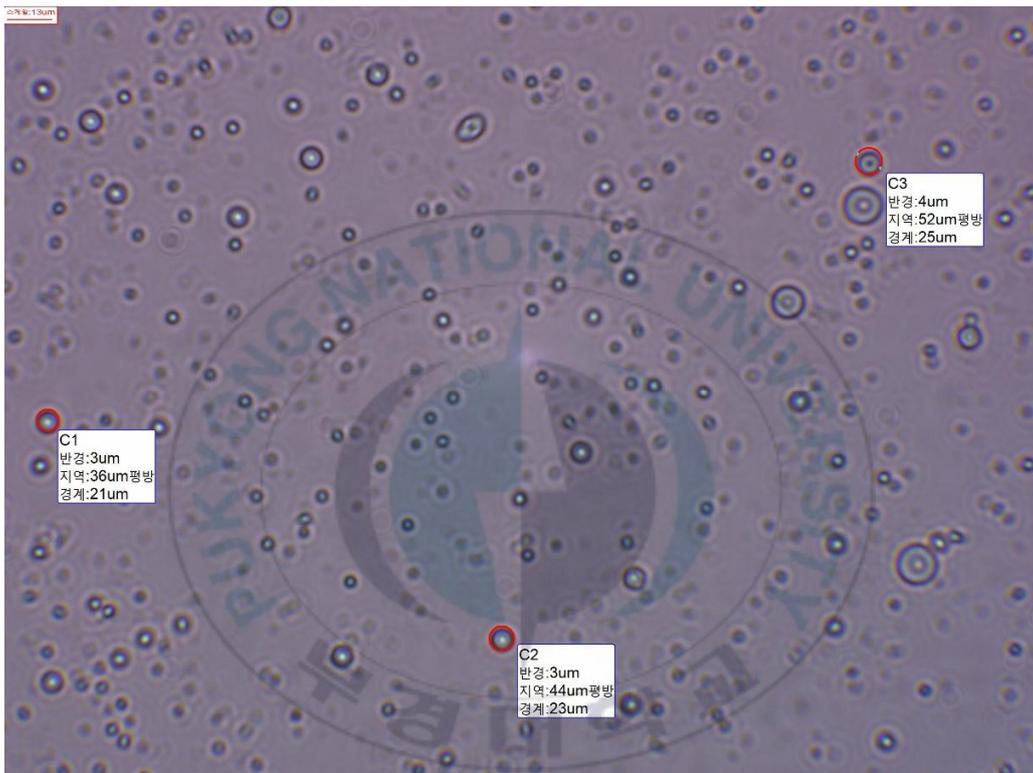


Figure. 2. Observation of pollack roe through optical microscope

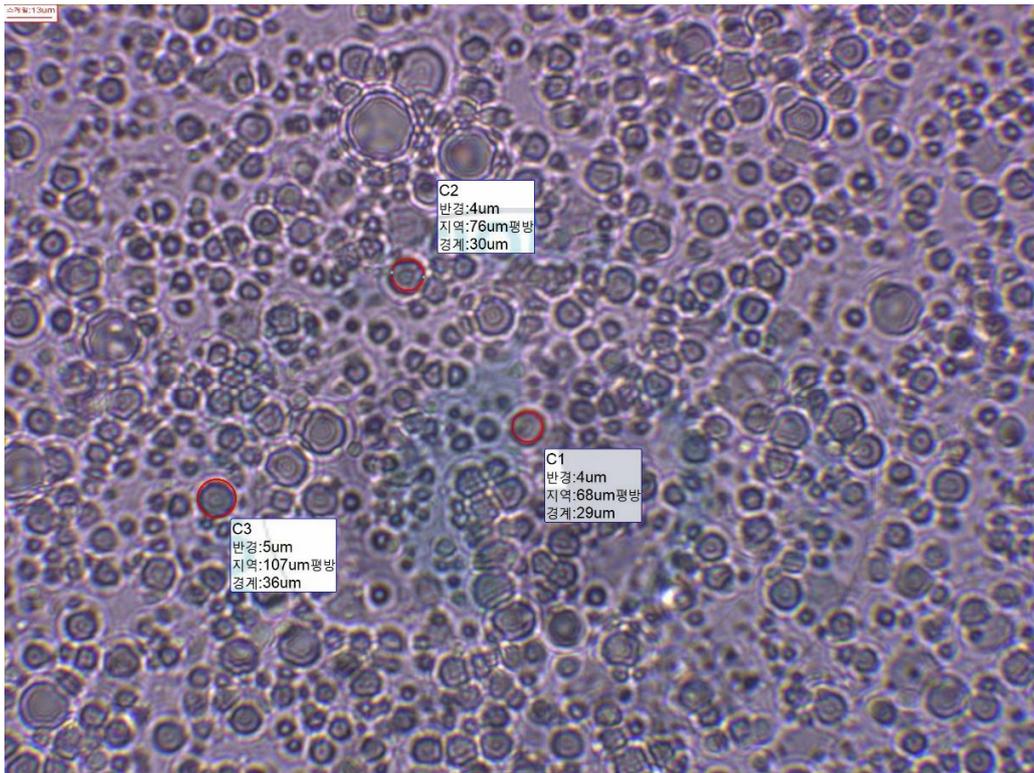


Figure. 3. Observation of sea urchin roe through optical microscope

