



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](#)

수 산 학 석 사 학 위 논 문

배합사료와 생사료 공급이
쏘가리(*Siniperca scherzeri*)의 부화율과
성장에 미치는 영향



2016년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

수산생물학과

김 달 영

수 산 학 석 사 학 위 논 문

배합사료와 생사료 공급이
쏘가리(*Siniperca scherzeri*)의 부화율과
성장에 미치는 영향

지도교수 배 승 철

이 논문을 수산학 석사학위논문으로 제출함

2016년 2월

부경대학교 수산과학대학원

수산생물학과

김 달 영

김달영의 석사학위논문을 인준함

2016년 2월 26일



주심 농학 박사 김창훈 

위원 농학 박사 공승표 

위원 영양학 박사 배승철 

목 차

Abstract.....	i
I. 서 론.....	1
II. 재료 및 방법.....	4
1. 배합사료 순치 쏘가리의 인공부화 실험.....	4
가. 실험어의 사육관리.....	4
나. 사료공급.....	5
다. 실험사료의 성분 분석.....	6
라. 치어생산.....	6
마. 수정율과 부화율.....	7
바. 통계 분석.....	7
2. 쏘가리 육성어기 배합사료와 생사료의 성장 비교.....	8
가. 실험어와 사육관리.....	8
나. 실험수조와 사료공급.....	8
다. 성장도 조사.....	9
라. 체성분 분석.....	9
마. 통계분석.....	10
III. 결 과	11
1. 배합사료 순치 쏘가리의 인공부화 실험.....	11
가. 실험사료의 성분 분석.....	11
나. 치어생산	14
다. 수정율과 부화율.....	16
2. 육성어기 쏘가리 배합사료와 생사료의 성장 비교.....	20
가. 사육실험 결과.....	20
나. 어체성분 분석.....	24
IV. 고 찰.....	29
V. 요 약.....	32
VI. 감사의 글.....	34
VII. 참고 문헌.....	36

Effects of artificial diet and live fish on growth and hatching rates in mandarin fish, *Siniperca scherzeri*

Dal-Young Kim

Department of Fisheries Biology, Graduate School,

Pukyong National University,

busan 608-737, korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of artificial diet and live food diet on fertility, hatchability of eggs of broodstock mandarin fish and growth performance, feed utilization, whole body amino acids, whole body free amino acids and whole body fatty acids composition of growing mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. The first experiment was designed to compare artificial diet and live food diet as promoter on fertility and hatchability of eggs of broodstock mandarin fish for 10 months, Two groups (five fish / group) of fish with mean body weight of 892 ± 65.7 g (Mean $\pm$ SD) were fed artificial diet(eel commercial diet) and live food (carp fish fry) diets respectively. Fish were cultured in running water fish culture system and water

temperature was kept at $3.9\pm0.4^{\circ}\text{C}$ to $23.5\pm1.7^{\circ}\text{C}$. Average of fertility($74.5\pm4.7\%$) and hatchability($68.6\pm1.1\%$) of eggs for broodstock mandarin fish fed artificial diet were significantly ($p<0.05$) higher than those of fish fed live food diet (fertility; $57.3\pm4.4\%$, hatchability; $51.8\pm3.3\%$).

In the second experiment, the domestication effects of artificial diet were studied on growth, feed utilization, whole body amino acids, whole body free amino acids and whole body fatty acids composition of growing mandarin fish with an average body weight of $54.3\pm5.4\text{g}$ (Mean $\pm$ SD). Fish cultured in freshwater were randomly assigned to each of 4 tanks (two tanks per group, 20 fish/tank) and fed artificial diet or live food diet to apparent satiation every other day for 9 weeks. Average weight gain of fish fed artificial diet were significantly lower than those of fish fed live food diet ($p<0.05$). Average feed efficiency of fish fed artificial diet or live food diet were not significantly different ($p>0.05$). Average specific growth rate of fish fed artificial diet were significantly lower than those of fish fed live food diet ($p<0.05$). Fish fed artificial diet showed higher crude protein and crude ash levels of whole body proximate composition than did fish fed live food diet ($p<0.05$). Also, amino acids and free amino acids of whole body from fish fed artificial diet were significantly higher than those of fish fed live food diet ($p<0.05$). Fish fed artificial diet showed higher EPA (C20:5n3) and DHA (C22:6n3) of whole body than did fish fed live food diet ($p<0.05$). These results suggested that artificial diet could improve fertility and hatchability of eggs in broodstock, and improve growth performance, feed utilization and whole body composition in growing mandarin fish.

I. 서론

국내 내수면 어류의 연간 총 생산량은 2014년 현재 29,774톤에 이르고 있으며, 이 중 양식생산량은 20,757톤으로, 전체 생산량의 70%를 차지하고 있다(Table 1). 국내 내수면어류 중 쏘가리의 생산량은 107톤 내외로 대부분 어업을 통해 생산되고 있으며, 양식생산량은 전국적으로 1톤 내외로 2% 미만에 지나지 않고 있다(Table 2).

Table 1. Statistics for production of inland fishery for three years(2012 to 2014) *

	2012	2013	2014
Total	28,131	25,414	29,774
Fishery	10,221	7,179	9,017
Aquaculture	17,910	18,236	20,757

* Ministry of Oceans and Fisheries(<http://www.fips.go.kr/>)

Table 2. Statistics for production of mandarin fish for three years(2012 to 2014) *

	2012	2013	2014
Total	140	99	107
Fishery	139	98	106
Aquaculture	1	1	1

* Ministry of Oceans and Fisheries(<http://www.fips.go.kr/>)

쏘가리 속 (*Siniperca*) 어류는 한국, 중국 및 베트남에 분포하며 현재까지 9종이 알려져 있다 (Zhao *et al.*, 2006). 우리나라에는 한종의 쏘가리 (*Siniperca scherzeri*)가 분포하며 서·남해로 흐르는 대형 하천의 중상류에 자갈이 깔린 지역 중 수심이 깊은 곳에 주로 서식한다 (Cheng and Zheng, 1987; Kim and Kang, 1993). 그러나 최근 하천개보수, 오염증가 및 남획으로 하천의 중상류에서 대청호, 충주호, 춘천호, 소양호 등의 큰 댐을 중심으로 주로 서식지가 변화하고 있으며, 개체수도 급격하게 감소하고 있다 (Kim and Kang, 1993; Lee *et al.*, 1997).

쏘가리는 내수면 어종 중 기호도가 높은 식용어종 하나로써, 자원조성 및 국내 수요를 증대시키기 위한 연구가 이루어져 왔으나 (Kim *et al.*, 1988), 자·치어기의 적정 먹이생물 공급 문제와 배합사료에 의한 순치가 어렵고 물고기만을 먹는 육식어종 고유의 특성 때문에 양식 대상종으로서 충분한 가치를 인식하고 있음에도 불구하고 대량 생산이 이루어지지 않고 있다.

또한 배합사료에 순치된 쏘가리 친어로부터 획득한 수정란은 난질의 문제로 수정율과 부화율이 낮다고 양어가들에게 인식되고 있다.

현재까지 쏘가리 양식장에서 주로 사용하고 있는 먹이공급 방법은 부화 자어기 때부터 잉어 또는 붕어 등과 같은 내수면 어류의 부화자어를 먹이로 공급하여 3~4cm의 치어기까지 양성하고, 이 후에는 이들 내수면 어류, 예를 들어, 잉어, 붕어 등의 양식산 치어를 생으로 또는 냉동하여 공급하는 방법과 계절에 따라 자연에서 어획되는 어종, 즉 피라미와 같은 소형어류를 잡아서 먹이로 공급하는 방법을 주로 사용하여 왔으나, 이러한 양식 방법은 먹이생물 공급의 불안정 및 냉동보관에 따른 경영비 상승, 생사료의 산패에 따른 질병 발생, 배출수의 환경오염 등 여러 가지 문제점을 가지고 있어 쏘가리 양식의 발전을 위해서는 배합사료의 개발이 무엇보다도 필요한 실정이다.

그러나 쏘가리는 자연 상태에서 살아있는 어류를 포식하는 생태적인 특성을 가지고 있어 움직임이 없는 배합사료에 대해서는 섭식 활동이 극히 미약하여 배합사료에 대한 순치가 어려워 순치과정에서 대량 폐사가 발생한다. 따라서 쏘가리는 치어기부터 단기간에 배합사료로 순치하는 것은 어려움이 있으며, 쏘가리의 성장단계에 적합한 사료순치방법의 개발과 적정 영양요구량을 가진 배합사료의 개발이 필요하다. 이와 아울러 배합사료 순치개체들의 성장과 생식능력이 양식 대상종으로써 적합한 수준을 보유할 수 있는지에 관한 연구도 병행되어야 할 것이다.

