

반순환여과시스템내에서 먹이종류가 1년생 쏘가리(*Siniperca scherzeri*)의 성장, 사료이용 및 체조성에 미치는 영향

김 이 오*

*충청북도내수면산업연구소(연구사)

Effects of Different Foods on the Growth, Feed Utilization and Body Composition of 1-year Mandarin Fish *Siniperca scherzeri* in Semi-RAS(Recirculating Aquaculture System)

Yi-Oh KIM*

*Chungcheongbuk-do Inland Fisheries Research Institute(researcher)

Abstract

This study compared the effects of diets consisting of moist pellet (MP), frozen food (FF) and live food (LF) on the growth, feed utilization and whole body composition on the mandarin fish *Siniperca scherzeri*. Three replicated groups of 45 fish each (initial mean weight 106 g) were fed one of three experimental diets for 12 weeks. At the end of the feeding trial, weight gain and specific growth rate of fish fed the FF and LF diets were higher than those of fish fed the MP ($P<0.05$). Feed efficiency of fish fed the FF and LF were higher than those of fish fed the MF ($P<0.05$). Proximate composition of fish were not affected by diets ($P>0.05$). Plasma chemical composition of fish were not affected by diets ($P>0.05$). This suggests that frozen food (FF) can be suitable to feed growing mandarin fish.

Key words : Mandarin fish, *Siniperca scherzeri*, pellets, Growth, Feed utilization

I. 서론

쏘가리(*Siniperca scherzeri* Steidachner, 1832)는 동아시아 특히 중국, 한국 및 북베트남에 서식하는 상업적 가치가 높은 중요한 담수어류 중 하나로(Zhou et al., 1988; Zhang et al., 2009; Sankian et al., 2019a), 뛰어난 맛, 높은 시장가격, 빠른 성장 및 높은 질병저항성 때문에 가장 전망이 밝은 내수면 양식어류이다(Liang, 1996; Su et al., 2005). 어류의 성장(growth)과 사료효율(feed efficiency)은 공급한 사료의 양과 질에 따라 다르며(Bureau et al., 2006; Yuan et al., 2010), 사육환

경, 사료조성, 사료형태 및 공급방법에 영향을 받는다(Lee et al., 2000; kim et al., 2021b). 최근에 상업적 양식을 위한 쏘가리의 영양연구를 통한 실용사료의 개발이 이루어졌으며(Zhang et al., 2009; Sankian et al., 2017; Sankian et al., 2018; Mo et al., 2019; Sankian et al., 2019a; Sankian et al., 2019b), 이와 더불어 사료공급 횟수(Kim et al., 2020), 공급률(Kim et al., 2021a) 및 공급비율(Kim et al., 2021b) 같은 사료공급 체계에 대한 연구도 추진되어 완성도를 높여가고 있다. 그럼에도 쏘가리는 육식성이 매우 강하여 살아있는 어류를 포식하는 어류이므로(Zhou et al., 1988; Li

* Corresponding author : 043-220-6531, kimio@korea.kr

반순환여과시스템내에서 먹이종류가 1년생 쏘가리(*Siniperca scherzeri*)의 성장, 사료이용 및 체조성에 미치는 영향

1991; Deng et al., 2010), 배합사료와 살아있는 생 먹이 및 냉동 먹이와의 비교실험이 필요하며 이를 바탕으로 완전한 배합사료를 만들 필요가 있다.

쏘가리 양식현장에서는 배합사료, 냉동먹이 및 생먹이 등 다양한 종류의 먹이를 공급하면서 양식하고 있는 실정으로, 먹이 종류에 따른 효능의 차이를 과학적으로 비교, 분석없이 사용하고 있다. 따라서, 쏘가리 양식현장에서 사용되고 있는 먹이 종류와 그간 연구된 자료를 기초하여 제작한 배합사료의 효능을 비교, 검증할 필요가 있다. 쏘가리 양식현장에서 주로 사용되는 시판 분말사료에 어분을 첨가한 배합사료, 냉동 생먹이 및 생먹이 총 3종류의 먹이종류에 대한 사육효과를 비교하고자 실험을 실시하였다. 본 연구는 쏘가리 양성을 위한 반순환여과시스템내에서 배합사료, 냉동먹이 및 생먹이가 쏘가리 육성어의 성장, 체성분 및 혈액 성상에 미치는 영향을 조사하기 위해서 실험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험어 및 사육관리

충청북도내수면산업연구소에서 배합사료로 순치하여 양성한 쏘가리를 사용하였으며, 실험시작 2주전부터 실험사료를 하루 2회 공급하면서 예비 사육하였다. 예비 사육 후, 쏘가리 육성어(106±0.86 g)를 무작위로 15마리씩 3반복으로 원형수조(200 L)에 수용하여 12주간 사육하였다.