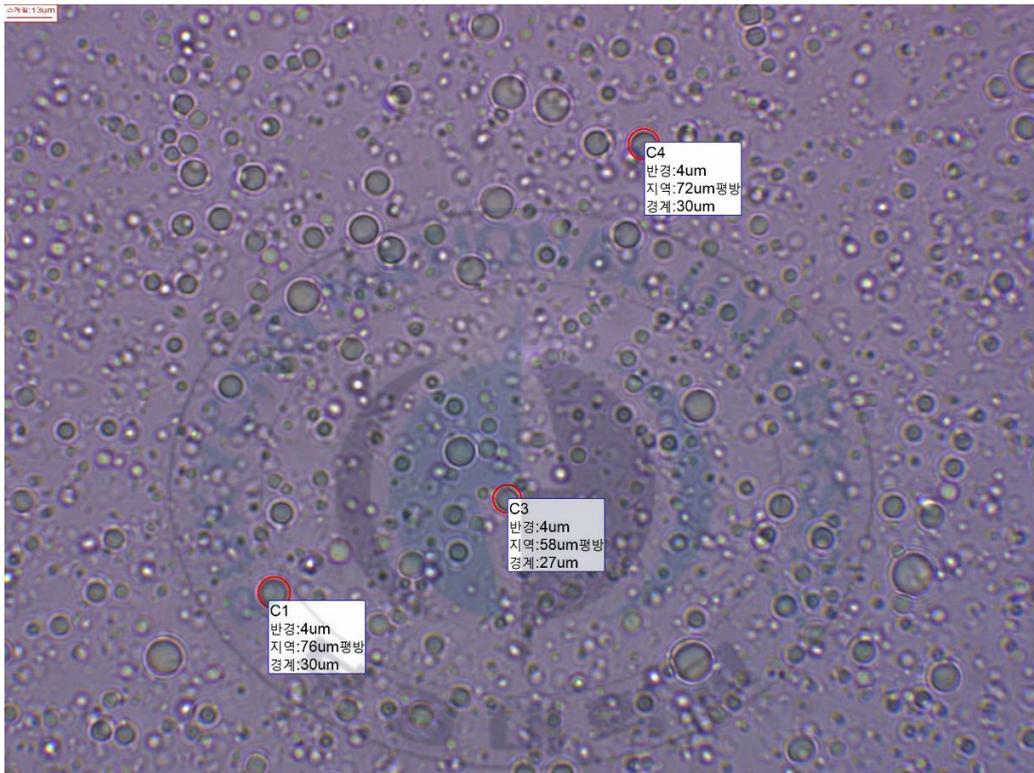


Figure. 4. Observation of trout roe through optical microscope

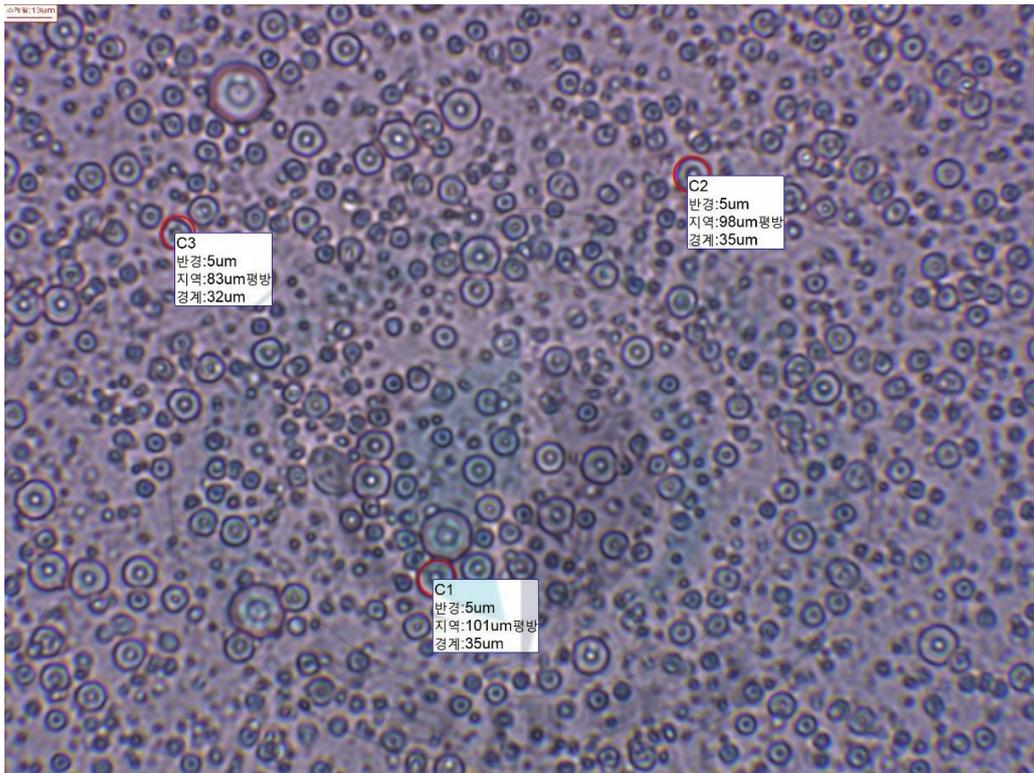


Figure. 5. Observation of salmon roe through optical microscope