따라서 본 연구는 일반적인 양식방법인 양식산 치어(잉어, 붕어)를 생사료를 공급하여 관리한 친어와 배합사료에 순치된 개체를 이용한 인공종묘 생산 시험을 통하여 난질과 종묘생산에 미치는 배합사료와 생사료의 영향을 조사하고, 육성어기의 쏘가리를 대상으로 배합사료와 생사료 성장효과를 비교하여 배합사료를 이용한 쏘가리의 양식 가능성을 타진하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 배합사료 순치 쏘가리의 인공부화 실험

가. 실험어의 사육관리

실험에 사용한 친어는 경기도해양수산자원연구소 사육동 PVC재질의 원형(φ 6m)수조에 암컷을 2개의 수조, 수컷집단 1개 수조에 분리하여 2012년부터 사육한 쏘가리를 사용하였다(Table 3).

Table 3. Rearing condition of adult mandarin fish

Type of Diets	sex	individuals
Live food diet (Live fish)	female	28
Live food diet (Live fish)	male	32
Artificial diet	female	35

사육기간 중 수온은 하천수를 사용하여 자연 수온에 의존하였으며, 사육수는 1일 4회전 유수식으로 관리하고 사료공급 후 남은 사료찌꺼기와 노폐물

제거를 위하여 1일 1회 20%의 사육수를 교환하였다. 사육기간 중의 수온변화는 Fig. 1에 나타내었다.

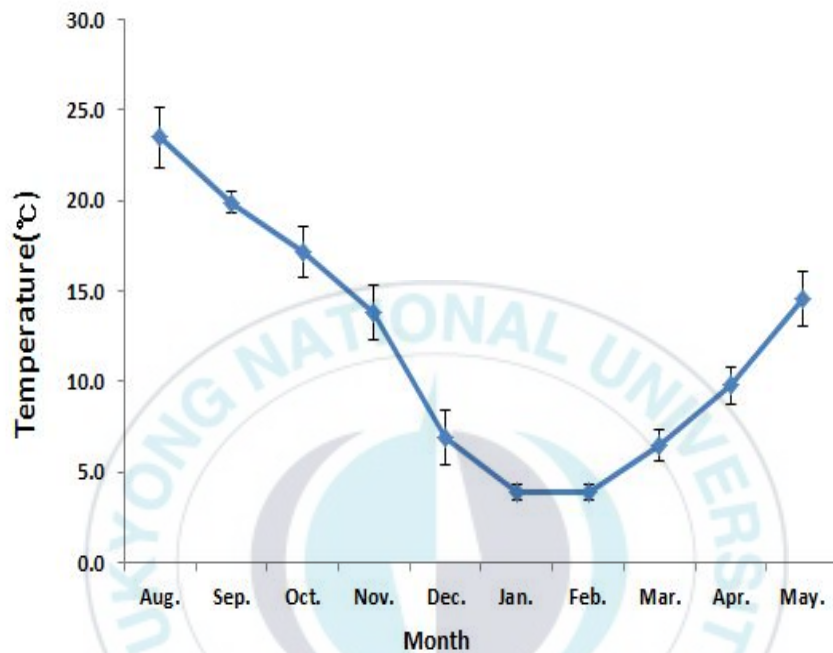


Fig. 1. Water temperature in rearing period

나. 사료공급

사육기간인 2012년 8월부터 2013년 5월까지 암컷 1개 수조, 수컷 1개 수조에는 붕어, 잉어의 치어를 먹이로 공급하였고, 다른 1개의 암컷수조에는 상업용 뱀장어 분말 사료(36185성만, Cargil Agri Purina, Inc.)를 물과 1:1의 비율로 반죽한 다음 5~10cm 길이의 막대모양으로 성형하여 1일 2회 (오전 8시, 오후 5시) 반복 공급하였다.

다. 실험사료의 성분 분석

실험어의 먹이로 사용한 붕어, 잉어 (이하 “생사료”)와, 뱀장어 반죽사료 (이하 “배합사료”)의 일반성분 (수분, 조회분, 조지방, 조단백질)을 분석하였다. 수분은 AOAC(1995) 방법에 따라 상압가열건조법(135℃, 2시간)으로 조회분은 직접회화법으로 분석하였으며, 조지방은 soxhlet 추출법(1043 Soxtec System HT, Japan)으로, 조단백질은 kjeldahl법(FOSS 2200 system, Japan)으로 분석하였다. 지방산은 GC-FID (thermo/USA) 기기를 이용하여 분석하였고, 구성아미노산은 Amino acid analyzer S433 (Sykam, Germany)을 이용하였다.

라. 치어생산

쏘가리의 치어생산 실험을 위하여 생사료를 공급한 실험수조 (이하 “생사료 공급구”) 암컷 5마리와, 배합사료를 공급한 실험수조 (이하 “배합사료 공급구”)의 암컷 5마리, 생사료를 공급한 실험수조의 수컷 10마리를 각각 선별하여 25±1℃의 수온으로 가온한 별도의 PVC수조(2m×0.8m×H0.3m)에 수용하였다. 수용 1일 후 생사료 공급구 암컷과 배합사료 공급구 암컷의 어체 중 Kg당 LHRH-a((luteinizing hormone-releasing hormone) 15μg + HCG(human chorionic gonadotropin) 3000IU를 등근육에 주사하였다. 30시간 후부터 1시간 간격으로 성숙상태를 관찰하며 암컷의 성숙정도에 따라 복부 압박법으로 채란하였다. 실험에 사용한 수컷은 자연 상태로 채정이 가능하여 인위적인 호르몬 처리는 하지 않았다. 채란된 알은 건식법으로 수정시켜 병부화기에 수용, 부화 시까지 관리하였으며 이때 수온 26±3℃를 유지하였다.

마. 수정율과 부화율

실험사료별 쏘가리의 수정율을 비교하기 위해 수정 48시간 후 발란기에 도달한 수정란을 각 실험 개체별로 0.5~1.0g을 병부화기로부터 채취하여 발란란을 계수하여 수정율을 산출하였으며, 부화율은 부화된 자어가 부화기로부터 수조 밖으로 이동한 후 최종적으로 부화기 내에서 폐사한 알을 수집, 알의 총무게를 측정하여 부화기 수용시의 전체 알의 무게에서 빼는 방식으로 계산하였다. 계산식은 아래와 같다.

$$\text{수정율 (\%)} = (\text{발란된 수정란 개수} / \text{샘플 난의 개수}) \times 100$$

$$\text{부화율 (\%)} = [(\text{채란된 난 수}^1 - \text{폐사된 난 수}^2) / (\text{채란된 난 수}^1)] \times 100$$

¹암컷 쏘가리 개체당 채란된 난 1g당 난의 개수×수득된 난의 무게(g)

²암컷 쏘가리 개체당 채란된 난 1g당 난의 개수×폐사된 난의 무게(g)

바. 통계 분석

실험사료에 대한 각 요인별 영향은 SPSS VER. 10.0 (Michigan Avenue, Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원분산분석 (One-way ANOVA)으로 분석하였다. 분석에 앞서 모든 자료의 분산균일성 (Homogeneity of variance)은 Cochran's test (Sokal and Rohlf, 1994)를 이용하여 확인하였다.

2. 쏘가리 육성어기 배합사료와 생사료의 성장 비교

가. 실험어와 사육관리

실험에 사용한 쏘가리는 경기도 양평군 소재 양어장에서 어체중 38~63g 사이인 개체를 구입하여 경기도해양수산자원연구소 PVC수조(φ 5m) 1개에 수용하여 3개월 동안 붕어 치어를 공급하면서 실험 시작 전까지 사육하였다. 사육수는 하천수를 사용하여 1일 5회전 사육수가 자연적으로 교환되도록 하였다. 또한 먹이를 공급한 뒤 사료 찌꺼기와 배설물 등을 제거하기 위해 1일 1회 20%의 사육수를 환수하였다.

나. 실험수조와 사료공급

실험어는 평균 어체중 $54.3 \pm 5.4\text{g}$ 인 개체로 선별하여 FRP수조(1.8m×1.8m×H0.8m) 4개에 각각 20마리씩 수용하였으며, 실험구는 상업용 뱀장어 분말사료를 공급한 실험구 (이하 “배합사료 공급구”)와 붕어(크기 4~5cm)를 공급한 실험구 (이하 “생사료 공급구”)로 나누어 2반복으로 배치하였다.

