



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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.

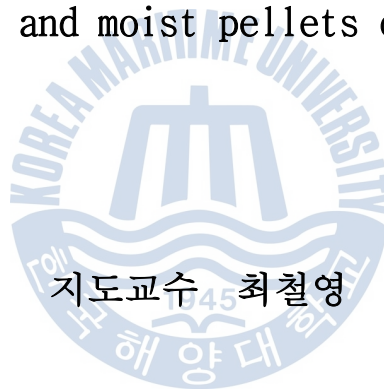
이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학석사 학위논문

배합사료(Extruded pellet)와 생사료(Moist pellet)로
장기 사육된 넙치의 육질 및 체성분 비교

Comparative study on the carcass quality and body
composition of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed
on the extruded and moist pellets over long period



2012년 8월

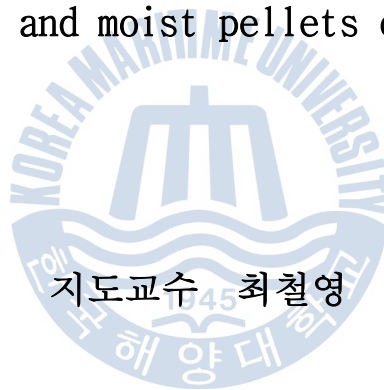
한국해양대학교 해양관리기술대학원
해양환경·생물공학전공

김 형 백

이학석사 학위논문

배합사료(Extruded pellet)와 생사료(Moist pellet)로
장기 사육된 넙치의 육질 및 체성분 비교

Comparative study on the carcass quality and body
composition of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed
on the extruded and moist pellets over long period



2012년 8월

한국해양대학교 해양관리기술대학원
해양환경·생물공학전공

김 형 백

본 논문을 김형백의 이학석사 학위논문으로 인준함.

2012년 8월

위원장

수산학박사 유진형



위원

이학박사 조성환



위원

수산학박사 최철영



한국해양대학교 해양관리기술대학원

목 차

	page
I . List of Figure	iv
I . List of Tables	v
I . Abstract	vii
I . 서 론	1
II . 재료 및 방법	4
1. 실험어 채집 지역 및 수송	4
2. 측정	4
3. 성분 분석	4
가. 수분 및 조지방	4
나. 파괴 강도	4
4. 혈액 분석	5
5. 간 지방산 분석	5
6. 간 콜레스테롤 분석	6
III . 결 과	7
1. 체형 분석(체중, 체장, 체고 및 체폭)	7

2. 물리적 분석(과괴 강도)	10
3. 체성분 분석(수분, 조지방)	12
4. 혈액 분석(RBC, Hct)	15
5. 간 지방산	18
6. 간 콜레스테롤	20
IV. 고찰	22
요약문	26
참고 문헌	27
감사의 글	36



List of Figures

	page
Fig. 1. Hct of blood in olive flounder (<i>Paralichthys olivaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets.	16
Fig. 2. RBC of blood in olive flounder (<i>Paralichthys olivaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets.	17



List of Table

	page
Table 1. Measurement conditions in olive flounders muscle	5
Table 2. Analysis of body characteristics on olive flounder (<i>Paralichthys oilvaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets (body weight, body length, body height and body width)	8
Table 3. Analysis of body characteristics on olive flounder (<i>Paralichthys oilvaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets (body weight, body length, body height and body width)	9
Table 4. Physical properties of meat in olive flounder (<i>Paralichthys oilvaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets (breaking strength)	11
Table 5. Proximate analysis of carcass olive flounder (<i>Paralichthys oilvaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets (moisture)	13
Table 6. Proximate analysis of carcass olive flounder (<i>Paralichthys oilvaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets (crude lipid)	14
Table 7. Fatty acid of liver in olive flounder (<i>Paralichthys oilvaceus</i>) fed on the extruded and moist pellets	19

Table 8. Cholesterol of liver in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*)
fed on the extruded and moist pellets (wet basis) 20



Comparative study on the carcass quality and body composition of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed on the extruded and moist pellets over long period

Hyung Back Kim

*Graduate School of Maritime Management and Technology,
Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea*

(Supervised by Professor Cheol Young Choi)



Abstract

The present study was conducted in flounder group, to evaluate the difference in effects between the extruded pellet (EP) and moist pellet (MP). To produce superior by means of physical (texture) and chemical (body composition) differences in the flounder farm. All the experiment was conducted on flounder farms in Busan and Gyeongbuk region.

In the measurement (weight, length, height, and width) of EP and MP groups, weight and length of EP group were higher than those of MP group, but there was no significant difference observed in the height. Also, there were no significant differences observed in the break strength and moisture content, but crude lipid contents had small differences. Hematocrit (Ht) and red blood cell (RBC) were

significantly different at each experimental group, however, there were no significant differences observed in the experimental groups supplied by MP and EP. In the fatty acid and cholesterol contents of flounder meat, EP group was relatively lower than MP group.

Based on the present results, the quality of EP group was similar with that of MP group. Moreover, cultured flounder with EP will increase the productive quality under systematic management such as Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP).



I. 서 론

국내의 어류 양식산업은 1960년대를 기점으로 무지개송어의 국내 이입과 실뽕장어 채포 및 치어의 사육 등이 시작되었다. 이후 1970년대까지 어류 양식산업은 주로 수입 배합사료와 생사료에 기반을 둔 자가 사료에 의존하였고, 담수어류 양식산업의 부흥기라고 할 수 있는 1980년대에 이르러 비로소 국내에서도 뽕장어 사료와 잉어 사료 등 어류용 배합사료가 생산되기 시작하였다. 또한, 가두리 양식업의 비약적인 발전과 더불어 양어 사료의 생산량이 매년 200% 이상 증가하는 것으로 나타났으며, 1989년에는 양어 사료의 총 생산량이 9만톤에 달하였다. 해산어 배합사료의 경우, 1980년대 초반의 방어 축양사업의 일시적 호황과 퇴조, 1980년대 후반에는 넙치 및 조피볼락 중심의 한 해산어류 양식의 기조가 바뀌면서 해산어 사료의 증가로 이어졌다. 국내의 양어 사료는 1990년 전반까지만 해도 담수어 사료가 80% 이상으로 절대적 우위를 차지하였으나, 1995년에는 담수어 사료의 안정적인 생산과 해산어 사료의 생산량이 증가하면서 국내 양어 사료의 총생산량은 12만톤에 도달하였다.

그러나 1995년을 기점으로 담수어의 가격 하락이 시작되었으며, 1997년에는 내수면 상수원 내의 가두리 양식장의 신규면허 및 연장을 불허한다는 정부의 시책으로 인하여 담수어 사료의 생산량은 급속하게 감소하였다. 그러나 넙치 및 조피볼락을 중심으로 해산어류 양식의 비약적인 팽창으로 인하여 해산어 사료의 생산량은 급격하게 증가하였다. 그 이후, 2000년도를 기점으로 해산어 배합사료 생산량이 담수어 배합사료 생산량을 추월하기 시작하여 2001년도에는 해산어 배합사료 생산량이 국내 양어 사료 생산량의 약 63% 수준에 이르게 되었다. 2007년 기준으로 어류 양식용 배합사료의 총생산량은 소프트펠렛(SEP)을 포함하여 10-12만 톤으로 추정되며, 그 중 해산어 배합사료는 약 7-9만 톤으로, 전체 어류양식용 배합사료 생산량의 70-75% 수준이다.

국내의 해산어 배합사료는 1990년대 후반에 급격히 증가하였으나, 그 후 약 10여 년간 생산량에 있어서는 큰 변화가 없는 실정이다. 해산어 배합사료의 생산량 증가와 더불어 주요

해산어 양식 대상종인 넙치와 조피볼락 등에서는 영양소 요구량, 사료원의 이용성 위주로 연구가 진행되어 최근에는 성장률을 증대시킬 수 있는 고효율 배합사료 및 환경오염을 저감시키는 저오염 배합사료의 개발이 추진되고 있다. 그러나 해산어류를 양식하고 있는 양식어민의 약 80%는 배합사료 보다는 생사료를 사용하여 양식하고 있는 실정이다. 이렇게 배합사료보다 생사료를 선호하고 있는 이유로는 양식어민들이 배합사료에 대한 기본적인 지식을 갖고 있지 않다는 점을 들 수 있다. 즉, 양식어민들이 배합사료를 기존의 생사료와 동일하게 생각하여 어종 및 개체별 차이점은 고려하지 않고 무분별하게 사료를 공급한 결과, 복수증이나 탈장 등의 질병이 발생하면서 양식어민들로 부터 배합사료에 대한 불신감이 높아졌기 때문인 것으로 판단된다.