쏘가리의 사육은 사각수조(2m × 1m × H 1.2m) 1개와 원형수조(ϕ 0.6 m × H 1m, 수량 200 L) 9개가 1세트가 되도록 설계한 반순환여과시스템으로 구성하였다. 사각수조에는 침전조(0.5m × 1m × H 1.2m) 1개, 스티로폼 비드 여과매질로 구성된 생물여과조(1m × 1m × H 1.2m) 1개와 원형수조로 물을 공급하기 위한 저장조

(0.5m × 1m × H 1.2m)로 구성되어 있다. 저장조에는 깨끗한 하천수를 5 L/min 유량으로 계속 보충하여 사육수의 수질을 깨끗하게 유지시켰으며, 여분의 사육수는 퇴수구를 통해 빠져 나가도록 하였으며, 저장조에는 1/3 마력의 수증펌프를 사용하여 각각의 실험수조에 동일한 양의 물을 공급하여 순환되도록 하였으며, 각 원형수조에는 에어스톤을 설치하여 충분한 산소를 공급하였다. 이를 통해 실험어가 들어있는 원형수조는 동일한 사육환경인 수온(26.4~27.6 °C)과 수질환경 (pH 6.6~8.0, DO 5.6~7.9)을 유지하면서 실시하였다.

2. 실험사료

실험에 사용된 먹이종류는 살아있는 미꾸라지인 생먹이(Live Food, LF)와 냉동 빙어인 냉동먹이(Frozen Food, FF,)를 사용하였으며, 국내 쏘가리 양식현장에서 사용되는 뱀장어 양성용 시판 상품사료에 칠레산 청어 어분 50%를 첨가한 배합사료(Moist Pellet, MP)에 적당량의 물을 첨가, 혼합하여 사료제조기로 pellet 형태로 사료를 성형한 실험사료(ϕ 5mm)를 사용하였다(<Table 1>). 냉동빙어와 배합사료는 -25°C 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

3. 어체측정 및 성분분석

어체측정은 사육실험 시작 시와 종료 시에 측정 전일 절식시킨 후 tricaine methanesulfonate (MS 222, Sigma, USA) 100 ppm 수용액에 마취시켜 실험어의 무게를 측정하였다. 어체의 성분분석을 위하여 각 실험수조에서 10마리씩을 시료로 취하여 냉동보관(-25°C)하였다. 실험에 사용한 먹이종류(3종) 및 실험종류 후 전어체의 일반성분은 AOAC (1995)의 방법에 따라 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Buchib B-324/435/412, Switzerland; Metrohm 8-719/806, Switzerland)를 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 수분은 105°C의

<Table 1> Ingredient and proximate composition of experimental diets for mandarin fish

Ingredients (%)	Diets		
	Moist Pellet (MP)	Frozen Food (FF)	Live Food (LF)
Commercial diet ¹	50		
Fish meal ²	50		
Loach ³			100
Fond smelt ⁴		100	
Chemical analysis (% of dry matter basis)			
Moisture	24.8	68.5	69.2
Crude protein	57.1	54.4	56.7
Crude lipid	11.3	27.7	26.8
Ash	8.4	12.1	11.7

¹Fish Commercial diet for eel produced from Purinafeed incorporation (Seongnam, Korea).

²Fish Fish (Mackerel) meal imported from Chile containing 73% crude protein and 9% crude lipid.

³Loach (*Misgurnus mizolepis*) purchased from dongseobsanghoe chungju fishery market.

⁴Pond smelt (*Hypomesus olidus*) captured from Daecheong Lake.

dry oven에서 6시간 건조 후 측정하였다. 회분은 600℃ 회화로에서 4시간 동안 태운 후 측정하였다.

ANOVA-test를 실시한 후, 유의성이 발견되었을 시 사후검정은 $\alpha=0.05$ 수준에서 Tukey's multiple range test을 이용하였다.

4. 혈액분석

실험에 사용한 먹이종류 공급에 따른 실험어의 혈액성분 변화를 조사하기 위해 실험 종료 시 각 실험수조마다 쏘가리 5마리씩 무작위로 추출하여 헤파린 주사액이 처리된 1 mL 주사기를 사용하여 실험어의 미부 혈관에서 채혈하였다. 채혈한 혈액을 7,500 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈장 분리후, 분석시까지 동결 보존되었다. 혈장 분석은 동결보존(-70℃)하면서 24시간내에 혈액분석기 (DRI-CHEM NX500i, FUJIFILM)를 사용하여 total protein (TP, g/dL), glutamic oxaloacetic transaminase (GOT, U/L) 및 glutamic pyruvic transaminase (GPT, U/L) 를 각각 분석하였다.

5. 통계분석

결과의 통계처리는 SPSS Ver. 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, U.S.A.) program을 사용하여 One-way

Ⅲ. 결과 및 고찰

12주간의 사육실험 후, 쏘가리의 성장 및 사료 이용성을 <Table 2>, <Table 3> 및 <Table 4>에 각각 나타내었다.