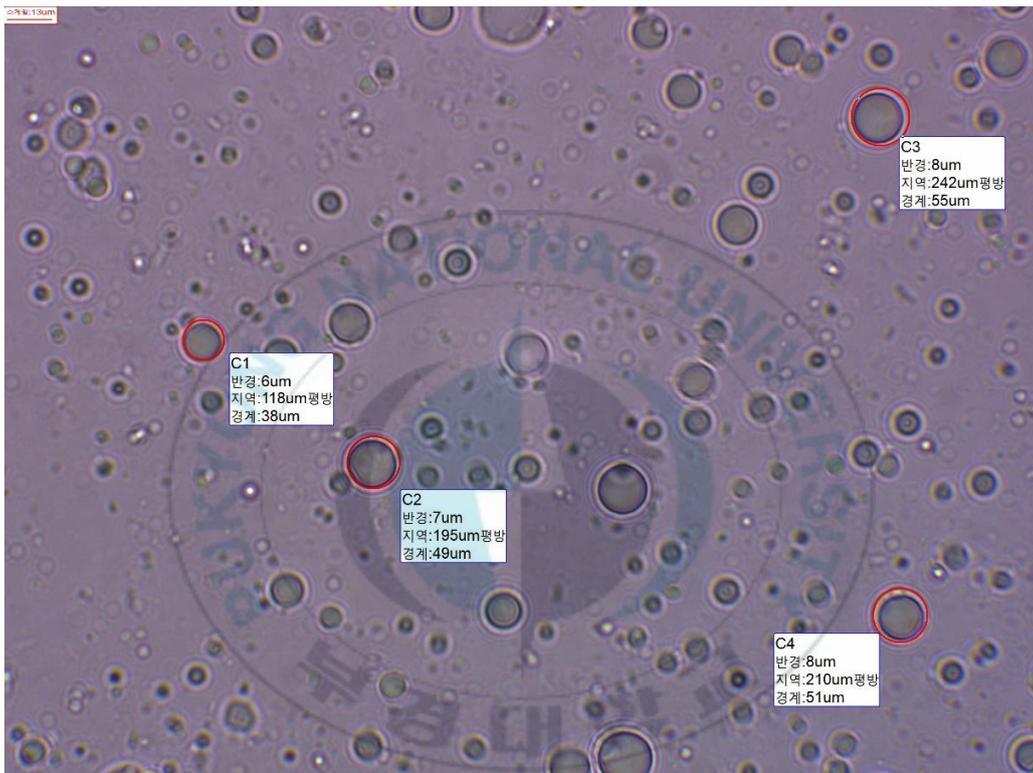


Figure. 6. Observation of candle fish roe through optical microscope

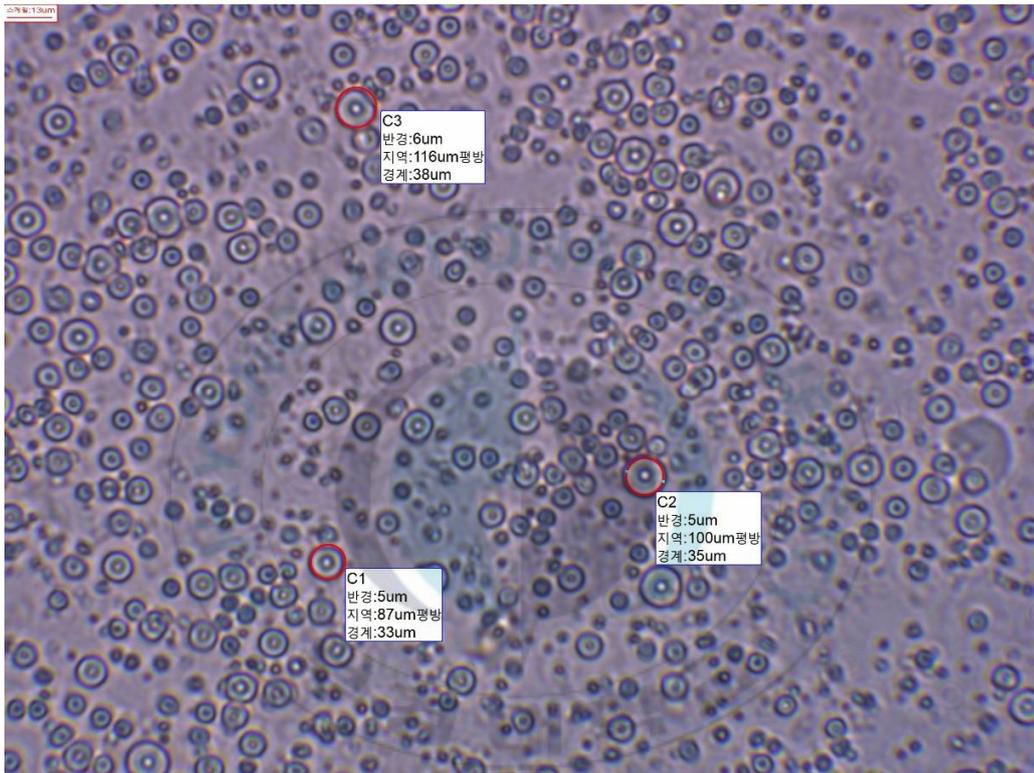


Figure. 7. Observation of pacific herring roe through optical microscope