기본적으로 배합사료는 수분이 10% 이내로 생사료에 비하면 고형상태이기 때문에 무분별하게 어류에게 공급할 경우, 복수증이나 탈장 등의 질병을 유발할 수 있다. 그러나 배합사료에 대한 사양관리를 지키면서 사료를 공급, 양식장을 운영할 경우, 질병의 감소, 인건비 절감, 운영비 절감 등의 직접적인 효과를 거둘 수 있다. 거시적으로는 생사료 사용으로 인한 수질 오염, 연근해 자원감소로 인한 생사료원의 수급 불균형, 가격의 지속적인 상승으로 인한 양식어민의 경제적 어려움, 보관상 어려움, 산패 및 부패 등으로 인한 질병 발생률의 증가 등 많은 문제점을 야기시킬 수 있으나, 배합사료의 이용은 이러한 문제점 등을 보완해 줄 수 있는 장점들을 가지고 있다. 더불어 환경보존, 자동화 등의 목적으로 넙치 양식에 배합사료의 사용을 적극 권장하고 있으나, 성장 차이와 육질 면에서 생사료에 미치지 못하여, 결국 출하경쟁력에서 뒤처진다는 이유로 양식현장에서는 배합사료가 확산되지 못하고 있다.

세계적으로 다른 육류에 비해 저지방 고단백인 수산물의 소비 수요는 계속해서 증가하고 있으며, 우리나라에 있어서도 수산물이 동물성 단백질원의 공급원으로서 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 우리나라의 2002년도 1인당 어류 소비량은 연간 49.2 kg으로 일본에 이어 세계에서 두 번째로 높은 어류 소비국이며, 어류 소비량은 지속적으로 증가 추세에 있다(FAO, 2003). 2000년대 들어서는 양식산업의 지속적인 발전으로 인하여 넙치를 비롯한 조피볼락 및 돔류 등이 전체 양식어류 생산량의 90% 이상을 차지하는 주요 어종으로 주로 횡감으로 소비되고 있다. 우리나라 국민들의 수산물에 대한 인식은 자연산

어류가 배합사료를 공급한 양식산 어류에 비해 영양 성분이 풍부하며, 질감(씹히는 맛), 기호도가 우수하다고 생각하고 있을 뿐만 아니라, 동일한 양식산 어류의 경우에도 배합사료를 공급한 어류보다 생사료를 공급한 어류가 품질 면에서 우수하다는 인식이 팽배되어 있는 실정이다.

최근 우리나라에서도 고단백 건강식품으로써 웰빙 산업의 급성장 및 분위기에 발맞춰 양식산 및 자연산 넙치의 육질에 관련된 연구가 많이 수행되어져 왔다(이와 이, 1997; 이 등, 1998; 김 등, 2000; 이와 이, 2001; 이와 이; 2003; 박 등; 2003; 이 등, 2005). 이와 이(1997)는 양식산 및 자연산 넙치를 대상으로 일반 성분, 관능검사, 물성 측정, 정미 성분 등의 육질을 비교한 결과, 큰 차이가 없다고 보고하였다. 그러나 박 등(2003)은 양식산 넙치가 자연산 넙치보다 색깔, 맛, 조직감 등 종합적인 기호도 측면에서 낮은 선호도를 보였는데, 그 이유로는 양식산 넙치의 높은 지방 함량이 근육의 탄력성을 감소시켰기 때문인 것이라고 보고하였다. 한편, 한방 사료 첨가제를 이용하여 양식산 넙치를 대상으로 관능검사, 물성 및 정미성분 등을 분석한 결과, 우수한 육질 개선 효과를 나타내었다는 연구결과도 있다(이 등, 1998). 이러한 많은 연구에도 불구하고, 배합사료와 생사료를 각각 공급하면서 장기간에 걸쳐 사육한 양식산 넙치의 육질을 대상으로 차이점 여부를 분석한 연구는 아직 찾아볼 수 없다.

따라서, 본 연구에서는 넙치를 배합사료(Extruded pellet, EP)와 생사료(Moist pellet, MP)를 공급하면서 양식하였을 경우, 각각의 실험구별 넙치에서 상품성의 차이가 실질적으로 존재하는 것인지, 관념적인 판단에 의하여 상품성을 판단하는 것인지를 확인하기 위하여, EP사료 및 MP사료를 각각 공급하면서 1년 이상 양식한 넙치를 대상으로 물리적, 화학적인 분석을 통하여 상품성 측면에서의 차이점 여부를 비교하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험어류

본 실험에서는 부산광역시 기장군 지역과 경상북도 구룡포 지역에서 EP사료를 사용하는 넙치 양식장과 MP사료를 사용하는 넙치 양식장 4곳을 각각 선정하여, 평균 어체중 800 g 이상의 넙치를 무작위로 샘플링하여 시료로 사용하였다.

2. 측정

넙치는 전장, 체중, 체고 및 체폭을 측정 후, 넙치의 미부에서 혈액을 채취하였으며, 넙치의 등 근육을 이용하여 육질의 파괴강도를 측정하였다. 또한, 지역별 넙치의 견강도를 비교하기 위하여 간 중량을 측정하였으며, 체성분 분석을 위해서는 근육을 마쇄하여 분석 시 까지 -60°C 냉동고에서 보관하였다.

3. 성분 분석

가. 수분 및 조지방

EP사료와 MP사료를 공급하면서 사육한 넙치 육질의 일반 성분 중, 수분과 조지방을 측정하기 위하여 AOAC 방법(2000)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분은 등 근육을 채취 후 마쇄하여 상압가열건조방식인 105°C 에서 시료를 건조시키는 방법을 이용해 측정하였으며, 조지방(에테르 추출법)을 분석하였다.

나. 파괴 강도

Ando et al.(1991)의 방법에 따라 Rheo meter (Compac-100, Sun, Japan)을 이용하여 등 근육을 사용하여 측정하였다(Table 1). 어육을 밀면이 평행하게 필렛하여 $20 \times 20 \times 10$

mm의 크기로 정사각형의 칼집을 위에서 찍은 후에, 칼집 위로 돌출된 부분을 잘라내고 근육의 두께를 10 mm로 균일하게 하여 측정시료로 사용하였다. 파괴 강도는 직경 10 mm cylinder plunger를 사용하였으며, 속도 60 mm/min에서 최고 값을 측정하였다. 실험결과는 5~8회 측정하여 평균±표준편차(mean±S.D.)로 나타내었다.

Table 1. Measurement of conditions in olive flounders muscle

Items	Value
Sample thickness	10 mm
Cylindrical plunger	10 mm in diameter
Crosshead speed	1 mm/sec
Load cell	10 kg
Chart speed	60 mm/min

4. 혈액 분석

혈액 분석을 위해 각각의 양어장에서 샘플링된 실험어의 미부정맥에서 3 mL 주사기를 이용해 채혈 하였으며, hemocytometer를 이용해 적혈구수(red blood cell, RBC)를 측정하였고, capillary tube에 채혈된 혈액을 적당량 주입 후, 10,000 rpm으로 10분간 원심 분리 후 적혈구 용적비(hematocrit, Hct)를 측정하였다.

5. 간 지방산 분석

간 지방산 분석은 AOCS법(1997)에 따라 시료를 methyl ester화 시킨 후 capillary column (Omegawax 320 fused silica capillary column, 30 m × 0.32 mm i.d., Supelco Pack, Bellefonte, Pa, USA)이 장착된 gas-liquid chromatography (Shimadzu GC 14A, Shimadzu Seisakusho, Co. Ltd., Kyoto, Japan)을 이용하여 분석하였다. 분석 조건은

injector (Fid) 온도를 250℃로 하고, column의 온도는 180℃에서 8분간 유지시킨 후, 3℃/min로 230℃까지 온도를 올린 후 15분간 유지시켰다. Carrier gas는 helium (수송 유압:1.0 kg/cm²)을 사용하였으며 split ratio는 1:50으로 하였고, 내부 표준물질로는 methyltricosanoate (AldrichChem. Co., Milwaukee, WI, USA)를 사용하였다.

6. 간 콜레스테롤 분석

일반적으로 시료 내에 존재하는 지방은 ethanol에 KOH를 혼합한 용액으로 추출하면 고온에서 비누화되며, 이때 비누화되지 않은 부분에서는 cholesterol를 함유하고 있다. 따라서 sterol 부분은 toluene으로 추출하였으며, sterol류는 TMS ether 용매에 의해서 유도(또는 추출)하고 gas-chromatography를 이용하여 정량화하였다.

7. 통계 처리

3 반복 이상의 통계처리가 가능한 결과에 대해서는 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1995)로 평균 간의 유의성을 SPSS (SPSS Inc., 2009) program을 사용하여 검정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 체형 분석 (체중, 체장, 체고 및 체폭)

EP사료와 MP사료를 각각 공급하면서 사육한 양식장별 넙치의 체형(체중, 체장, 체고 및 체폭)을 측정한 결과를 Table 2와 3에 각각 나타내었다. EP사료를 공급한 양식장별 넙치의 체중은 A양식장에서는 951.57 ± 229.97 g, B양식장에서는 948.86 ± 71.48 g, C양식장에서는 1144.71 ± 199.21 g, D양식장에서는 1043.57 ± 132.03 g으로 나타났다. 또한, 체장은 46.14 ± 1.95 cm ~ 49.71 ± 4.19 cm, 체고는 2.83 ± 0.17 cm ~ 2.99 ± 0.34 cm, 체폭은 7.43 ± 1.72 cm ~ 10.71 ± 1.11 cm로 나타났다. MP사료를 공급한 양식장별 넙치의 경우, 양식장별로 체중은 E양식장에서는 827.29 ± 123.20 g, F양식장에서는 1009.29 ± 191.19 g, G양식장에서는 999.86 ± 104.51 g, H양식장에서는 1018.57 ± 80.45 g으로 나타났으며, 체장은 43.86 ± 2.12 cm ~ 46.71 ± 1.70 cm, 체고는 2.47 ± 0.36 cm ~ 2.96 ± 0.23 cm, 체폭은 8.86 ± 1.07 cm ~ 10.71 ± 0.76 cm로 나타났다.