실험기간은 총 9주간(63일) 진행하였으며, 사료공급은 수조 수용 후 최초 2일간 절식하고 3일째부터 2일에 1회 반복 공급하였다. 배합사료는 뱀장어 분말사료를 물과 1:1비율로 혼합 반죽하여 3~4cm크기의 끝이 둥근 막대모양으로 성형하여 공급하고, 생사료는 크기 4~5cm인 붕어를 살아있는 그대로 공급하였다. 사료공급량은 공급 전 사료의 무게를 측정하고, 사료공급 후 수조

에 남은 사료를 모두 수거, 공급 전 사료무게에서 빼는 방식으로 조사하였다.

다. 성장도 조사

실험어의 성장도는 실험 시작일부터 3주 마다 전개체를 마취하여 체장과 어체중을 측정하는 방식으로 실험기간동안 총 4회 조사하였고, 사료섭취량 (feed intake), 개체별 증체량 (WG: weight gain), 사료효율 (FE: feed efficiency), 일간 성장률 (SGR: specific growth rate) 및 생존율 (SR: survival rate)을 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

- 1) Feed intake (g/Av. Wt/d) = (feed intake/((initial wt. + final wt.)/2) /experimental days.
- 2) Weight gain(g/fish) = (final wt. (g/fish) - initial wt. (g/fish)
- 3) Feed efficiency (%) = wet wt. gain (g)×100/feed intake (g, DM).
- 4) Specific growth rate (%) = (Ln final wt. (g)- Ln initial wt. (g)) /experimental days×100.
- 5) Survival rate (%) = survived fish/initial fish×100

라. 체성분 분석

배합사료와 생사료가 쏘가리의 체성분 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실험어의 일반성분을 분석하였다. 수분은 AOAC (1995)방법에 따라 상압가열건조법(135℃, 2시간)으로, 조회분은 직접회화법을 사용하였다. 조지방은 soxhlet 추출법 (1043 Soxtec System HT, Japan), 조단백질은 kjeldahl법 (FOSS 2200 system, Japan), 조섬유는 산, 알칼리 분해법을 이

용하여 분석하였다.

아미노산분석은 실험구별 어체 시료를 채취하여 분쇄한 후 추출과정을 거쳐 Amino acid analyzer S433 (Sykam, Germany)를 이용하여 분석하였으며, 유리아미노산 분석은 Amino acid analyzer S433 (Sykam, Germany)을 이용하였다. 지방산은 GC-FID (thermo/USA)를 이용하여 분석하였다

마. 통계분석

실험사료에 대한 각 요인별 영향은 SPSS VER. 10.0 (Michigan Avenue, Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원분산분석 (One-way ANOVA)으로 분석하였다. 분석에 앞서 모든 자료의 분산균일성 (Homogeneity of variance)은 Cochran's test (Sokal and Rohlf, 1994)를 이용하여 확인하였다.

Ⅲ. 결과

1. 배합사료 순치 쏘가리의 인공부화 실험

가. 실험사료의 성분 분석

실험어의 먹이로 사용한 배합사료와 생사료의 일반성분 분석결과는 Table 4에 나타내었고, 지방산, 구성아미노산 분석결과는 Table 5와 6에 각각 나타내었다.

Table 4. Proximate composition of the experimental diets(% of dry matter basis)¹

Nutrient contents	Diets	
	Artificial diet	Live food diet
Moisture (%)	4.41±0.04 ^b	69.27±0.27 ^a
Crude protein (%)	52.76±0.10 ^{ns}	54.78±0.19
Crude lipid (%)	5.48±0.02 ^b	27.35±0.18 ^a
Crude ash (%)	9.89±0.05 ^b	12.51±0.03 ^a

¹ Values are means from duplicate groups of fish where the means in each row with a different letters are significantly different (p<0.05)

² ns = no significant differences

실험사료의 일반성분 분석결과 조단백질은 생사료 $54.78 \pm 0.19\%$, 배합사료 $52.76 \pm 0.10\%$ 로 차이가 없었으며 ($p > 0.05$), 조지방은 생사료 $27.35 \pm 0.18\%$, 배합사료 $5.48 \pm 0.02\%$ 로 생사료가 배합사료보다 유의하게 높은 것으로 나타났고 ($p < 0.05$), 조회분은 생사료 $12.51 \pm 0.03\%$, 배합사료 $9.89 \pm 0.05\%$ 로 생사료가 배합사료보다 유의하게 높은 것으로 분석되었다 ($p < 0.05$).



Table 5. Fatty acids composition of whole body from fish fed the experimental diets¹

Fatty acid(%)	Diets	
	Artificial diet	Live food deit
C10:0	0.13	0.00
C11:0	0.15	0.29
C12:0	0.00	0.05
C14:0	6.19	4.06
C14:1	0.26	0.21
C15:0	0.71	0.55
C15:1	0.07	0.00
C16:0	21.97	20.24
C16:1	7.85	8.98
C17:0	0.50	0.34
C17:1	0.31	0.73
C18:0	5.15	3.48
C18:1n9c,1n9t	14.27	28.63
C18:2n9c	1.59	12.79
C18:3n6,9,12c	0.11	0.18
C18:3n9,12,15c	0.85	2.17
C20:1	3.94	2.54
C20:2	0.00	0.63
C20:3	0.00	0.15
C20:4	1.49	0.97
C20:5	11.26	4.69
C22:0	4.25	0.09
C22:1	0.13	0.00
C24:1n:15c	0.11	0.00
C22:6n3	18.71	8.23
Total	100	100

¹ Values are means from duplicate groups of fish

실험구별 어체의 지방산 분석결과 총중량 기준으로 Oleic acid (C₁₈:1n9c,1n9t)의 함량이 배합사료 14.27%, 생사료 28.63%로 생사료가 배합사료 보다 높았으며, Linoleic acid (C₁₈:2n9c) 함량이 배합사료공급구 1.59%, 생사료 공급구가 12.79%로 생사료 공급구의 어체가 매우 높은 함량을 보였다. 또한 고도불포화지방산인 EPA (C₂₀:5)의 함량은 배합사료 공급구 11.26%, 생사료 공급구 4.69%로 배합사료 공급구가 2배 이상 높게 나타났으며, DHA (C₂₂:6n3) 함량은 배합사료 18.71%, 생사료 8.23%로 EPA와 같은 경향을 보였다 (Table 5). 실험구별 어체의 아미노산 조성은 두 실험구간의 유사한 경향을 나타내었다 (Table 6).

Table 6. Amino acids composition of whole body from fish the experimental diets¹

Amino acid(%)	diets	
	Artificial diet	Live food diet
Aspartic Acid	5.47	4.94
Threonine.	2.58	2.09
Serine.	2.20	2.17
Glutamic acid	7.45	7.44
Proline	2.65	2.81
Glycine	3.40	3.94
Alanine	3.13	3.43
Valine	2.79	2.70
Isoleucine	2.38	2.38
Leucine	3.98	3.87
Tyrosine	1.60	1.34
Phenylalanine	2.10	2.04
Histidine	1.82	1.60
Lysine	4.55	3.91
Arginine	3.42	3.28
Total	49.53	47.93

¹ Values are means from duplicate groups of fish

나. 치어 생산

LHRH-a와 HCG를 이용한 쏘가리 암컷의 산란 유도에 결과는 Table 7과 Table 8에 각각 나타내었다.

Table 7. Egg production of female mandarin broodstock fish fed artificial diet

	Female mandarin broodstock fish					mean±S.D
	1	2	3	4	5	
Fish weight(g)	860	860	940	980	820	892±65.7
Fish length(cm)	37.0	38.0	38.5	39.0	37.5	38.0±0.8
Total egg weight(g)	72.2	70.5	78.9	78.4	67.2	73.4±0.51
Average weight of egg(g)	0.0050	0.0050	0.0055	0.0055	0.0049	0.0052
Diameter of egg(mm)	1.96	1.94	2.12	2.07	1.91	2.00±0.1
Number of egg taking	14,448	14,057	14,450	14,373	13,650	14,195±345
Egg collection rate(%)	8.39	8.19	8.39	8.00	8.19	8.23±0.16

배합사료 공급구 쏘가리 암컷의 평균 어체중은 892±65.7g이었고, 평균 체장은 38.0±0.8cm으로 나타났다. 개체별 채란한 알 무게는 67.2~78.9g의 범위였으며, 1g당 알의 수는 183~200개의 범위였다. 알 1개의 무게는 0.0049

~0.0055g의 범위로 조사되었고, 난경은 1.91~2.12mm로 나타났다. 개체별 채란량은 13,650~14,450개로 배합사료 공급구 암컷의 채란율은 8.00~8.39%였다.