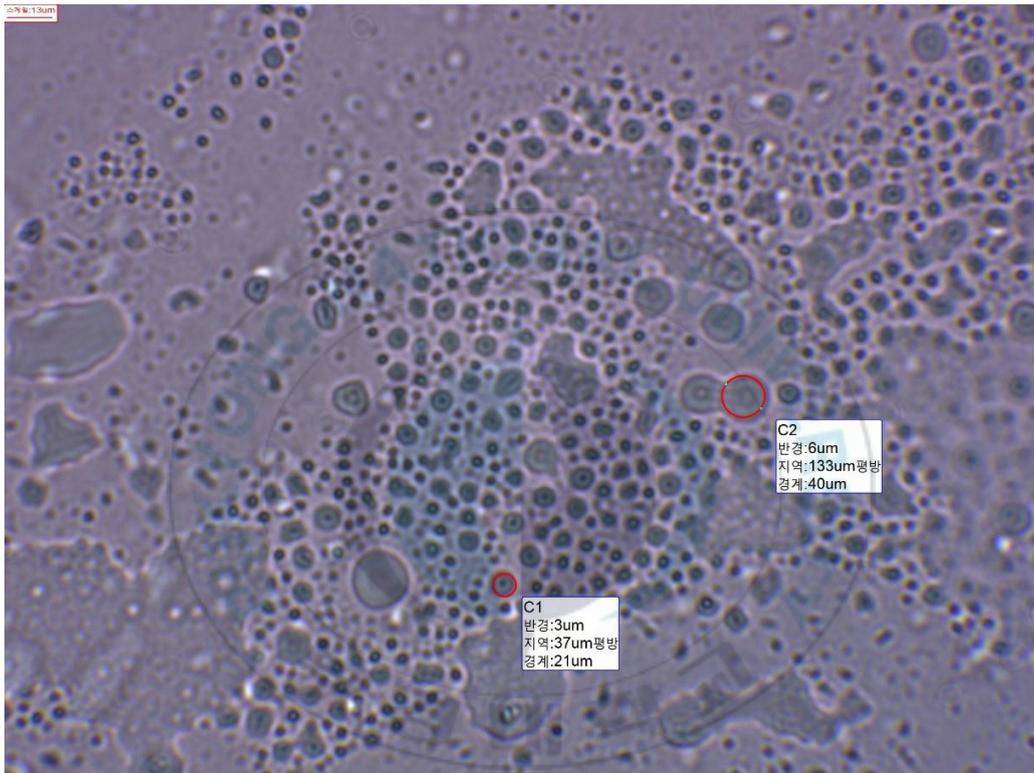


Figure. 8. Observation of sea cucumber viscera through optical microscope

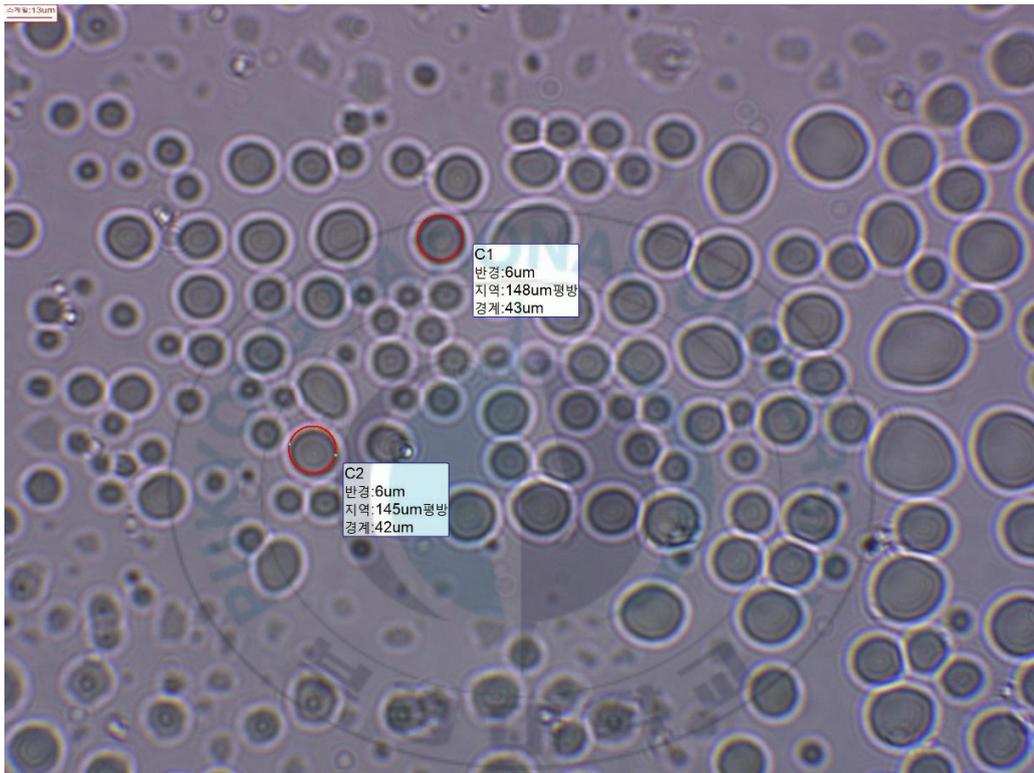