양식장별 환경적인 측면에서의 차이점이나 개체간의 차이점은 존재하는 것으로 보였으며, EP사료를 공급한 양식장의 넙치가 MP사료를 공급한 양식장의 넙치에 비하여 높게 나타났으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 2. Analysis of body type on olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured EP diets (body weight, body length, body height and body width).

EP diets	body weight (g)	body length (cm)	body height (cm)	body width (cm)
A* 1	716	42	2.5	15.0
2	880	46	3.0	9.0
3	930	47	3.0	8.0
4	905	47	2.7	10.0
5	1445	53	4.0	5.0
6	935	47	2.7	10.0
7	850	46	2.8	10.0
	951.57±229.97	46.86±3.24	2.96±0.49	9.57±2.99
B* 1	960	47	2.7	10.0
2	845	45	2.7	12.0
3	917	45	3.3	10.0
4	950	47	2.8	12.0
5	1030	47.5	3.0	11.0
6	1045	46	3.6	9.0
7	895	46	2.8	11.0
	948.86±71.48	46.21±0.99	2.99±0.34	10.71±1.11
C* 1	1278	50	3.0	6.0
2	1420	56	3.0	5.0
3	930	45	2.8	8.0
4	970	45	2.7	9.0
5	1050	50	2.6	9.0
6	1350	54	3.0	6.0
7	1015	48	2.7	9.0
	1144.71±199.21	49.71±4.19	2.83±0.17	7.43±1.72
D* 1	1005	46	2.6	9.0
2	970	45	2.6	9.0
3	1310	50	3.7	8.0
4	1110	44	3.5	8.0
5	1025	47	2.8	9.0
6	915	45	2.0	9.0
7	970	46	2.8	8.0
	1043.57±132.03	46.14±1.95	2.86±0.58	8.57±0.53

*company

Table 3. Analysis of body type on olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured MP diets (body weight, body length, body height and body width).

MP Diets	body weight (g)	body length (cm)	body height (cm)	body width (cm)
E* 1	970	45	2.6	9.0
2	1050	47	3.2	9.0
3	1084	49	3.2	9.0
4	1095	47	3.0	9.5
5	845	45	2.7	11.0
6	875	45	3.0	10.0
7	1080	48	3.0	9.0
	999.86±104.51	46.57±1.62	2.96±0.23	9.50±0.76
F* 1	800	45	2.3	12.0
2	1040	46	2.7	9.0
3	950	44	2.9	11.0
4	935	45	2.9	10.0
5	900	43	2.3	9.0
6	1040	46	2.8	11.0
7	1400	53	3.4	5.0
	1009.29±191.19	45.57±3.60	2.76±0.38	9.57±2.30
G* 1	950	45	2.8	9.0
2	1140	50	3.0	8.0
3	990	45	3.0	9.0
4	1105	47	2.9	8.0
5	1050	47	2.8	8.0
6	950	46	2.7	9.0
7	945	47	2.5	11.0
	1018.57±80.45	46.71±1.70	2.81±0.18	8.86±1.07
H* 1	750	44	2.3	11.0
2	885	44	2.8	11.0
3	680	41	2.0	11.0
4	705	41	2.1	12.0
5	850	46	2.5	10.0
6	893	45	2.6	10.0
7	1028	46	3.0	10.0
	827.29±123.20	43.86±2.12	2.47±0.36	10.71±0.76

*company

2. 물리적 분석 (파괴 강도)

EP사료와 MP사료를 각각 공급한 양식장 넙치의 근육을 이용하여 측정된 파괴강도의 결과는 Table 4에 나타내었다. EP사료를 공급한 넙치 근육의 파괴강도는 A양식장의 넙치에서는 1.18 ± 0.086 kg ~ 1.90 ± 0.070 kg, B양식장의 넙치에서는 1.24 ± 0.043 kg ~ 1.38 ± 0.096 kg, C양식장의 넙치에서는 1.15 ± 0.093 kg ~ 1.52 ± 0.092 kg, D양식장의 넙치에서는 1.11 ± 0.071 kg ~ 1.36 ± 0.076 kg으로 나타났다. MP사료의 경우, 양식장별 넙치의 파괴강도는 E양식장에서는 1.15 ± 0.083 kg ~ 1.27 ± 0.096 kg, F양식장에서는 0.86 ± 0.02 kg ~ 1.00 ± 0.127 kg, G양식장에서는 0.95 ± 0.076 kg ~ 1.08 ± 0.113 kg, H양식장에서는 0.84 ± 0.073 kg ~ 1.41 ± 0.123 kg으로 나타났다. 파괴강도의 경우, 사료 회사별, 지역별 및 개체별로는 차이를 보였으나, EP사료와 MP사료 실험구별로는 유의적인 차이는 나타나지 않았다.



Table 4. Physical properties of meat on olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured with MP diets and EP diets (breaking strength)

EP diets	breaking strength (kg)	MP diets	breaking strength (kg)
A* 1	1.84±0.08 ^{ns}	E* 1	1.27±0.10 ^{ns}
2	1.68±0.10	2	1.15±0.08
3	1.90±0.07	3	1.22±0.08
4	1.31±0.07	4	1.23±0.02
5	1.43±0.08	5	1.20±0.08
6	1.18±0.09	6	1.13±0.07
7	1.29±0.10	7	1.22±0.10
B* 1	1.27±0.10	F* 1	0.96±0.09
2	1.35±0.06	2	0.94±0.06
3	1.27±0.09	3	0.92±0.08
4	1.35±0.09	4	0.89±0.07
5	1.38±0.10	5	0.86±0.03
6	1.29±0.09	6	1.00±0.13
7	1.24±0.04	7	0.93±0.10
C* 1	1.44±0.14	F* 1	0.99±0.12
2	1.52±0.09	2	0.95±0.08
3	1.22±0.08	3	1.04±0.03
4	1.29±0.11	4	1.07±0.07
5	1.26±0.07	5	0.99±0.11
6	1.34±0.08	6	1.03±0.09
7	1.15±0.09	7	1.08±0.11
D* 1	1.11±0.07	G* 1	1.38±0.09
2	1.18±0.09	2	1.02±0.03
3	1.13±0.14	3	1.41±0.12
4	1.17±0.08	4	0.98±0.04
5	1.34±0.17	5	0.99±0.07
6	1.23±0.07	6	1.04±0.07
7	1.36±0.08	7	0.84±0.07

*company

ns : not significant

3. 체성분 분석 (수분, 조지방)

EP사료 및 MP사료를 공급한 양식장별 넙치를 대상으로, 전 어체에 대한 수분 함량과 조지방 함량을 Table 5와 Table 6에 나타내었다. 수분 함량을 살펴보면 EP사료를 공급한 A양식장의 넙치는 $73.65 \pm 0.48\% \sim 76.08 \pm 0.04\%$, B양식장의 넙치는 $73.27 \pm 0.52\% \sim 76.89 \pm 0.14\%$, C양식장의 넙치는 $73.70 \pm 0.42\% \sim 76.49 \pm 0.14\%$, D양식장의 넙치는 $74.03 \pm 0.22\% \sim 74.95 \pm 0.25\%$ 로 나타났다. MP사료를 공급한 E양식장의 넙치는 $74.36 \pm 0.33\% \sim 76.61 \pm 0.07\%$, F양식장의 넙치는 $75.77 \pm 0.47\% \sim 76.65 \pm 0.06\%$, G양식장의 넙치는 $75.56 \pm 0.09\% \sim 76.97 \pm 0.15\%$, H양식장의 넙치는 $75.25 \pm 0.22\% \sim 79.13 \pm 0.21\%$ 로 나타났다. 수분 함량의 경우, EP사료 및 MP사료별 넙치 전 어체에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

조지방 함량의 경우, EP사료를 공급한 A양식장의 넙치는 $1.81 \pm 0.45\% \sim 3.49 \pm 0.18\%$, B양식장의 넙치에서는 $1.25 \pm 0.30\% \sim 2.65 \pm 0.24\%$, C양식장의 넙치에서는 $1.08 \pm 0.13\% \sim 2.32 \pm 0.22\%$, D양식장의 넙치에서는 $0.93 \pm 0.14\% \sim 1.52 \pm 0.09\%$ 로 나타났고, MP사료를 공급한 E양식장의 넙치에서는 $0.54 \pm 0.54\% \sim 3.75 \pm 0.01\%$, F양식장의 넙치에서는 $0.71 \pm 0.26\% \sim 1.37 \pm 0.11\%$, G양식장의 넙치에서는 $0.82 \pm 0.12\% \sim 2.28 \pm 0.21\%$, H양식장의 넙치에서는 $0.85 \pm 0.15\% \sim 1.85 \pm 0.24\%$ 로 나타났다. 조지방 함량의 경우, EP사료 및 MP사료별 넙치의 전 어체에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 5. Proximate analysis of whole body of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured with MP diets and EP diets (moisture)