Table 8. Egg production of female mandarin broodstock fish fed live food diet

	Female mandarin broodstock fish					mean±S.D
	1	2	3	4	5	
Fish weight(g)	840	940	980	880	860	900±58.3
Fish length(cm)	38.5	39.5	39.5	38.5	39.5	39.1±0.6
Total egg weight(g)	64.7	67.7	72.5	68.6	61.9	67.1±4
Average weight of egg(g)	0.0049	0.0054	0.0055	0.0051	0.0051	0.0052
Diameter of egg(mm)	1.78	1.98	2.01	1.84	1.87	1.90±0.1
Number of egg taking	13,173	12,588	13,223	13,453	12,240	12,935±503
Egg collection rate(%)	7.70	7.20	7.39	7.79	7.19	7.45±0.28

생사료 공급구 쏘가리 암컷의 평균 어체중은 900±58.3g 이였고, 평균 체장은 39.1±0.6cm로 나타났다.

개체별 채란한 알 무게는 61.9~72.5g의 범위였고, 1g당 알의 수는 182~204개로 나타났다. 알의 무게는 0.0049~0.0055g으로 조사되었으며, 난경은 1.78~2.01mm이었다. 개체별 채란량은 12,240~13,453개의 범위를 보였다. 생

사료 공급구 암컷의 채란율은 7.19~7.79%로 나타났다.

따라서, 배합사료 공급구와 생사료 공급구의 암컷으로부터 채란한 알의 크기(난경), 1개당 알의 무게에는 유의한 차이가 없었으며, 배합사료 공급구 암컷의 채란율은 평균 $8.23 \pm 0.16\%$ 로 $7.45 \pm 0.23\%$ 를 보인 생사료 공급구 암컷의 채란율보다 높은 결과를 보였다.

다. 수정율과 부화율

배합사료 공급구와 생사료 공급구의 수정율에 대한 결과는 Table 9와 Table 10에 나타내었다.

Table 9. Fertility of mandarin fish fed artificial diet

	Egg sampling	Eyed egg stage	Fertility(%) ¹
Female 1	133	94	70.7
Female 2	127	105	82.7
Female 3	109	78	71.6
Female 4	122	91	74.6
Female 5	138	101	73.2
mean±S.D	125.8±11.2	93.8±10.4	74.6±4.8

¹Fertility(%)=(Eyed egg stage / Egg sampling) × 100

배합사료 공급구 암컷의 평균 수정율이 $74.6 \pm 4.8\%$ (70.7~82.7%)를 나타낸 반면, 생사료 공급구 암컷의 평균 수정율은 $57.3 \pm 4.4\%$ (51.9~62.0%)로 배합사료 공급구에 비해 유의하게 낮은 결과를 보였다($p < 0.05$).

Table 10. Fertility of female broodstock fish fed live food diet

	Egg sampling	Eyed egg stage	Fertility(%) ¹
Female 1	106	55	51.9
Female 2	111	65	58.6
Female 3	142	88	62.0
Female 4	138	74	53.6
Female 5	134	81	60.4
mean±S.D	126.2±16.5	72.6±13.0	57.3±4.4

¹Fertility(%)=(Eyed egg stage / Egg sampling) × 100

배합사료 공급구와 생사료 공급구 각각의 쏘가리 암컷 5마리의 수정 후 부터 부화까지의 실험 결과는 Table 11과 Table 12에 나타내었다.

배합사료 공급구 암컷에서 채란한 알의 색깔은 유백색으로 발안기까지의 소요된 시간은 52 ± 2.8 시간(48~56시간)이었고, 부화개시 시간은 107.2 ± 3.3 시간(104~112시간)이었다. 대량 부화시기까지의 소요시간은 116.0 ± 2.6 시간(112~120시간)으로 나타났으며, 최종 부화까지 소요시간은 134.4 ± 2.2 시간(132~136시간)이었다. 최종 부화 후 폐사한 알의 무게는 23.1 ± 1.6 g으로 부화

자어의 수는 9,738±278마리였으며, 배합사료 공급구의 부화율은 평균 68.6±1.1%(67~70%)였다.

Tabel 11. Hatchability of broodstock female fish fed artificial diet

	Female					mean±S.D
	1	2	3	4	5	
Eyed stage(h)	52	48	56	52	52	52.0±2.8
initial hatching time(h)	104	104	108	108	112	107.2±3.3
Mass hatching time(h)	116	112	116	120	116	116.0±2.8
Final hatching time(h)	136	132	132	136	136	134.4±2.2
Weight of death egg(g)	23.8	21.2	24.5	24.3	21.5	23.1±1.6
Number of death egg	4768	4217	4479	4456	4368	4458±202
Number of final larva	9680	9840	9970	9918	9282	9738±278
Number of egg taking	14,448	14,057	14,450	14,373	13,650	14195±345
Hatchability(%) ²	67	70	69	69	68	68.6±1.1
Egg color	white	white	white	white	white	

$$^1\text{Hatchability(\%)} = \frac{[(\text{Number of egg taking} - \text{Number of death egg})]}{(\text{Number of egg taking})} \times 100$$

생사료 공급구 암컷에서 채란한 알의 색깔은 짙은 황색으로 배합사료 공급구보다 짙은 색을 띄었다. 발안기까지 소요된 시간은 52.8±3.3시간 (48~56시간)이었고, 부화 개시시간은 107.2±3.3시간(104~112시간)으로 나타났다. 대량 부화시기까지의 소요시간은 117.6±4.6시간(112~124시간)이었으며,

최종 부화까지 소요된 시간은 136.0 ± 4.0 시간(132~140시간)이었다. 최종 부화 후 폐사한 알 무게는 평균 32.3 ± 2.4 g으로 부화 자어의 수는 $6,695 \pm 407$ 마리로 생사료 공급구의 부화율은 $51.8 \pm 3.3\%$ (49~56%)로 배합사료 공급구의 부화율이 생사료 공급구의 부화율보다 유의하게 높은 결과를 보였다.

Table 12. Hatchability of broodstock female fish fed live food diet

	Female					mean $\pm$ S.D
	1	2	3	4	5	
eyed stage(h)	56	52	48	52	56	52.8 $\pm$ 3.3
initial hatching time(h)	104	108	104	112	108	107.2 $\pm$ 3.3
Mass hatching time(h)	116	120	112	124	116	117.6 $\pm$ 4.6
Final hatching time(h)	132	140	132	140	136	136.0 $\pm$ 4.0
Weight of death egg(g)	33.0	31.8	31.9	35.7	29.1	32.3 $\pm$ 2.4
Number of death egg	6718	5917	5818	6996	5753	6240 $\pm$ 575
Number of final larva	6455	6672	7405	6458	6487	6695 $\pm$ 407
Number of egg taking	13,173	12,588	13,223	13,453	12,240	12,935 $\pm$ 503
Hatchability(%) ¹	49	53	56	48	53	51.8 $\pm$ 3.3
egg color	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	

¹Hatchability(%) = [(Number of egg taking - Number of death egg) / Number of egg taking] $\times$ 100

2. 육성어기 쏘가리 배합사료와 생사료의 성장 비교

가. 사육실험 결과

육성어기 쏘가리의 배합사료구와 생사료 사육실험 결과는 Table 13에 나타내었다.

Table 13. Performance of mandarin fish fed the live food and artificial diets¹

	Diets	
	Artificial diet	Live food diet
Initial weight(g/fish)	54.3±0.8	54.3±0.3
Final weight(g/fish)	73.9±6.0	85.5±5.8
Weight gain(g/fish) ²	19.6±5.9 ^b	31.2±5.7 ^a
Survival rate(%)	52.5±3.5 ^{ns}	72.5±31.8
Feed intake(g/fish, DM)	28.0±5.0 ^b	48.8±6.9 ^a
Feed efficiency(%) ³	71.2±12.6 ^{ns}	64.6±9.1
Specific growth rate(%) ⁴	0.49±0.07 ^b	0.72±0.06 ^a

¹ Values are means from duplicate groups of fish where the means in each row with a different letters are significantly different (p<0.05)

² Weight gain(g/fish) = final wt.(g/fish)-initial wt.(g/fish)

³ Feed efficiency(%) = Fish wet wt. gain/Feed intake (dry matter)×100

⁴ Specific growth rate (%) = (Ln final wt. (g)- Ln initial wt. (g))/experimental days×100

⁵ ns = no significant differences

개체별 증체량(g/fish) 조사결과는 배합사료 공급구가 $19.6 \pm 5.9\text{g}$, 생사료 공급구가 $31.2 \pm 5.7\text{g}$ 으로 생사료 공급구가 배합사료 공급구보다 유의하게 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 실험구별 쏘가리의 생존율은 배합사료 공급구가 $52.5 \pm 3.5\%$, 생사료 공급구가 $72.5 \pm 31.8\%$ 로 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 사료공급량은 배합사료 공급구가 $28.0 \pm 5.0\text{g}$, 생사료 공급구가 $48.8 \pm 6.9\text{g}$ 으로 생사료 공급구가 배합사료 공급구보다 유의하게 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 사료효율은 배합사료 공급구가 $71.2 \pm 12.6\%$, 생사료 공급구가 $64.6 \pm 9.1\%$ 로 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 일간성장율은 배합사료 공급구가 $0.49 \pm 0.07\%$, 생사료 공급구가 $0.72 \pm 0.06\%$ 로 생사료 공급구가 배합사료 공급구보다 유의하게 높게 나타났다 ($p < 0.05$).