Figure. 9. Observation of skate liver through optical microscope

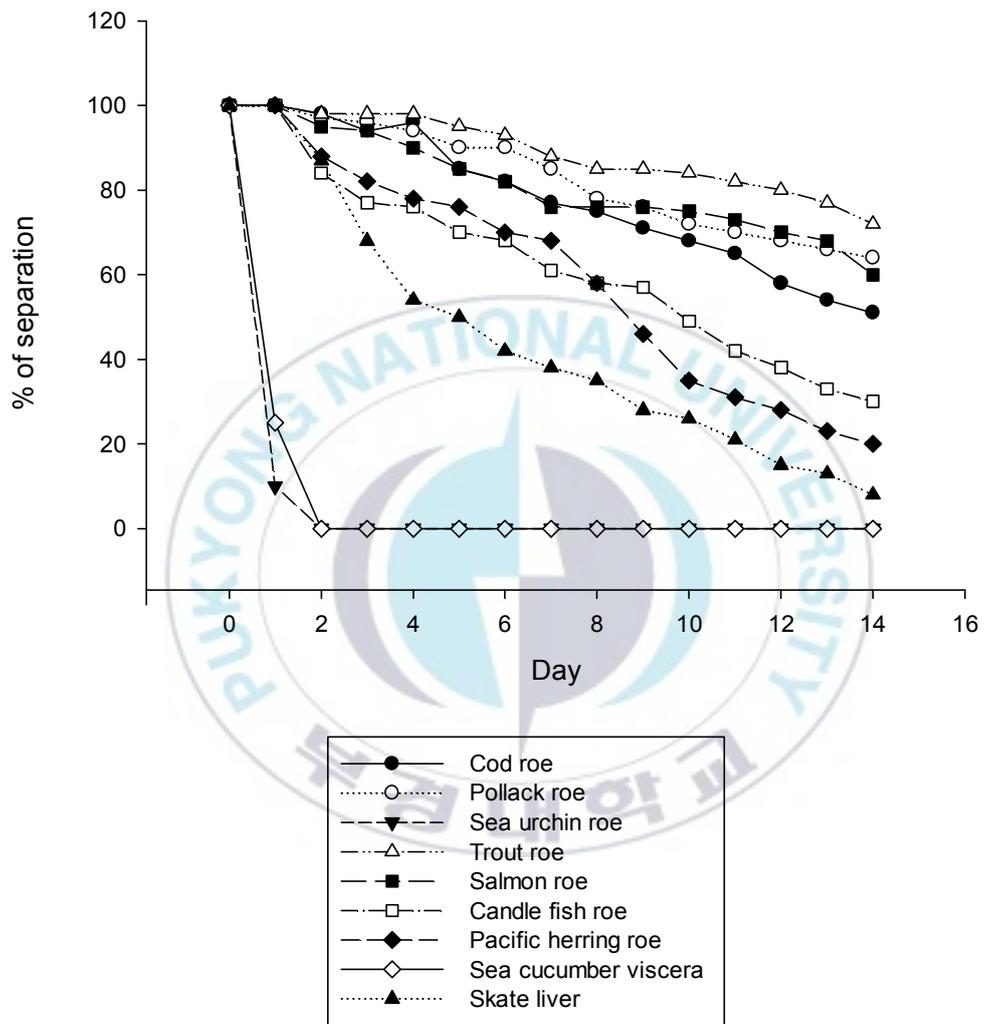


Figure. 10. Stability of nine type of microemulsion.

않아 분리가 일어났으며 2일째 되는 날 완벽히 분리가 되었다. 성게알과 해삼 내장을 제외하고는 제조한지 6일째까지는 50% 가량의 유화 형태를 유지하고 있었으며 송어알과 명태알 그리고 연아알이 가장 오랫동안 유화의 형태를 유지하고 있었다. 특히, 송어알이 가장 오랫동안 70% 이상의 유화 형태를 유지하고 있었다. 이는 유화제로 사용된 송어알의 인지질에서 단일 지방산 함량이 가장 높았고 광학현미경으로 측정한 결과 균일한 형태의 emulsion을 형성하여 오랜 기간 안정한 형태로 유지할 수 있었던 결과인 것으로 판단된다.