EP diets	Moisture (%)	MP diets	Moisture (%)
A* 1	73.96±0.25	E* 1	75.92±0.22
2	74.88±0.11	2	75.49±0.48
3	74.09±0.34	3	75.20±0.22
4	73.65±0.48	4	74.36±0.33
5	74.24±0.11	5	76.30±0.05
6	75.36±0.15	6	76.61±0.07
7	76.08±0.04	7	75.91±0.13
B* 1	76.89±0.14	F* 1	76.13±0.19
2	74.36±0.34	2	75.94±0.03
3	74.79±0.13	3	76.65±0.06
4	74.88±0.29	4	76.54±0.08
5	73.27±0.52	5	75.95±0.41
6	74.25±0.10	6	75.77±0.47
7	74.91±0.24	7	75.81±0.17
C* 1	73.92±0.17	G* 1	75.99±0.42
2	75.16±0.24	2	76.91±0.06
3	74.18±0.11	3	76.97±0.15
4	73.70±0.42	4	75.82±0.26
5	76.49±0.14	5	76.22±0.01
6	74.03±0.07	6	75.56±0.09
7	75.29±0.23	7	76.90±0.16
D* 1	74.03±0.22	H* 1	79.13±0.21
2	74.80±0.10	2	76.03±0.28
3	74.95±0.25	3	77.29±0.25
4	74.73±0.09	4	76.73±0.18
5	74.83±0.28	5	76.85±0.13
6	74.41±0.16	6	76.61±0.15
7	74.87±0.39	7	75.25±0.22

*company

Table 6. Proximate analysis of whole body of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured with MP diets and EP diets (crude lipid)

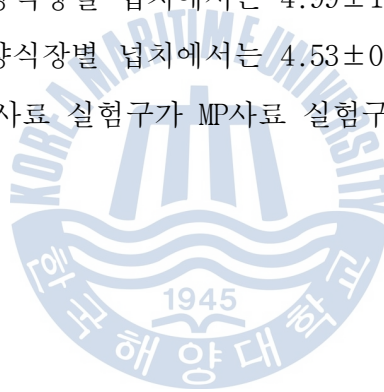
EP diets	Crude lipid (%)	MP diets	Crude lipid (%)
A* 1	2.16±0.47	E* 1	1.81±0.57
2	2.72±0.52	2	1.29±0.46
3	3.01±0.17	3	1.39±0.06
4	2.76±0.26	4	3.75±0.01
5	3.49±0.18	5	0.54±0.54
6	1.81±0.45	6	1.14±0.04
7	1.91±0.02	7	1.63±0.52
B* 1	1.25±0.30	F* 1	1.22±0.33
2	2.46±0.39	2	0.71±0.26
3	1.60±0.03	3	1.03±0.25
4	1.31±0.48	4	1.17±0.09
5	2.65±0.24	5	1.02±0.51
6	1.70±0.12	6	1.05±0.11
7	1.69±0.35	7	1.37±0.11
C* 1	1.71±0.14	G* 1	2.28±0.21
2	1.29±0.26	2	1.29±0.25
3	1.81±0.31	3	1.37±0.28
4	1.29±0.36	4	1.78±0.24
5	1.08±0.13	5	0.82±0.12
6	2.32±0.22	6	0.94±0.32
7	1.97±0.05	7	0.98±0.04
D* 1	1.02±0.20	H* 1	0.87±0.16
2	1.46±0.27	2	1.43±0.62
3	0.93±0.14	3	1.08±0.14
4	1.51±0.06	4	0.85±0.15
5	0.98±0.11	5	1.15±0.07
6	1.52±0.09	6	1.15±0.38
7	1.48±0.19	7	1.85±0.24

*company

4. 혈액 분석(RBC, Hct)

EP사료와 MP사료를 공급하여 사육된 양식장별 넙치의 혈액을 이용하여 Hct와 RBC를 측정된 결과를 Fig. 1, Fig. 2에 각각 나타내었다. EP사료를 공급한 각 양식장별 넙치의 Hct는 32.13%~41.03%로, MP사료를 공급한 양식장별 넙치의 Hct 측정값은 29.91%~36.78%로 나타나, EP사료를 공급한 양식장 넙치에서 Hct가 높은 경향을 나타내었다. 각각의 양식장별, 개체별로는 유의적 차이는 보였으나, MP사료와 EP사료 실험구별로는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

EP사료와 MP사료를 공급한 양식장별 넙치의 RBC 측정값의 경우, $4.53 \sim 5.55 \times 10^4/\text{mm}^3$ 이었으며, EP사료를 공급한 양식장별 넙치에서는 $4.99 \pm 1.08 \sim 5.55 \pm 0.69 \times 10^4/\text{mm}^3$ 수준이었으며, MP사료를 공급한 양식장별 넙치에서는 $4.53 \pm 0.70 \sim 5.18 \pm 0.78 \times 10^4/\text{mm}^3$ 로 측정되어, RBC 측정값에서는 EP사료 실험구가 MP사료 실험구에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었다 ($P < 0.05$).



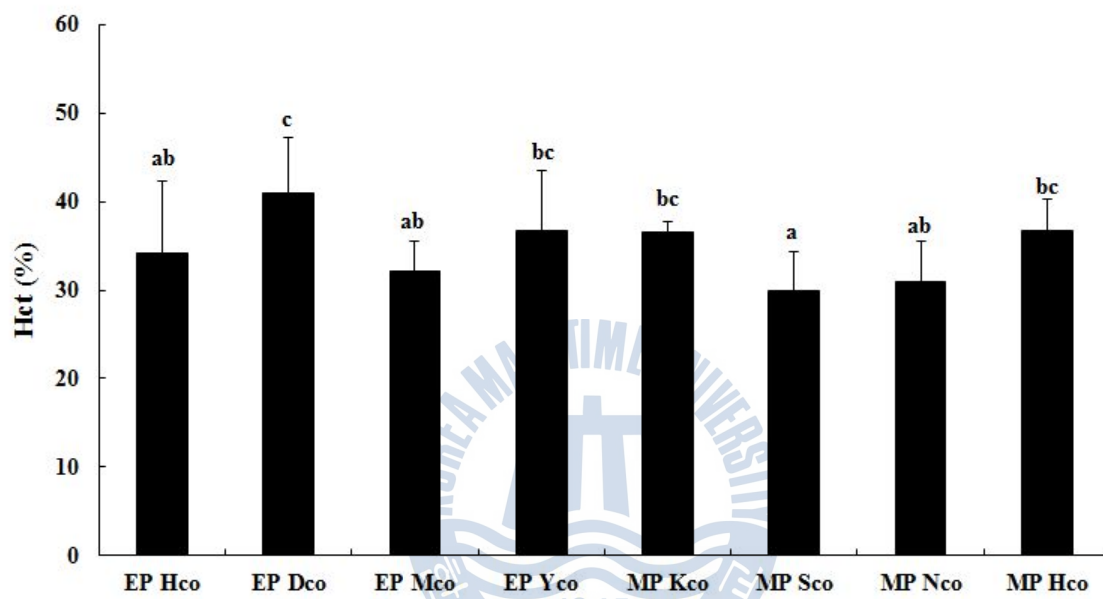


Fig. 2. Hct of blood in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured with MP diets and EP diets.

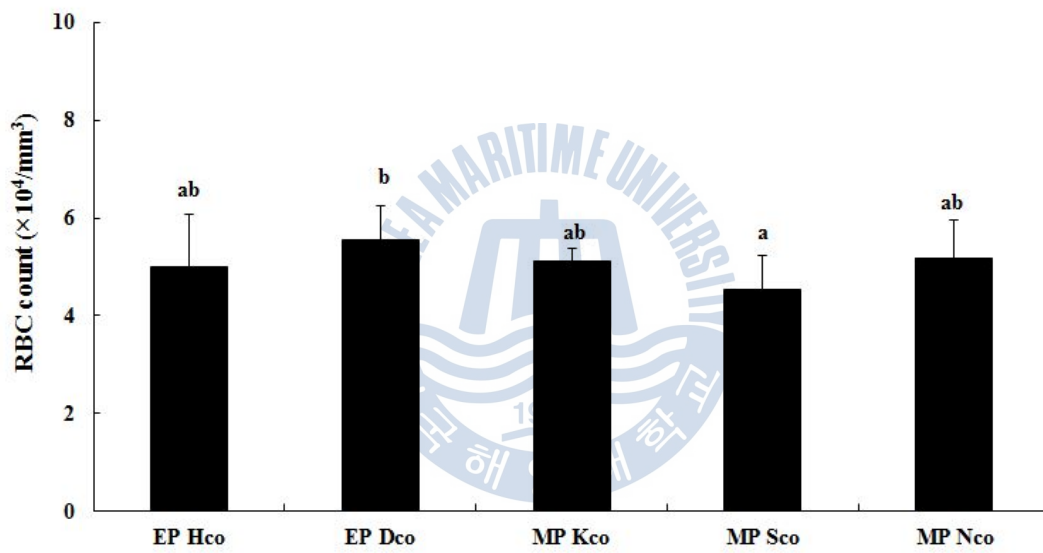


Fig. 3. RBC of blood in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured with MP diets and EP diets.