개체별 증체량, 생존율, 사료공급량, 사료효율, 일간성장율 Fig. 2, 3, 4, 5, 6에 각각 나타내었다.

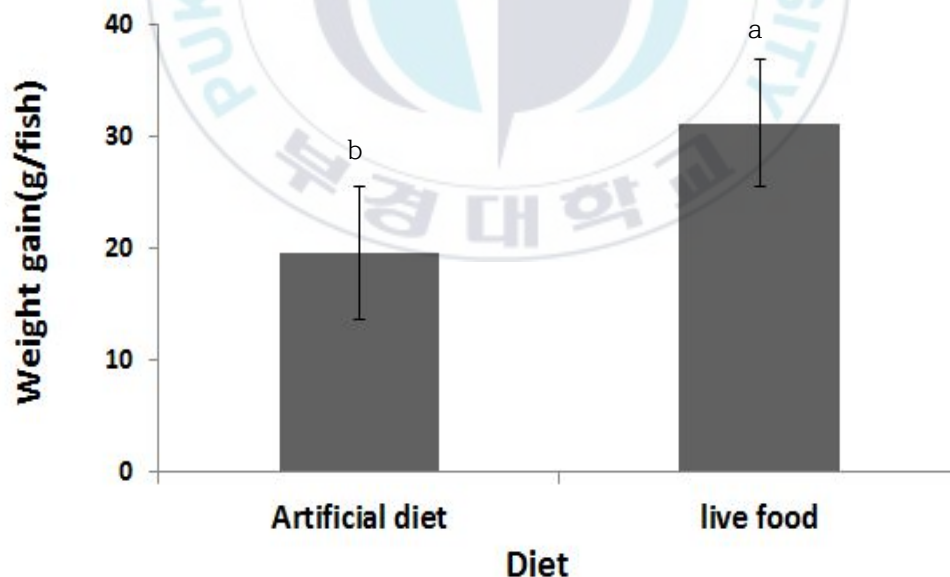


Fig. 2. Average weight gain(g/fish) of fish fed the experimental diets for 9 weeks

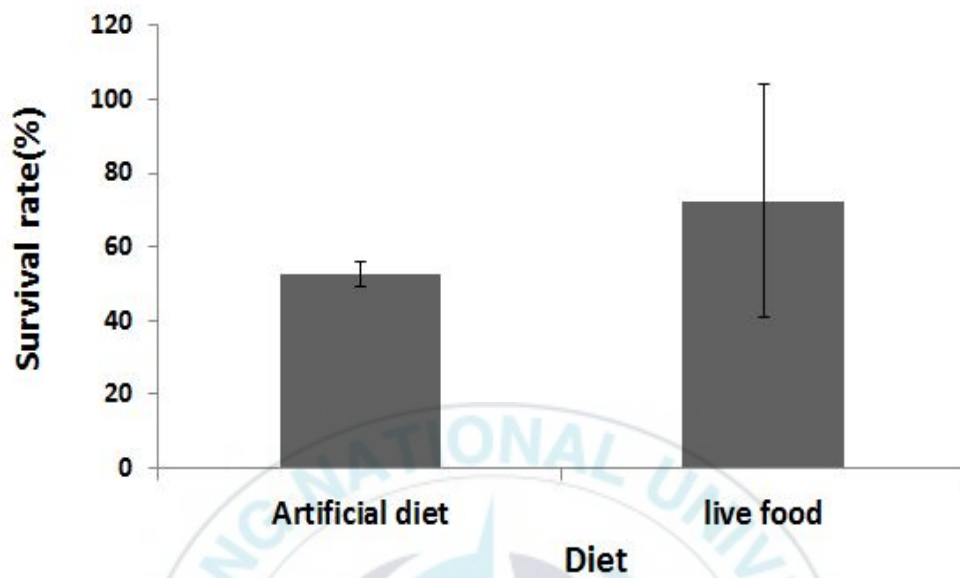


Fig. 3. Average survival rate of fish fed the experimental diets for 9 weeks

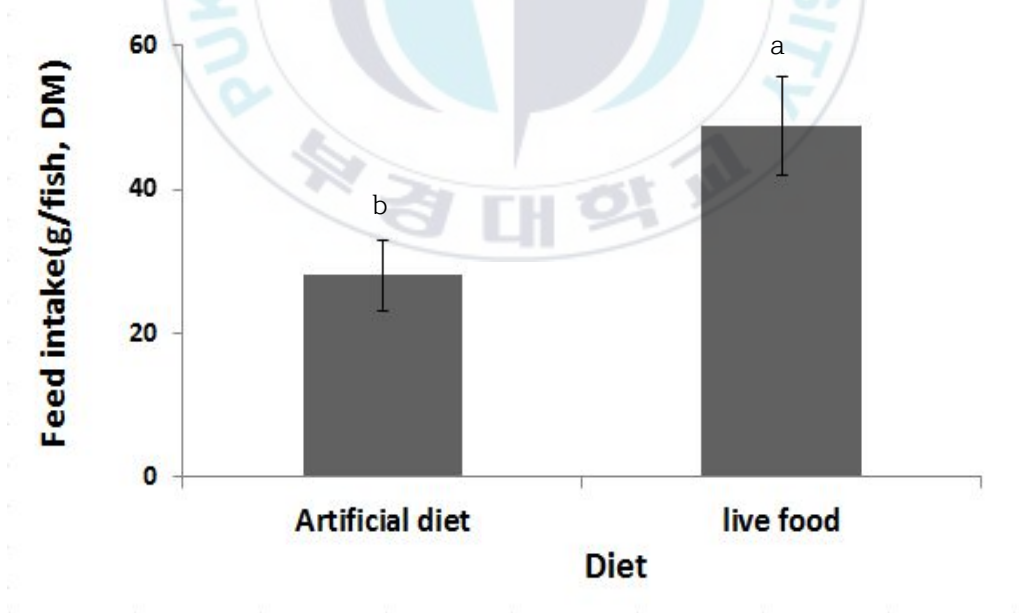


Fig. 4. Average Feed intake(g/fish, DM) of fish fed the experimental diets for 9 weeks