## IV. 결론 및 요약

수산물 유래 부산물 9종을 대상으로 동결 건조를 통해 일반 성분과 미량성분을 분석함과 동시에 인지질을 추출하여 유화제로서 사용이 가능한가에 대한 연구를 수행하였다. 연구 결과를 토대로 차후 수산 부산물로부터 사료 개발에 도움이 될만한 영양학적 가치를 알리는데 이바지함과 동시에 유화제로서의 새로운 가능성을 열고자 한다.

수산 부산물의 경우 계절에 따른 어획된 어종의 질적 차이와 수분함량의 차이가 매우 상이하기 때문에 동결 건조를 하여 모든 실험을 진행하였다. 동결 건조된 수산 부산물 9종을 대상으로 일반 성분 분석 결과 홍어애를 제외한 수산 부산물에서는 높은 단백질 함량을 나타내었다. 이는 수산물의 특성보다는 어란의 특성으로 인해 고단백 식품으로 인한 결과라 판단된다. 이들 수산 부산물을 대상으로 하여 아미노산 분석 결과 홍어애를 제외한 8종의 부산물에서는 비슷한 아미노산 조성과 값을 나타내었다. 지방산의 경우 청어알과 연어알 그리고 송어알에서 높은 포화지방산 함량이 나타났으며 단일 불포화 지방산 또한 높게 측정 되었다. 다중불포화지방산의 경우 열빙어알과 연어알 그리고 명태알이 높은 함량을 나타내었으며 특히, EPA와 DHA는 송어알과 청어알 그리고 연어알이 가장 높은 비율로 함유되어 있었다.

유화제로서 사용할 인지질을 추출하기 위해서는 건강기능식품공전에서

제시한 용매에 따른 acetone 불용물로서의 인지질 추출법을 활용하여 실험하였다. 석유에테르와 헥산, 에탄올 그리고 클로로포름:메탄올(2:1)을 사용한 결과 클로로포름과 메탄올을 용매로 한 결과가 가장 많은 양의 인지질을 추출할 수 있었다. 인지질 조성 중에 phosphatidyl choline(PC)과 phosphatidyl ethanol(PE) 그리고 phosphatidyl inositol(PI)을 대상으로하여 분석한 결과 대구알과 청어알 그리고 명태알이 가장 많은 PC를 함유하고 있었다. 특히, 대구알 인지질에서 얻은 지방산이 가장 많은 지방산 함량을 지니고 있었으며 송어알의 경우 4종의 지방산만이 검출되었음을 알 수 있었다.

수산 부산물 9종에서 추출한 crude한 인지질을 유화체로서 microemulsion을 제조한 결과 성게알과 해삼내장을 제외한 7종의 emulsion에서는 유화가 매우 잘 일어났으며 최대 7 $\mu$ m이하의 뛰어난 microemulsion을 형성하였다. 특히, 송어알, 명태알, 대구알 그리고 연어알에서 가장 높은 안정성을 지닌 microemulsion이 형성되었다.

이에 차후 연구에서는 수산 부산물로부터 얻은 지질과 단백질, 탄수화물의 가수분해로 얻은 수용성 성분을 대상으로 하여 합성 유화제의 첨가 없이 유화하는 형태의 천연 microemulsion을 개발하는데 기초 자료가 되고자 한다.

## V. 참고 문헌

건강기능식품공전 시험법 해설서, 식품의약품안전처, 2018

Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911–917.

Cho, M. L., Heu, M. S., & Kim, J. S. (2001). Food component characteristics of cuttle bone as a mineral source. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(5), 478–482.

Choi, M. J., Kim, H. G., Lee, Y. J., Park, D. H., & Lee, S. Y. (2018). The principle of emulsifier in food application and trends in food emulsifier market. *Food Science and Industry*, 51(2), 136–147.

Grand View Research. (2017). Food emulsifiers market size & share, industry report, 2018–2025.

Kim, D. Y., & Lee, J. S. (2015). Directions for eco-friendly utilization and industrialization of fishery By-products. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 27(2), 566–575.

Lee, J. S., Kim, J. S., Kim, J. G., Oh, K. S., Choi, B. D., Park, K. H., & Choi, J. D. (2011). Food quality characterization and safety of imported fish roe (Japanese flyingfish roe, capelin roe and pacific herring roe). *Journal of Agriculture and Life Sciences*, 45(6), 95–108.