5. 간 내 지방산

EP사료와 MP사료를 각각 공급한 양식장별 넙치의 간을 대상으로 지방산을 분석한 결과를 Table 7에 나타내었다. 포화지방산(saturates)을 분석한 결과, EP사료를 공급한 양식장의 넙치에서는 42.70~56.48%이었으며, MP사료를 공급한 양식장의 넙치에서는 46.99~56.74%를 나타내었으며, C16:0과 C24:0는 25~30%를 차지하였다. 포화지방산의 평균값은 EP사료를 공급한 경우, $47.49 \pm 6.12\%$, MP사료를 공급한 경우, $52.65 \pm 4.13\%$ 로, MP사료 실험구가 EP사료 실험구에 비하여 높은 값을 나타내었다.

일가불포화지방산(monoenes)의 경우, EP사료를 공급한 양식장의 넙치에서는 33.90~36.98%였으며, MP사료를 공급한 양식장의 넙치에서는 34.50~45.47%로 나타났으며, C16:1과 C18:1n9c, 1n9t가 30% 이상을 차지하였다. EP사료와 MP사료를 공급한 양식장별 넙치의 일가불포화지방산 평균은 각각 $35.69 \pm 1.35\%$ 와 $39.49 \pm 4.55\%$ 로 MP사료가 EP사료에 비하여 높은 값을 나타내었다.

다가불포화지방산(polyenes)에서는 EP사료를 공급한 양식장의 넙치에서 9.62~20.32%, MP사료를 공급한 양식장의 넙치에서 7.47~8.76%이었으며, C18:2n9c, C20:3n3, C20:4n6가 5% 이상을 차지하였다. EP사료와 MP사료를 공급한 양식장별 넙치의 평균값은 각각 $16.07 \pm 4.60\%$ 와 $7.86 \pm 0.60\%$ 로 EP사료를 공급한 양식장의 넙치가 MP사료를 공급한 양식장의 넙치에 비하여 2배 이상 높은 값을 보였다.

n3와 n6에서는 EP사료를 공급한 양식장의 넙치에서 각각 1.43~1.61%와 1.77~2.56%을 나타내었고, MP사료를 공급한 양식장의 넙치에서는 각각 1.43~1.94%와 1.47~2.80%로, MP사료와 EP사료를 공급한 양식장의 넙치 간에는 큰 차이는 보이지 않았으며, n3/n6에서는 EP사료와 MP사료를 공급한 양식장의 넙치별로 각각 0.63~0.99%와 0.51~1.32%로 나타났다. 즉, n3/n6 값은 EP사료를 공급한 양식장 넙치에서는 $0.80 \pm 0.18\%$, MP사료를 공급한 양식장 넙치에서는 $0.79 \pm 0.36\%$ 으로, MP사료와 EP사료 간에 거의 유사한 결과 값이 나타났다.

Table 7. Fatty acid of hepatic in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) cultured with MP diets and EP diets (%)

	EP diets				MP diets			
	A*	B*	C*	D*	E*	F*	H*	G*
C14:0	3.851	3.14	2.95	2.81	3.05	2.59	2.91	2.61
C15:0	0.376	0.28	0.35	0.35	0.43	0.493	0.36	0.52
C16:0	18.32	18.50	18.16	16.36	18.75	17.88	17.90	19.00
C17:0	0.90	0.58	0.79	0.66	0.85	0.99	2.19	1.30
C18:0	1.77	1.68	2.00	2.00	2.39	2.79	1.89	2.69
C20:0	3.01	3.88	3.76	3.11	4.07	3.26	2.62	2.94
C21:0	9.19	4.28	5.18	3.84	4.18	3.86	6.51	4.87
C22:0	0.49	0.30	0.41	0.44	0.26	0.20	0.32	0.27
C23:0	6.12	4.94	1.62	4.71	5.37	5.20	3.50	4.47
C24:0	12.46	7.97	10.04	8.42	14.87	19.48	8.80	14.01
Saturates	56.48	45.538	45.26	42.70	54.21	56.74	46.99	52.65
Mean	47.49±6.12				52.65±4.13			
C14:1	0.10	0.07	0.09	0.07	0.18	0.22	0.11	0.16
C15:1	0.06	0.04	0.07	0.07	0.06	0.07	0.38	0.13
C16:1	7.96	6.09	5.95	5.88	7.03	5.24	7.64	6.54
C17:1	0.35	0.30	0.46	0.47	0.54	0.57	0.16	0.28
C18:1n9c, 1n9t	23.73	28.44	27.87	29.29	28.52	26.94	35.79	28.62
C20:1	0.22	0.20	0.27	0.29	0.30	0.28	0.28	0.50
C22:1	1.48	1.29	0.75	0.92	1.68	1.18	1.13	3.44
Monoenes	33.90	36.42	35.45	36.98	38.32	34.50	45.47	39.67
Mean	35.69±1.35				39.49±4.55			
C18:2n9c	4.72	13.07	11.49	15.26	2.14	2.45	2.74	2.99
C18:3n6, 9, 12c	0.52	0.88	0.96	1.15	0.43	0.56	0.50	0.63
C18:3n9, 12, 15	0.75	0.43	0.62	0.57	0.43	0.52	0.59	0.50
c								
C20:2	0.22	0.07	0.06	0.06	0.14	0.42	0.16	0.22
C20:3n3	1.401	1.44	1.21	1.84	1.18	1.54	1.40	1.72
C20:4n6	1.25	1.68	1.33	0.92	2.37	2.22	1.72	0.84
C20:5n3	0.10	0.10	0.10	0.09	0.12	0.11	0.09	0.14
C22:2	0.55	0.22	0.40	0.30	0.53	0.81	0.28	0.56
C22:6n3	0.11	0.14	0.12	0.13	0.13	0.11	0.07	0.09
Polyenes	9.62	18.05	16.29	20.32	7.47	8.76	7.54	7.68
Mean	16.07±4.60				7.86±0.60			
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
n3	1.61	1.69	1.43	2.06	1.43	1.77	1.56	1.94
n6	1.77	2.56	2.29	2.08	2.80	2.78	2.21	1.47
n3/n6	0.91	0.66	0.63	1.00	0.51	0.63	0.70	1.32
Mean	0.80±0.18				0.79±0.36			

*company

6. 간 내 콜레스테롤

EP사료와 MP사료를 공급한 양식장별 넙치의 간 조직내의 콜레스테롤 함량을 분석한 결과를 Table 8에 나타내었다. EP사료를 공급한 양식장 넙치 간 조직에서의 콜레스테롤 수치는 A양식장의 넙치에서 167.08 ± 0.35 mg/100 g, B양식장의 넙치에서 306.46 ± 0.16 mg/100 g, C양식장의 넙치에서 679.06 ± 0.72 mg/100 g, D양식장의 넙치에서 778.11 ± 0.06 mg/100 g으로 나타났으며, MP 사료를 공급한 양식장 넙치 간 조직에서의 콜레스테롤 수치는 E양식장 넙치에서 419.91 ± 0.19 mg/100 g, F양식장 넙치에서 539.14 ± 0.66 mg/100 g, G양식장 넙치에서 542.86 ± 0.55 mg/100 g, H양식장 넙치에서 998.33 ± 0.61 mg/100 g으로 나타나, MP사료를 공급한 양식장의 넙치가 EP사료를 공급한 양식장 넙치에 비하여 높은 값을 나타내었다.



Table 8. Cholesterol of hepatic in olive flounder (*Paralichthys oilvaceus*) cultured with MP diets and EP diets (wet matter)

EP diets	Cholesterol (mg/100g)	MP diets	Cholesterol (mg/100g)
A*	167.08±0.35	E*	542.86±0.55
B*	306.46±0.16	F*	419.91±0.19
C*	679.06±0.72	G*	539.14±0.66
D*	778.11±0.06	H*	998.33±0.61

* company



IV. 고 찰

본 연구는 배합사료인 EP사료와 생사료인 MP사료를 각각 공급하면서 1년 이상 장기간에 걸쳐 사육한 넙치 실험구 간에 실질적으로 상품성의 차이가 존재하는지를 확인하기 위하여, 양식현장의 양식산 넙치를 대상으로 근육 조직과 간 조직 및 혈액 분석 등을 통하여 상품성 측면에서의 차이점 여부를 조사하였다. EP사료와 주로 생사료를 주원료로 양식현장에서 직접 제조하여 사용하고 있는 MP사료를 공급하면서 사육된 넙치의 체형을 측정한 결과, 양 사료 간에 뚜렷한 차이점은 나타나지 않았다. 넙치 치어를 입식하기 전에 종묘 생산장에서는 기형어나 성장이 늦은 개체는 1차적으로 분류하는 작업이 이루어지고 있으며, 양성 과정 중에서도 빠른 성장을 보이는 개체와 성장이 늦은 개체를 지속적으로 선별하여 별도로 관리하는 만큼, EP사료와 MP사료 공급의 차이가 넙치의 성장(체중)에 영향을 줄 가능성은 존재하겠으나, 체형의 변화에는 크게 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 본 연구에 사용된 양식장별 넙치의 경우, 각각의 양식장별로 입식된 치어들의 생산지, 생산 일시, 사육 기간, 입식 시기, 입식량 및 입식 시의 치어 크기 등 다양한 이력사항은 명확히 파악되지 않았으며, 양성기간 동안의 사료공급량, 기타 병적 증상에 대한 특이 사항 또한 확인하기 어려웠기 때문에 EP사료와 MP사료 공급이 넙치의 성장에 미치는 영향에 대해서 명확하게 판단하기는 어려울 것으로 보인다. 그러나 이 등(1995)은 100% 생사료, 생사료와 분말 배합사료를 1:1, 4:1 배합한 MP사료를 11개월 동안 조피볼락 치어에 공급하면서 사료 효율을 관찰한 결과, 분말 배합사료를 공급한 실험구가 100% 생사료를 공급한 실험구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으나, 증중량과 성장률 측면에서는 실험구별로 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 이 등(1995)의 연구결과와 본 연구를 비교해 본 결과, EP사료와 MP사료 사이에서 어류의 성장에는 큰 차이가 나타나지 않을 것이라고 간접적으로 예상할 수 있었다.