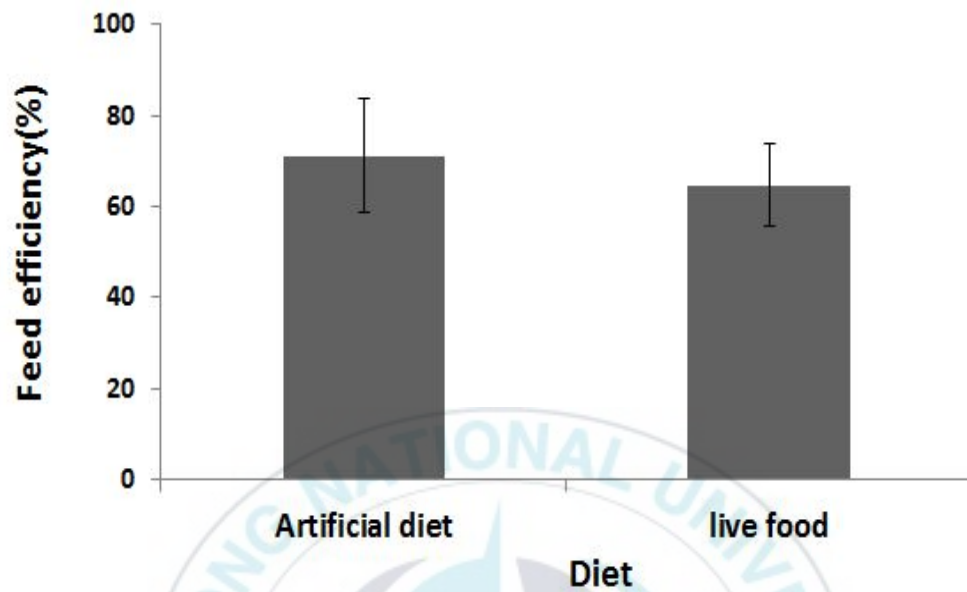


Fig. 5. Average feed efficiency of fish fed the experimental diets for 9 weeks

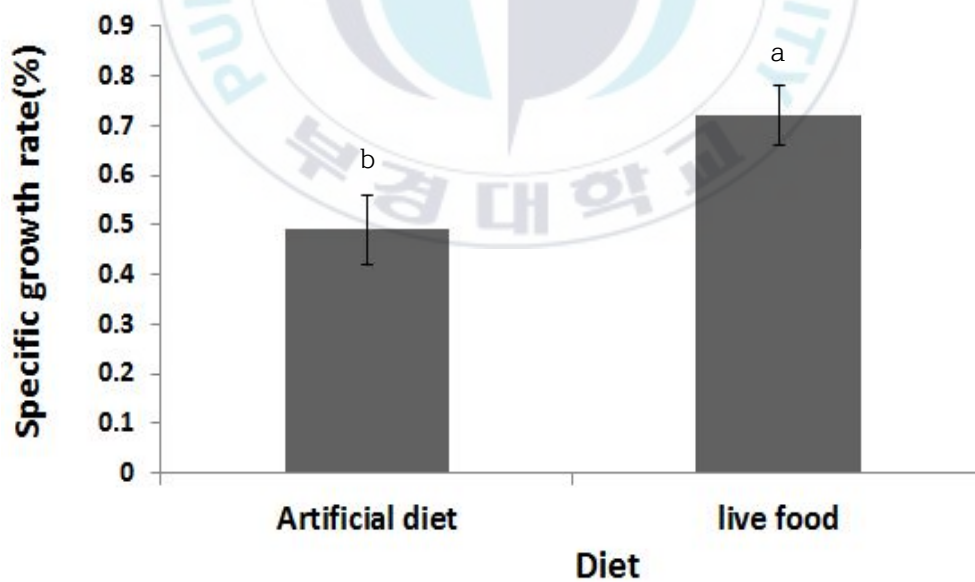


Fig. 6. Average specific growth rate of fish fed the experimental diets for 9 weeks

나. 체성분 분석

실험에 사용한 실험어의 일반성분 분석결과는 Table 14에 나타내었고 지방산과 구성아미노산, 유리아미노산 분석결과는 각각 Table 15, 16, 17에 나타내었다. 일반성분 분석결과 조단백질 함량은 배합사료 공급구가 $4.83 \pm 0.03\%$ 로 $4.37 \pm 0.02\%$ 를 보인 생사료 공급구에 비해 높은 결과를 보였으며($p < 0.05$), 실험 개시시와 비교하여도 배합사료 공급구의 단백질함량이 높아진 결과를 보였다. 반면에 조지방 함량은 생사료 공급구가 $6.69 \pm 0.01\%$ 로 $4.66 \pm 0.02\%$ 를 나타낸 배합사료 공급구보다 높은 결과를 보였으며($p < 0.05$), 실험 개시시에 비해서도 생사료 공급구의 조지방 함량이 높았다. 어체의 수분함량은 배합사료 공급구와 생사료 공급구가 유사한 결과를 보였다.

Table 14. Whole body proximate composition of growing mandarin fish fed two experimental diets for 9 weeks(% of as is basis).

Nutrient contents	Contain of moisture, as is basis ¹		
	Initial ²	Live food diet	Artificial diet
Moisture (%)	71.21 ± 0.12^{ns}	71.26 ± 0.25	71.50 ± 0.27
Crude protein (%)	4.52 ± 0.02^b	4.37 ± 0.02^c	4.83 ± 0.03^a
Crude lipid (%)	5.45 ± 0.00^b	6.69 ± 0.01^a	4.66 ± 0.02^c
Crude ash (%)	17.63 ± 0.02^b	17.55 ± 0.05^b	18.35 ± 0.05^a

¹ Values are means from duplicate groups of fish where the means in each row with a different letters are significantly different ($p < 0.05$)

² Initial body composition of fish

³ ns = no significant differences

Table 15. Fatty acid composition of mandarin fish fed two experimental diets for 9 weeks(% of as is basis).

Fatty acid	Contain of moisture, as is basis ¹		
	Initial ²	Live food diet	Artificial diet
C11:0	0.083	0.082	0.086
C12:0	0.244	0.104	0.147
C13:0	0.030	0.000	0.000
C14:0	5.809	4.685	5.645
C14:1	0.245	0.164	0.282
C15:0	0.958	0.622	0.655
C15:1	0.082	0.036	0.086
C16:0	23.527	20.208	21.657
C16:1	16.469	10.626	12.662
C17:0	0.545	0.312	0.345
C17:1	1.250	0.849	0.612
C18:0	4.585	3.913	3.915
C18:1n9t	23.891	28.209	27.482
C18:1n9c	7.477	10.931	6.008
C18:2n9t	0.053	0.000	0.110
C18:3n6,9,12c	0.418	0.212	0.294
C18:3n9,12,15c	3.251	1.739	1.261
C20:0	0.179	0.120	0.124
C20:1	0.995	2.660	2.827
C20:2	0.429	0.491	0.395
C20:3	0.359	0.303	0.239
C20:4	1.784	1.179	1.203
C21:0	0.247	0.176	0.136
C20:5	3.086	3.728	4.177
C22:0	0.000	0.251	0.000
C22:1	0.107	0.061	0.193
C22:2	0.147	0.309	0.224
C23:0	0.304	0.203	0.219
C24:0	0.000	0.000	0.000
C24:1n:15c	0.184	0.088	0.062
C22:6n3	3.261	7.741	8.954
Total	100	100	100

¹ Values are means from duplicate groups of fish

² Initial body composition of fish

실험어의 지방산 분석결과 배합사료 공급구의 고도불포화 지방산인 EPA(C20:5) 함량은 4.177%, DHA(C22:6n3) 함량은 8.954%로 생사료 공급구 보다 높게 나타났다.

Table 16. Whole body Amino acid composition of mandarin fish fed two experimental diets for 9 weeks(% of as is basis).

Amino acid	Contain of moisture, as is basis ¹		
	Initial ²	Live food diet	Artificial diet
Aspartic Acid	1.74	1.57	1.71
Threonine.	0.83	0.74	0.80
Serine.	0.79	0.71	0.77
Glutamic acid	2.68	2.41	2.61
Proline	0.85	0.86	0.98
Glycine	1.39	1.42	1.65
Alanine	1.22	1.13	1.26
Valine	0.91	0.82	0.87
Isoleucine	0.80	0.72	0.75
Leucine	1.34	1.20	1.28
Tyrosine	0.51	0.23	0.48
Phenylalanine	0.74	0.66	0.72
Histidine	0.53	0.48	0.51
Lysine	1.52	1.36	1.48
Arginine	1.16	1.08	1.19
Total	17.01	15.40	17.06

¹ Values are means from duplicate groups of fish

² Initial body composition of fish

Table 17. Whole body free amino acid composition of mandarin fish, fed two experimental diets for 9 weeks(% of as is basis).

Free amino acid	Contain of moisture, as is basis ¹		
	Initial ²	Live food diet	Artificial diet
Taurine	0.045	0.043	0.044
L-Aspartic acid	0.002	0.002	0.002
L-Threonine.	0.004	0.003	0.006
L-Serine.	0.002	0.002	0.003
Asparagine	0.039	0.038	0.035
L-Glutamic acid	0.003	0.003	0.003
L-Proline	0.003	0.003	0.002
L-Glycine	0.003	0.004	0.009
L-Alanine	0.010	0.007	0.009
L-Valine	0.002	0.001	0.001
L-Cystine	0.000	0.000	0.001
L-Isoleucine	0.001	0.001	0.001
L-Leucine	0.002	0.002	0.002
L-Tyrosine	0.001	0.001	0.001
L-Phenylalanine	0.001	0.001	0.001
L-Histidine	0.005	0.006	0.005
L-Ornithine	0.002	0.001	0.003
L-Lysine	0.003	0.004	0.007
Total	0.130	0.124	0.135

¹ Values are means from duplicate groups of fish

² Initial body composition of fish

각 실험구 실험구별 어체의 구성아미노산 및 유리아미노산 조성은 실험구 간의 유사한 경향을 보였다(Table 16, 17).