Markets and markets. (2016). Emulsifiers market by source (Bio-based and synthetic), application (Food emulsifiers, cosmetics % personal care, oil field chemical, pharmaceutical, and agrochemical), and region—global forecast to 2021.

McClements D. J. (2015). Food emulsion. Crc Press, New York, USA. 312–328.

Lee, M. H., & Kim, C. B. (2017). Analysis on the comparative advantage and competitiveness of aquatic products trade in Korea. *The Journal of shipping and logistics*, 95(0), 433–455.

Mondal, K., Kaviraj, A. & Mukhopadhyay, P. K. (2006). Fish waste in urban and suburban markets of Kolkata: problems and potentials. *Aqua-culture Asia*, 11, 22–25.

Noh, S., & Yoon, S. H. (2012). Stereospecific positional distribution of fatty acids of Camellia (*Camellia japonica* L.) seed oil. *Journal of*

*Food Science*, 77(10), C1055–C1057.

O’Keefe, S. F., Wiley, V. A., & Knauff, D. A. (1993). Comparison of oxidative stability of high–and normal–oleic peanut oils. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 70(5), 489–492.

RUSTAD, T. (2002). Utilization of marine by–products. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 2, 458–463.

Sala Vila, A., Castellote–Bargallo, A. I., Rodriguez–Palmero–Seuma, M., & Lopez–Sabater, M. C. 2003. High–performance liquid chromatography with evaporative light–scattering detection for the determination of phospholipid classes in human milk, infant formulas and phospholipid sources of long–chain polyunsaturated fatty acids. *Journal of Chromatography A*, 1008(1), 73–80.

Sathivel, S. (2002). Production, process design and quality characteristics of catfish visceral oil dissertation abstracts international Part B: Science and engineering. Vol. 63, *Louisiana State University, Baton Rouge, LA*.

- SEN, D. P. (2005). *Advances in Fish Processing Technology*. Allied Publishers Private. Limited., New Delhi, India.
- Sharma, R. (2014). Surfactants: basic and versatility in food industries. *PharmaTutor Magazine*, 2(3), 17–29
- Swapna, H. C., Rai, A. K., Bhaskar, N., & Sachindra, N. M. (2010). Lipid classes and fatty acid profile of selected Indian fresh water fishes. *Journal of Food Science and Technology*, 47(4), 394–400.
- TechNavio. (2017). Global emulsifier market to witness growth through 2021, owing to increasing demand for convenience foods, Technavio.
- Prato, E., & Biandolino, F. (2012). Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. *Food Chemistry*, 31(4), 1233–1239.

## 감사의 글

짧으면 짧고 길면 길었던 2년간의 석사과정을 마칩니다. 다사다난했던 이 기간 동안 저에게 많은 분들의 도움이 있었습니다. 먼저 저의 연구와 학문을 올바른 방향으로 이끌어주신 이양봉 지도 교수님께 감사합니다. 교수님 덕분에 다양한 연구를 배울 수 있었습니다. 교수님의 가르침에 부끄럽지 않게 앞으로도 최선을 다하겠습니다.

바쁘신 와중에 저에게 관심을 갖고 지도해주신 김선봉 교수님과 전병수 교수님께 감사합니다. 또한, 석사과정 중에 값진 조언을 해주신 양지영 교수님, 안동현 교수님 그리고 김영목 교수님께 감사드립니다.

처음 접해본 유화 관련 분야를 쉽게 다가갈 수 있게 도와주신 박슬기 박사님과 매번 도움을 주신 이재화 선배님 감사합니다. 본 논문이 완성되기까지 물심양면으로 도와준 실험실 동료 고지윤, 김소현, 김성희, 김현재, 박혜량, 설다은, 유동규, 유정완, 조두민, 지하민 모두에게 감사를 표합니다. 그리고 실험 외적으로 많은 조언과 격려를 아끼지 않고 준 정충은, 정재연, 조성래, 윤희나에게 감사한 마음 잊지 않겠습니다.

마지막으로 언제나 저의 곁을 지켜주시고 항상 걱정하며 기대하며 사랑의 눈길로 저를 믿고 기다려주시는 부모님께 정말 감사의 마음을 전합니다. 꼭 성공해서 보답하겠습니다. 감사합니다