어류 근육(생선회)의 씹히는 맛 즉, 단단함(toughness)은 어중에 따라서 혹은 어류 육질내의 신선도 및 조리 후의 저장 조건 등 다양한 요인에 따라서 달라질 수 있다. 최근의 연구 결과에 의하면 결합조직의 collagen의 함량 및 분포 형태가 육질의 단단함에

값이 관여하고 있음이 밝혀져 있다(강 등, 2007). 즉, collagen의 함량이 높은 어육일수록 육질이 단단하다는 사실이 관능검사 및 물성 측정으로 밝혀졌으며, 육질이 단단한 어종일수록 고급횡감으로 취급되고 있으며(강 등, 2007), 어육의 단단함은 생선회의 맛에 직결되기 때문에 이와 관련된 연구가 지속적으로 진행되고 있다(Tachibana et al., 1998; Yasuda, 1988; 조 등, 1995; 1997; 김, 1998; 심 등, 2003). 어육의 단단함은 background toughness(어종에 따른 고유의 단단함)와 actomyosin toughness(근육의 수축에 의한 단단함)로 나눌 수 있다. Background toughness는 근육에 존재하는 결합조직에서 기인하는데, 결합조직은 세포내막 및 세포주막이며 그 주성분은 collagen이다. 세포와 세포는 주로 이 collagen으로 구성된 세포의 matrix라고 불리는 구조로 접착되어 있다. 따라서 생선회 특유의 본질(단단함)은 근원섬유 자체가 아니고 세포의 matrix의 강도로 인한 것임을 시사하고 있다. 한편, actomyosin toughness는 사후에 ATP의 분해와 함께 일어나는 myosin과 actin의 결합에 의한 actomyosin 복합체의 형성으로, 근원섬유의 근절이 짧아짐으로 인해 발생하는 육질의 단단하게 되는 현상의 증가로서 나타나게 된다(심 등, 2003).

본 연구에서는 EP사료를 공급한 양식장의 넙치 육질의 파괴강도가 MP사료를 공급한 양식장의 넙치에 비하여 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 김 등(2010)은 배합사료 및 생사료를 각각 공급하면서 사육된 넙치 근육의 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 겔 강도(gel strength), 탄력성(springiness)을 측정한 결과, 배합사료를 공급한 넙치가 생사료를 공급한 넙치에 비하여 높은 값을 나타내었으나, 유의적인 차이는 없었다고 보고하였다. 또한, 김 등(2007)도 배합사료로 13개월간 사육된 넙치의 육질에서 경도, 탄력성, 응집성을 측정하여 배합사료의 효율성에 대하여 보고한 바 있는데, 그 연구 결과에서도 EP사료를 공급한 넙치가 MP사료를 공급한 넙치에 비하여 파괴강도가 높게 나타났다. 따라서 EP사료 공급과 육질의 단단함과의 관련성에 대해서는 앞으로 근육조직 측면을 포함한 다양한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

전 어체의 일반 성분 중, 수분 함량에서는 EP사료를 공급한 넙치가 MP사료를 공급한 넙치에 비하여 평균적으로 낮은 값이 나타났으며, 조지방에서는 EP사료를 공급한 넙치에서 높은 값이 나타났다. 김 등(2010)은 배합사료와 생사료를 각각 공급한 넙치의 전 어

체를 대상으로 수분과 조지질 함량의 차이를 분석한 결과, 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 등근육의 조지질 함량에서는 넙치가 성장함에 따라 유의적으로 감소되는 경향을 보인다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 넙치 성장단계별 사료내의 지질 함량에 따라 근육내 지질 축적과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고하였다(김 등, 2010). 김 등(2006)은 양식산 넙치가 자연산에 비해 조지질 함량이 높은 반면에, 수분 함량이 낮은 이유로 먹이 식성과 운동량에 기인한다고 보고하였다. 또한, 김 등(2007)도 배합사료를 장기간 공급한 넙치를 대상으로 실험한 결과에서 조지방 함량이 높을수록 수분 함량은 낮게 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서도 이러한 기존의 연구결과와 유사한 경향을 나타내고 있으나, 수분 함량은 낮고 지질 함량이 높은 EP사료와 수분 함량은 높고, 지질 함량이 낮은 MP사료의 특성 상, 넙치체내에서의 지질 함량과 수분 함량에서는 미비하게나마 차이를 보이고 있는 것으로 판단된다.

EP사료와 MP사료를 공급한 넙치의 혈액성상을 분석한 결과, EP사료 공급 넙치에서 Hct가 높게 나타나는 경향을 확인할 수 있었으나, EP사료와 MP사료 공급 넙치 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 넙치의 혈액성상 중, RBC에서도 Hct와 유사한 경향이 나타났으며, 양 사료 공급구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 어류의 혈액 분석은 어류의 영양 상태, 건강 상태 및 스트레스 정도를 파악하기 위한 방법으로 널리 이용되어 왔으나, 사료내의 필수 영양소의 결핍에 따라 혈액 성상이 변화하는 것은 물론 서식 환경 및 성장함에 따라 혈액 성상이 변화하는 것으로 보고되어 있다(차 등, 2007; 조 등, 2009). 특히, Hct와 RBC 등은 혈구와 헤모글로빈의 체내 활동량을 파악할 수 있는 지표로서, 어류에 공급되는 산소량과 직접적인 관련이 있는 만큼 어류의 빈혈 등 질병을 포함한 건강 상태를 판단하는데 활용되기도 한다(오 등, 2007). 본 연구에서는 MP사료와 EP사료 공급으로 인한 넙치의 Hct와 RBC의 차이에 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 반면, 넙치 양식장별로는 혈액성상의 차이가 나타나는데, 이는 넙치의 사육 조건이나 환경 조건의 차이에 기인한 것이라고 추측된다.

EP사료와 MP사료를 공급한 양식장 넙치의 간 내 지방산 조성에서는 EP사료를 공급한 넙치의 경우, 포화지방산은 낮고 다가불포화지방산의 함량은 높게 나타났다. 김 등(2010)은 넙치에 배합사료와 생사료를 공급하면서 장기간 사육한 결과 EP 사료로 사육된

넙치의 전 어체와 등근육의 포화지방산이 MP사료를 공급한 넙치에 비하여 낮았으며, 다가불포화지방산의 함량은 높은 것으로 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 사료의 지방산 조성에 따라 전 어체의 지방산 조성에 변화를 가져올 수 있으나(Morishta et al, 1989), 이러한 간 내 지방산의 함량의 차이는 계절별로 성분별 함량이 크게 변하기 때문에 불안정한 영양성분을 갖춘 생사료에 비하여 안정적이며 지속적으로 일정량의 지질 공급이 가능한 배합사료 공급의 차이에서 기인한 것으로 판단된다. 또한, 고도불포화지방산 인위적인 첨가로 인하여 이와 같은 차이가 발생되었을 가능성도 있는 것으로 판단된다. 간 내 콜레스테롤함량의 경우, EP사료를 공급한 넙치의 콜레스테롤이 MP사료를 공급 넙치에 비하여 낮은 것으로 분석되었는데, 이는 고도불포화지방산의 첨가에 의한 영향으로 판단된다.

상기 결과를 종합해 볼 때, EP(배합사료)를 공급한 넙치가 MP(생사료)를 공급한 넙치에 비하여 우수한 품질을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 체계적인 관리 하에서 EP(배합사료)를 공급하면서 넙치를 양식한다면, MP(생사료)를 공급한 넙치에 비하여 높은 품질 향상을 기대 할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 실험실내에서의 연구 결과가 아닌 실질적인 넙치양식 현장에서 이루어진 연구 결과(정보)를 바탕으로 작성된 본 논문이 EP(배합사료) 및 MP(생사료) 양식에 대한 고정관념을 탈피할 수 있는 계기로 작용하여 양식산 어류에 대한 인식제고가 이루어질 수 있을 것으로 기대한다.