IV. 고 찰

어류 양식에서 양질의 알과 정자의 질을 관리하는 것은 중요한 일이다. 전 세계적으로 양식 환경이 급변하고, 양식대상종의 수가 증가하는 상황에서 종묘 생산의 성공은 양식의 성패를 좌우하는 중요한 요소라는 것은 분명한 사실이다. (Chevassus-au-Louis & Lazard 2009). 알과 정자의 질은 정상적인 개체로 성장할 수 있는 수정율이나 수정 된 것으로 확인 될수 있다 (Bobe & Labbe 2010).

난자의 질은 영양이 풍부하고 정상적인 세포로 발생할 수 있는 알의 능력으로 정의할 수 있는데 수정되기 전에는 세포발생의 성공을 판단하기가 매우 어렵다 (Migaud *et al.* 2013). 또한 어류의 자어 또는 그 이후의 성장, 발달, 건강도, 미래 친어로서의 잠재력은 난질에 의해 크게 좌우된다 (Bromage *et al.* 1992; Bromage & Roberts 1995). 어류의 난질 개선을 위해서는 필요한 영양소를 암컷에서 자어로 전달되도록 하여 자어의 생존율을 높이고 발생에 최적화하는 것이 매우 중요하다 (Izquierdo *et al.* 2001).

실험 1에서 배합사료에 순치된 암컷과 생사료를 공급한 암컷을 이용하여 인공종묘생산 실험한 결과 배합사료 공급구가 채란량, 수정율 및 부화율이 생사료 공급구보다 유의하게 높게 나타났다. 이것은 본 실험에서 공급한 배합사료와 생사료의 영양적인 차이에서 기인하였다고 볼 수 있는데, 특히 배합사료의 불포화지방산과 같이 난질에 영향을 준다고 알려진 영양성분이 생사료에 비해 높게 함유되어 있어 이와 같은 성분이 쏘가리 난질에 영향을 주었기 때문이라고 생각된다.

지질은 친어시기의 필수적인 영양소로서 가장 많은 연구가 되어져 왔는데,

대부분의 어류는 체세포 성장에 필요한 에너지를 지질로부터 제공받고, 또한 지질은 세포막 형성을 위해 필요로 하는 필수 지방산의 원료로써, 자어 성장에도 매우 중요한 역할을 한다 (Sargent et al. 2002).

그러므로 적절한 양의 필수지방산의 공급은 양질의 자어를 생산하기 위해 필수적인 요소라 할 수 있다. 암컷 친어는 자어 생산에 필요한 불포화지방산과 에너지를 사료로부터 공급받아 축적하고, 필수지방산의 공급은 성공적인 종묘생산을 좌우하는 필수 영양소 중 하나이다 (Migaud et al. 2013).

따라서 본 연구의 쏘가리 친어관리에서의 배합사료 순치는 생사료의 구입비용 절감 및 생사료를 보관을 위한 별도의 냉동시설 유지에 드는 비용 등의 경영비 절감 효과뿐만 아니라, 배합사료를 공급함으로써 쏘가리 암컷의 건강상태 유지와 종묘생산에 필요한 영양소를 충분히 축적하여 자어의 생산성을 향상시키는 결과를 얻었다. 그러나 배합사료 공급구와 생사료 공급구에서 획득한 알의 색깔의 차이(배합사료 : 유백색, 생사료: 황색)에 영향을 미치는 영양성분에 대한 연구가 필요하며, 배합사료로 순치된 친어에서 부화한 치어들의 성장과 향후 성장기의 배합사료 순치율에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

또한 육식성 어종의 배합사료 순치는 계절에 따라 영양상태가 좋지 않은 어류를 공급하는 것보다 계획적이고 체계적인 쏘가리 양식을 할 수 있으며, 수온에 따라 적절한 영양소 공급을 통한 건강상태를 관리와 양식어류의 고른 성장효과를 얻을 수 있다.

육성어기의 쏘가리를 사용한 실험 2의 결과에서는 생사료 공급구가 배합사료 공급구보다 사료의 섭취율과 성장도가 유의하게 높게 나타났다 ($p<0.05$). 이러한 결과는 쏘가리속 어류인 중국 쏘가리(*Siniperca chuatsi*)를 대상으로 생사료, 민치육, 습사료를 이용한 사육실험 (Liang et al., 2001) 결과에서도, 생사료 > 민치육 > 습사료 순으로 나타나 본 연구 결과와 유

사한 결과를 보였다. 그러나, 해산어인 넙치 성어기 배합사료 및 생사료의 사육 효과 비교시험 (Kim *et al.*, 2006)에서는, 증체량이 습사료(Moist pellet) 실험구가 배합사료(Extruded pellet) 실험구 보다 낮았고, 또한 넙치 미성어를 대상으로 한 건조 배합사료와 습사료의 장기사육 평가 (kim *et al.*, 2005)에서는 습사료(Moist pellet)와 배합사료(Extruded pellet)사이의 유의한 차이를 보이지 않아 배합사료(Extruded pellet)의 습사료(Moist pellet) 또는 생사료에 대한 대체 가능성을 보고한 바 있다.

본 연구에서 실험어의 생존율은 생사료 공급구 $72.5 \pm 31.8\%$, 배합사료 공급구 $52.5 \pm 3.5\%$ 로 생사료 공급구가 다소 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 이것은 실험 시작 전에 배합사료 공급구의 실험어를 배합사료에 순치시키는 과정없이 실험을 진행하여 실험 중 배합사료에 순치되지 않은 개체가 먹이를 먹지 않아 대량 폐사한 것이 생존율 차이를 나타낸 것으로 판단된다. 그러나 사료효율은 배합사료 공급구가 $71.2 \pm 12.64\%$, 생사료 공급구가 $64.6 \pm 9.1\%$ 으로 배합사료가 다소 높게 나타났다(유의차이 없음, $p > 0.05$). 그러므로, 향후에는 배합사료에 순치된 쏘가리를 이용한 생사료, 배합사료시험을 통하여 성장과, 생존에 미치는 배합사료 순치의 영향에 대한 체계적인 고찰이 필요하다.

본 연구 결과에서 살아있는 물고기만을 먹는 육식성 어종으로 알려진 쏘가리 양식에 있어서 배합사료의 사용은 쏘가리의 종묘생산과 성장면에서 유리한 점이 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 앞으로 쏘가리와 같은 육식성 어종의 양식 안정화를 위해서는 배합사료 순치 방법 연구, 즉 사료의 크기, 모양, 사료 공급 방법 등에 대한 연구와 순치기간 및 순치가능한 성장단계에 대한 연구가 필요하며, 이와 같은 연구를 통하여 배합사료를 이용한 쏘가리 양식기술개발 가능성은 더욱 높아 질 것으로 생각된다. 이와 아울러 쏘가리와 같은 육식성 어종의 성장단계에 맞는 양소 요구량에 대한 연구도 병행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 요약

본 연구는 쏘가리를 배합사료를 공급하여 양식이 가능한지에 대한 가능성을 타진하고자 배합사료와 생사료를 공급한 쏘가리 친어의 인공종묘생산 비교 실험 및 육성어기를 대상으로 개체별 증체량, 생존율, 사료섭취율, 사료효율, 일간성장도를 비교하였다.

1. 배합사료 순치 쏘가리의 인공부화 실험

평균 어체중 $892 \pm 65.7\text{g}$ (Mean $\pm$ SD)인 쏘가리 친어를 배합사료와 생사료를 공급하여 10개월간 사육한 후 인공종묘 생산하여 수정률과 부화율을 비교하였다. 실험결과 배합사료 공급구의 수정율 $74.6 \pm 4.8\%$, 부화율 $68.6 \pm 1.1\%$ 로 생사료 공급구의 수정율 $57.3 \pm 4.4\%$, 부화율 $51.8 \pm 3.3\%$ 보다 유의하게 높았다 ($p < 0.05$).

2. 쏘가리 육성어기 배합사료와 생사료의 성장 비교

실험 2는 육성어기의 쏘가리 평균 어체중 $54.3 \pm 5.4\text{g}$ (Mean $\pm$ SD)인 개체로 선별하여 FRP수조($1.8\text{m} \times 1.8\text{m} \times \text{H}0.8\text{m}$) 4개 에 각각 20마리씩 수용하였으며, 배합사료 공급구(뱀장어 분말사료)와 생사료 공급구(붕어 4~5cm)를 공급하여 2반복으로 배치하였다. 실험기간은 총 9주간 진행하였다. 실험결과 개체별 증체량(g/fish)은 배합사료 공급구가 $19.6 \pm 5.9\text{g}$, 생사료 공급구가 $31.2 \pm 5.7\text{g}$ 으로 생사료 공급구가 배합사료 공급구 보다 유의하게 높게 나타났다 ($p < 0.05$).