배합사료(Extruded pellet)와 생사료(Moist pellet)로 장기 사육된 넙치의 육질 및 체성분 비교

김 형 백

한국해양대학교 해양관리기술대학원
해양환경·생물공학기술전공
(지도교수 : 최철영)

(요약문)

본 연구는 부산광역시 기장군 지역 및 경상북도 지역 양식장에서 EP(배합사료)와 MP(생사료)를 각각 공급하면서 사육한 실험구의 넙치 간에 상품성의 차이가 존재하는가를 확인하기 위하여 실시되었다. EP사료와 MP사료를 각각 공급한 실험구 넙치의 체중 및 체장을 측정된 결과, 사료별 실험구 간에는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 실험구별 넙치의 육질 파괴 강도와 수분 함량의 경우, EP사료와 MP사료 실험구별로 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 조지방 함량 역시 사료별 실험구 간에는 차이점을 보이지 않았다. 또한, EP사료와 MP사료 공급 실험구별 넙치에서 hematocrit (Hct)와 red blood cell (RBC)를 분석한 결과, 사료별 실험구 간에는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 그러나 EP사료와 MP사료 실험구별 넙치의 간 조직에서 지방산과 콜레스테롤 함량을 분석한 결과, EP사료를 공급한 실험구의 넙치가 MP사료를 공급한 실험구의 넙치에 비하여 낮게 나타났다.

상기의 결과를 종합해 볼 때, EP사료를 공급한 실험구의 넙치와 MP사료를 공급한 실험구의 넙치를 비교한 결과, 모든 측정 항목에서 거의 유사한 결과 값이 나타났다. 그러나 넙치의 간 조직 내의 지방산과 콜레스테롤 함량 면에서는 EP사료를 공급한 실험구의 넙치가 MP사료를 공급한 실험구의 넙치에 비하여 우수한 결과가 나타났다.

참고문헌

- Alam, M.S., Teshima, S.I., Kosiho, S., Ishikawa, M., 2002. Arginine requirement of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* estimated by growth and biochemical parameters. *Aquaculture*, 205, 127-140.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1984. Official methods of analysis, 16th edition. AOAC International, Arlington, Virginia.
- Azzaydi, M., Martines, F.J., Zamora, S., Sanchez-Valzquez, F.J., Madrid, J.A., 2000. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding condition under winter condition on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). *Aquaculture*, 182, 329-338.
- Bergström, B.I., 2000. The biology of *Pandalus*. *Adv. Mar. Biol.* 38, 55-245.
- Lim, C., Yildirim-Aksoy, M., Li, M.H., Welker, T.L., Klesius, P., 2009. Influence of dietary levels of lipid and vitamin E on growth and resistance of Nile tilapia to *Streptococcus iniae* challenge. *Aquaculture*, 298, 76-82.
- Cho, S.H., Lee, S.-M., Lee, J.H., 2005. Effect of the extruded pellets and raw fish-based moisture pellet on growth and body composition of flounder, *Paralichthys olivaceus L.* for 10 months. *J. Aquaculture*, 18, 60-65.
- Cho, S.H., Lee, S.-M., Lee, J.H., 2005. Effects of the extruded pellets and raw fish-based moist pellet on growth and body composition of flounder, *Parlichthys olivaceus* for 10 months. *Aquaculture*, 18, 60-65.
- Wood, C.M., Bucking C., 2010. The role of feeding in salt and water balance. *Fish Physiol.* 30, 165-212.
- Mylonas, C.C., Papandroulakis, N., Smoboukis, A., Papadaki, M., Divanach, P., 2004. Induction of spawning of cultured greater amberjack (*Seriola dumerili*) using GnRHa implants. *Aquaculture*, 237, 141-154.

- Deng, D-F., Dominy W., Ju, Z.Y., Koshio, S., Murashige, R., Wilson, R., Wilson, P., 2010. Dietary lysine requirement of juvenile Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*). *Aquaculture*, 308, 44-48.
- Doughty, C.R. Mcphall., C.D., 1995. Monitoring the environmental impacts and consent compliance of freshwater fish farms. *Aquaculture Res.*, 26, 557-565.
- Duncan, D.B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Deng, I., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Wang, X., Xu, W., Liufu, Z., 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 258, 503-513.
- Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations, 2003. FISHSTAT plus.
- Hemre, G-I., Deng, D-F., Wilson, R.P., Berntssen, M.H.G., 2004. Vitamin A metabolism and early biological responses in juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) fed graded levels of vitamin A. *Aquaculture*, 235, 645-658.
- Hardy, R.W., W.T. Fairgrieve and T.W. Scott, 1993. Periodic feeding of low-phosphorus diet and phosphorus retention in rainbow trout. In: Kaushik, S. J.& P. Luquet (eda.). *Fish Nutrition in Practice*. INRA Press, paris, 403-412.
- Hatae, K., Lee, K.H., Tsuchiya, T., Shimada, A., 1989. Textual properties of cultured and wild fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 363-368.
- Kristiansen, H.R., Rankin, J.C., 2001. Discrimination between endogenous and exogenous water sources in juvenile rainbow trout fed extruded dry feed. *Aquat. Living Resour.*, 14, 359-366.
- Kikuchi, K., Furuta, T., Honda, H., 1997. Use of Meat and Bone Meal as a protein source in the diet of juvenile japanese flounder. *Fish. Sci.*, 63, 29-32.

- Kim, H.Y., Shin, J.W., Park, H.O., Choi, S.H., Jang, Y.M., Lee, S.O., 2000. Comparison of taste compounds of red sea bream, rockfish and flounders differing in the localities and growing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 550-563.
- Kim, K.-D., Lee, S.-M., 2004. Requirement of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids for juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 229, 315-323.
- Kim, K.-D., Kim, K.-M., Kim, K.-W., Kang, Y.J., Lee, S.-M., 2006b. Influence of lipid level and supplemental lecithin in diet on growth, feed utilization and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*) in suboptimal water temperatures. *Aquaculture*, 251, 484-490.
- Kim, K.-D., Lee, S.-M., Park, H.G., Bai, S.C., Lee, Y.-H., 2002. Essentiality of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids in juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J. World Aquacult. Soc.*, 33, 432-440.
- Kim, K.-D., Kang, Y.J., Lee, H.Y., Kim, K.-W., Kim, K.-M., Lee, S.-M., 2006a. Evaluation of extruded pellets as a growing diet for adult flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquaculture*, 19, 173-177.
- Kim, K.-D., Kang, Y.J., Lee, J.Y., Nam, M.-M., Kim, K.-W., Jang, M.-S., Lee, S.-M., 2008. Evaluation of extruded pellets and raw fish-based moist pellet for growth of sub-adult flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquaculture*, 21, 102-106.
- Kim, K.-D., Kang, Y.J., Lee, J.Y., Nam, M.-M., Kim, K.-W., Jang, M.-S., Lee, S.-M., 2008. Evaluation of extruded pellets and raw fish-based moist pellet for growth of sub-adult flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquaculture*, 21, 102-106.
- Kim, K.-W., Wang, X.J., Bai, S.C., 2002. Reevaluation of the Dietary Protein Requirement of Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquacult. Res.*, 33, 673-679.

- Kim, K.-W., Kang, Y.J., Lee, H.Y., Kim, K.-D., Choi, S.-M., Bai, S.C., Park, H.S., 2006. Commercial scale evaluation of practical extruded pellet feed for the olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) J. Korean Fish. Soc., 39, 100-105.
- Kim, K.-W., Kang, Y.J., Lee, H.Y., Kim, K.-D., Choi, S.-M., Bai, S.C., Park, H.S., 2006. Commercial scale evaluation of practical extruded pellet feed for the olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. Korean Fish. Soc., 39, 100-105.
- Kim, K.-W., Kang, Y.J., Kim, K.-M., Lee, H.Y., Kim, K.-D., Bai, S.C., 2005b. Long-term evaluation of extruded pellet diets compared to raw fish moist pellet diet for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Aquaculture, 18, 225-230.
- Kim, K.-W., Kang, Y.J., Choi, S.-M., Wang, X.J., Choi, Y.H., Bai, S.C., Jo, J.Y., Lee, J.Y., 2005a, Optimum dietary protein levels and protein to energy ratios in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. World Aquacult. Res., 36, 165-178
- Kim, Y.-S., Kim, B.-S., Moon, T.-S., Lee, S.-M., 2000. Utilization of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in the diet of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. Korean Fish. Soc., 33, 469-474.
- Kora, H., Osato, S., Miyata, K., Wu, Z., Tashibana, K., Tsushimoto, M., 1995. Changes in amounts of fat, water, protein and ash in while body of culture red sea bream, with growth and comparision with wild sea bream, Nippon Suisan Gakkaishi, 61, 211-216.
- Lee S.-M., Seo, J.Y., Choi, K.-H., Kim, K.-D., 2008. Apparent amino acid and energy digestibilities of common feed ingredients for flounder *Paralichthys olivaceus*. J. Aquaculture, 21, 89-95.
- Lee, K.H., Lee, Y.S., 1997. Muscle quality of cultured olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Korean J. Soc. Food Sci., 13, 448-452.
- Lee, K.H., Lee, Y.S., 2001. Changes of nucleotides and their related compounds in

- cultured and wild red sea bream and flounder muscle. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 17, 517-522.
- Lee, K.H., Lee, Y.S., 2003. The effect of lipid and collagen content, drip volume on the muscle hardness of cultured and wild red sea bream (*Pagrosomus auratus*) and flounder (*Paralichthys olivaceus*). Korean J. Soc. Food Sci., 16, 352-357.
- Lee, K.H., Lee, Y.S., Kim, J.H., Kim, D.S., 1998. Utilization of obosan (Dietary herbs) II. Muscle quality of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* fed with diet containing obosan. Korean J. Aquaculture, 11, 319-325.
- Lee, M.H., Chang, H.K., Yoo, Y.J., 2005. Effect of the millet and waxy millet on properties of white layer cake. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr., 34, 395-402.
- Lee, S.-M., Seo, J.Y., Lee, Y.-W., Kim, K.-D., Lee, J.H., Jang, H.-S., 2005. Evaluation of experimental extruded pellet, commercial pellet and raw fish-based moist pellet for growing flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Aquaculture, 18, 287-297.
- Lee, S.-M., Cho, S.H., Kim, K.-D., 2000. Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. J. World Aquacult. Soc., 31, 306-315.
- Lee, S.-M., Hwang, U.-G., Cho, S.H., 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 187, 399-409.
- Lee, S.-M., Kim, K.-D., 2005. Effect of various levels of lipid exchanged with dextrin at different protein level in diet on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquacult. Nutr., 11, 1-8.
- Grosell, M., Blanchard, J., Brix, K.V., Gerdes, R., 2007. Physiology is pivotal for interactions between salinity and acute copper toxicity to fish and invertebrates. Aquat. Toxicol., 84, 162-172.
- Ohta, S., 1976. Food seasoning. pp. 146-187, Saiwaisyobow, Tokyo, Japan.

- Park, B.H., Park, S.H., Jo, J.S., 2003. A study on the organoleptic characteristics and changes in freshness of cultivated and wild *Paralichthys olivaceus* during storage. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 19, 72-78.
- Park, S.-U., Kwon, M.G., Lee, Y.-H., Kim, K.-D., Shin, I.-S., Lee, S.-M., 2003. Effects of supplemental *Undaria*, oboasan and wasabi in the experimental diets on growth, body composition, blood chemistry and non-specific immune response of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Aquaculture, 16, 210-215.
- Peres, H., Oliva-Teles, A., 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juvenile (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 179, 325-334.
- Seo, J.Y., J.H. Lee, G.U. Kim and S.-M. Lee. 2005. Effect of extruded and moist pellets at different feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. J. Aquaculture, 18, 26-30.
- Shou, H., 1969. Food component and taste. J. of Food Industry of Japan, 16, 83-87.
- Chatzifotis, S., Polemitou, I., Divanach, P., Antonopoulou, E., 2008. Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and bile salt activated lipase activity of common dentex, *Dentex dentex*, fed a fish meal/soy protein concentrate-based diet. Aquaculture, 275, 201-208.
- Haugen, T., Kiessling, A., Olsen, R.E., Rørå, M.B., Slinde, E., Nortvedt, R., 2006. Seasonal variations in muscle growth dynamics and selected quality attributes in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed dietary lipids containing soybean and/or herring oil under different rearing regimes. Aquaculture, 261, 565-579.
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Baeverfjord, G., Nielsen, B.G., Åsgård, T., Scott, T., De Laporte, A., 2000. Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in

- Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. *Aquaculture*, 184, 115-132.
- Watanabe, T., Vassallo-Agius, R., 2003. Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. *Aquaculture*, 227, 35-61
- Tsevis, N., Klaoudatos, S., Conides, A., 1992. Food conversion budget in sea bass *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns. *Aquaculture*, 101, 293-304.
- Kumar, V., Makkar, H.P.S., Amselgruber, W., Becker, K., 2010. Physiological, haematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal. *Food Chem. Toxicol.*, 48, 2063-2072.
- 김강웅, 강용진, 김경덕, 손맹현, 최세민, 배승철, 이경준, 2009. 제주도 넙치 양식현장에서 배합사료 성장 평가. *한국수산과학회 제42권*, 604-608.
- 김강웅, 강용진, 김경덕, 최세민, 이종윤, 이해영, 배승철, 2007. 배합사료로 장기간 사육된 넙치의 육질평가. *한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지*, 제20권, 51-55.
- 김강웅, 강용진, 김경덕, 최세민, 이종윤, 이해영, 배승철, 2007. 배합사료로 장기간 사육된 넙치의 육질평가, *한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지*, 제20권, 51-55.
- 김강웅, 강용진, 김경민, 이해영, 김경덕, 배승철, 2005. 넙치 미성어 건조 배합사료 및 습사료의 장기사육 평가. *한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지*, 제18권, 225-230.
- 김강웅, 허셋별, 김경덕, 손맹현, 김신권, 박민우, 배승철, 2009. 넙치 치어의 품질향상된 배합사료 개발을 위한 효과시험. *한국수산해양교육학회, 수산해양교육연구*, 제46호, 562-567.
- 김경덕, 강용진, 이해영, 김강웅, 김경민, 이상민, 2006. 넙치 성어기 배합사료 및 생사료의 사육효과 비교. *한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지*, 제19권, 173-177.
- 김경덕, 강용진, 이해영, 김강웅, 김경민, 이상민, 2006. 넙치 성어기 배합사료 및 생사

- 료의 사육효과 비교, 한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지, 제19권, 173-177.
- 김경덕, 강용진, 이해영, 김강웅, 장미순, 김신권, 송맹현, 2009. 단백질 및 지질함량이 다른 부상배합사료와 생사료의 넙치 사육효과 비교. 한국수산과학회, 제42권, 476-480.
- 김윤철, 2007. 자연산 및 양식산 활어의 식품학적 품질 및 안전성 비교 연구. 부경대학교
- 김경덕, 강용진, 이종윤, 남명모, 김강웅, 장미순, 이상민, 2008. 미성어기 넙치 사육을 위한 배합사료 및 습사료의 효과비교. 한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지, 제21권, 102-106.
- 서주영, 이종하, 김근엽, 이상민, 2005. 부상 건조사료(EP)와 습사료(MP)의 반복 및 제한 공급이 넙치 치어의 성장 및 체조성에 미치는 영향, 한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지, 제18권, 26-30
- 서주영, 이종하, 김근엽, 이상민, 2005. 부상 건조사료(EP)와 습사료(MP)의 반복 및 제한 공급이 넙치 치어의 성장 및 체조성에 미치는 영향. 한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지, 제18권, 26-30.
- 서주영, 최진, 이종하, 이상민, 2007. 넙치 육성용 배합사료 개발을 위한 현장 사육 실험. 한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지, 제20권, 75-147.
- 서주영, 최진, 이종하, 이상민, 2007. 넙치 육성용 배합사료 개발을 위한 현장 사육 실험. 한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지, 제20권, 114-120.
- 심길보, 이기봉, 김태진, 이근우, 김건배, 이인수, 조영재, 2003. 생선회의 육질향상에 미치는 저온 브라인 침지시간의 영향. 수산해양교육연구. 제15권, 1-10.
- 이종윤, 이상민, 전임기, 1995. 조피블락의 배합사료 개발을 위한 대조사료 효과; 생사료 및 moist pellet과의 비교. 한국양식학회지, 제8권, 261-269.
- 이상민, 서주영, 이용환, 김경덕, 이종하, 장현석, 2005. 넙치 육성용 실험 부상사료, 시판 부상사료 및 생사료의 사육효과 비교. 한국수산과학회 양식분과, 한국양식학회지, 제18권, 287-292.
- 장미순, 강용진, 김강웅, 김경덕, 이해영, 허셋별, 2009. 건조 배합사료로 사육한 양식

산 넙치의 어체 품질 평가 - 지방산 구성아미노산 조성 비교. 한국식품과학회, 제 41권, 42-49.

해양수산부, 2004. 양식산 활어의 신속, 정확한 품질판정 기술개발에 관한 연구.



감사의 글

대학 재학시절 우연한 기회로 넙치 양식을 알게 되어 양식업에 뛰어들게 됨으로서 처음 시작한 어류양식이 평생 직업이 되어, 어언 20년 이상을 하게 되었습니다.

얼마 후 그만 둘 수도 있을 넙치 양식업의 마지막 시점에 석사학위 논문을 작성할 수 있게 되어 사실 얼마나 다행이며 기쁘지 모르겠습니다.

학위과정을 진행함에 있어 중간 중간에 너무 힘들고 바쁘다는 핑계로 여러 번 포기하려고 했을 때 마다 끝까지 많은 조언과 관심으로 지도해 주신 최철영 지도교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 논문 심사과정에서 잘못된 부분을 세밀히 지적해주신 심사위원장이신 유진형 박사님께도 진심으로 감사드립니다. 사료와 양식부분에 관하여 여러 가지로 많은 조언과 함께 논문 심사과정에서 면밀한 검토와 조언을 아끼지 않으셨던 조성환 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

특히, 실험과 논문을 작성하는 동안 저의 부족한 부분을 채워 주신 박사과정에 계신 신현숙 선배님을 비롯한 실험실 선·후배님들께 진심으로 감사의 말씀드립니다.

경북지역 넙치 시료 채취에 배려해 주신 정연식 선배님께 감사드리며, 부산지역 M, Y 양어장 사장님께도 진심으로 감사의 말씀 올립니다.

마지막으로 저를 처음부터 늘 걱정해 주신 박영태 선배님과 박진호 후배님, 권기영 후배님 등 많은 선·후배님들 감사합니다.