생존율은 배합사료 공급구가 $52.5 \pm 3.5\%$, 생사료 공급구가 $72.5 \pm 31.8\%$ 로

유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$). 사료공급량은 배합사료 공급구가 $28.0\pm 5.0\text{g}$, 생사료 공급구가 $48.8\pm 6.9\text{g}$ 으로 생사료 공급구가 배합사료 공급구보다 유의하게 높게 나타났다 ($p<0.05$). 사료효율은 배합사료 공급구가 $71.2\pm 12.6\%$, 생사료 공급구가 $64.6\pm 9.1\%$ 로 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$). 일간성장율은 배합사료 공급구가 $0.49\pm 0.07\%$, 생사료 공급구가 $0.72\pm 0.06\%$ 로 생사료 공급구가 배합사료 공급구보다 유의하게 높게 나타났다 ($p<0.05$).



VI. 감사의 글

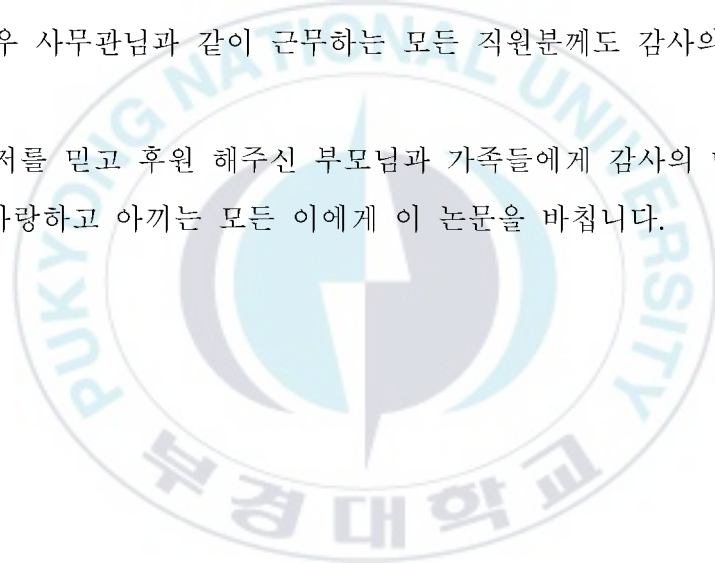
경기도 양평에 근무하며 360km이상 떨어진 부산까지 학업을 이어간다는 것이 결코 만만한 일은 아니였지만, 많은 분의 도움과 격려 덕분에 가능한 일이였습니다. 논문을 마치며, 고마운 분들께 감사의 마음을 전합니다.

우선 학부를 졸업하고 아무런 소식도, 왕래도 없이 8년 만에 실험실의 문을 두드린 저를 너무나 반갑게 맞아주시고 무사히 졸업 할 수 있도록 지도해 주신 배승철 지도 교수님께 진심으로 감사 인사를 드립니다. 그리고 논문 심사를 맡아주시고, 학부과정 때부터 온화하고 인자하신 성품으로 이끌어주신 김창훈 교수님과 바쁘신 와중에도 논문 심사를 흔쾌히 맡아주신 공승표 교수님께 진심으로 감사드립니다. 지금은 퇴임하셨지만 학부 과정 때 어류양식학 수업을 강의해주셨던 조재운 교수님의 강의를 들으면서 수산양식에 대한 저의 꿈을 확고히 할 수 있었습니다. 많은 가르침을 주셨던 조재운 교수님께 특별히 감사드립니다. 수산양식에 대한 막연한 궁금증과 호기심을 명강의를 통해 해소하고 발전할 수 있도록 이끌어주신 허성범 교수님, 장영진 교수님, 김동수 교수님, 김종명 교수님, 남윤권 교수님께도 깊은 감사의 마음을 전합니다. 어느날 갑자기 실험실 선배라고 나타난 저를 자신의 형처럼 챙겨준 영양대사학 실험실 윤현호, 이승한, 박영진 후배님에게도 감사의 마음을 전합니다. 또한 학부때 영양대사학 실험실 생활하면서 인연을 맺은 한경민 박사님, 유진형 박사님, 지금은 다들 박사님이 되신 실험실 선배 건준이 형, 세민이 형, 광열이 형, 준영이 형, 영철이 형, 승형, 준호에게도 감사의 마음을 전합니다. 특히나 학부 때부터 부족한 저를 믿

어주시고 신뢰해주시고 수산분야의 경험을 가르쳐 주신 교수홍 박사님께 특별한 감사 인사를 전합니다.

처음 근무하게 된 연구소 생활뿐만 아니라, 실험하는 것부터 논문 쓰는 것까지 많은 가르침을 주신 이동훈 박사님, 영양대사학 실험실 선배이자 같은 연구소에 근무하며 많은 의지가 되어준 임성률 박사님, 누구보다 꼼꼼히 후배의 졸업논문을 챙겨 봐주신 전민지 박사님께 각별한 감사 인사를 전합니다. 그리고 경기도해양수산자원연구소에 근무하면서 학업을 이어갈 수 있도록 배려해주신 홍석우 과장님, 수산분야에 누구보다 열정을 가지고 계신 이상우 사무관님과 같이 근무하는 모든 직원분께도 감사의 마음을 전합니다.

끝으로 저를 믿고 후원 해주신 부모님과 가족들에게 감사의 마음을 전하며, 제가 사랑하고 아끼는 모든 이에게 이 논문을 바칩니다.



VII. 참고 문헌

Bobe J, Labbe C. 2010. Egg and sperm quality in fish. General and Comparative Endocrinology 165: 535 - 548.

Bromage NR, Roberts RJ. 1995. Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Bromage N, Jones J, Randall C, Thrush M, Davies B, Springate JRC et al. 1992 Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 100: 141 - 166.

Chevassus-au-Louis B, Lazard J. 2009. Current situation and prospects for international fish farming: consumption and production. Cahiers Agricultures 18: 82 - 90.

Cheng,Q. and B. Zheng. 1987. Systematic synopsis of Chinese fishes. Science Press, Beijing, pp. 284-846.

FIPS. 2014. 수산종합포털시스템(<http://www.fips.go.kr>.)

Izquierdo MS, Fernandez-Palacios H, Tacon AGJ. 2001. Effect of broodstock

nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture* 197: 25 - 42.

Kim, J. D., J. Y. Jung and C. H. Lee. 1988. Study on the egg talking and hatching of *Siniperca scherzeri*. *Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency*. 42 : 81-85.

Kim, I. S. and E. J. Kang, 1993. Coloured fishes of Korea. Academy Publishing Company, Seoul, Korea, 477 pp.

Lee, W. O., S. I. Jang., J. Y. Lee and S. J. Son. 1997. Comparison of morphological and chromosomal characteristics and cross breeding of the two types Korean mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. *Kor. J. Ichthyol.* 9 : 228-234.

Liang, X. F., Oku, H., Ogata, H. Y., Liu, J., and He, X. 2001. Weaning Chinese perch *Siniperca chuatsi* (Basilewsky) onto artificial diets based upon its specific sensory modality in feeding. *Aquaculture Res.*, 32 (Suppl. 1) : 76-82.

Liao, I. C. and E. Y. Chang. 2003. Role of sensory mechanisms in predatory feeding behavior of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. *Fisheries science*. 69 : 317-322.

Migaud H., Bell G., Cabrita E., McAndrew B., Davie A., Bobe J., Herraez M.P. and Carrillo M. 2013. Gamete quality and broodstock management in temperate

fish. Revive in Aquaculture 5(Suppl. 1) : 194-223

Sargent JR, Tocher DR, Bell JG (2002) The lipids. In: Halver JR, Hardy RW (eds) Fish Nutrition, 3rd edn, pp. 181 - 257. Academic Press, San Diego, CA.

SPSS. Inc. 1999. SPSS Base 10.0 for Windows User's Guide. SPSS Inc. Chicago IL.

Zhao, J., W. Wang., S. Li and W. Q. Cai. 2006. Structure of the mitochondrial DNA control region of the sinipercine fishes and there phylogenetic relationship Acta Genetica Sinica. 33 : 793-799.

김강웅 · 강용진 · 김경민 · 이해영 · 김경덕 · 배승철. 2005. 넙치 미성어 건조 배합사료 및 습사료의 장기사육평가. 한국양식학회지. Vol.18(4) : 225-230.

김경덕 · 강용진 · 김강웅 · 김경민 · 이상민. 2006. 넙치 성어기 배합 사료 및 생사료의 사육효과 비교. 한국양식학회지. Vol.19(3) : 173-177.