사육실험 기간 동안의 생존율은 100%를 나타내었다($P>0.05$). 최종 무게(final mean weight), 증중률(weight gain) 및 일간성장률(specific growth rate)은 FF, LF 실험구가 MP 실험구보다 유의하게 높은 결과를 나타내었으나($P<0.05$), 두 실험구 간에는 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 사료효율(feed efficiency)은 LF, FF 실험구가 MP 실험구보다 유의하게 높은 결과를 나타내었다. 쏘가리의 일간사료섭취율(daily feed intake)은 실험구간에 유의차가 없었다. 일간단백질섭취율(daily protein intake)과 단백질 전환효율(protein efficiency ratio)은 FF, LF 실험구가 MP 실험구보다 유의하게 높은 결과를 나타내었다.

반순환여과시스템내에서 먹이종류가 1년생 쓰가리(*Siniperca scherzeri*)의 성장, 사료이용 및 체조성에 미치는 영향

<Table 2> Growth performance of mandarin fish *Siniperca scherzeri* fed experiment diets for 12 weeks¹

Diets	Initial mean weight (g)	Final mean weight (g)	Survival (%)	Weight gain (%) ²	Specific growth rate (%/day) ³
Moist Pellet (MP)	106.4±0.59 ^{ns}	196.7±3.53 ^a	100±0.0 ^{ns}	84.8±2.84 ^a	0.85±0.02 ^a
Frozen Food (FF)	105.1±0.44	234.7±8.48 ^b	100±0.0	123.4±8.96 ^b	1.11±0.06 ^b
Live Food (LF)	105.8±1.56	252.3±5.45 ^b	100±0.0	138.5±3.99 ^b	1.21±0.02 ^b

¹Values (mean±SE of three replicate groups) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

²Weight gain (%) = (final body weight - initial body weight) × 100/initial body weight.

³Specific growth rate = (Ln final weight of fish - Ln initial weight of fish) × 100/days of feeding trial.

^{ns}Not significant (P>0.05).

<Table 3> Daily feed intake (DFI), feed efficiency (FE), daily protein intake (DPI) and protein efficiency ratio (PER) of mandarin fish *Siniperca scherzeri* fed experiment diets for 12 weeks¹

Diets	DFI(%) ²	FE(%) ³	DPI(%) ⁴	PER(%) ⁵
Moist Pellet (MP)	1.04±0.04 ^{ns}	79.5±2.05 ^a	0.64±0.03 ^a	1.11±0.02 ^a
Frozen Food (FF)	1.07±0.03	98.4±2.01 ^b	0.95±0.03 ^b	1.29±0.03 ^b
Live Food (LF)	1.02±0.02	101.0±2.44 ^b	0.91±0.02 ^b	1.25±0.03 ^b

¹Values (mean±SE of three replicate groups) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

²Daily feed intake = feed intake × 100 / [(initial fish wt. + final fish wt. + dead fish wt.) × days reared / 2].

³Feed efficiency = fish wet weight gain×100/feed intake (dry matter).

⁴Daily protein intake = protein intake × 100 / [(initial fish wt. + final fish wt. + dead fish wt.) × days reared / 2].

⁵Protein efficiency ratio = weight gain of fish / protein consumed.

^{ns}Not significant (P>0.05).

<Table 4> Proximate composition (%) of mandarin fish *Siniperca scherzeri* fed experiment diets for 12 weeks¹

	Diets		
	Moist Pellet (MP)	Frozen Food (FF)	Live Food (LF)
Proximate composition (% wet weight)			
Moisture	72.6±0.97 ^{ns}	74.0±0.53	72.9±0.44
Crude protein	19.2±0.59 ^{ns}	18.7±0.26	19.2±0.70
Crude lipid	2.97±0.29 ^{ns}	2.92±0.35	3.20±0.17
Ash	4.77±0.62 ^{ns}	4.80±0.28	5.04±0.09

¹Values (mean±SE of three replicate groups) with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05). ^{ns}Not significant (P>0.05).

본 연구의 증중률 및 일간성장률 결과를 고려하였을 때, FF와 LF 실험구가 MP 실험구보다 높은 결과를 나타내었으나, 두 실험구(FF, LF)간에는 유의차가 없었다. 쏘가리를 대상으로 한 배합사료와 생먹이 공급실험에서의 증중률과 일간성장률이 생먹이 공급 실험구가 배합사료 공급 실험구보다 유의하게 높은 결과를 나타내었다(Li et al., 2017). 본 실험 결과에서도 냉동먹이와 생먹이를 공급한 실험구의 증중률 각각 123.4%와 138.5%, 일간성장률 각각 1.11%와 1.21%로 배합사료를 공급한 실험구의 증중률 84.8%와 일간성장률 0.85% 보다 유의하게 높은 결과를 나타내어 이전의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 또한, 어분을 첨가한 배합사료와 생먹이를 첨가한 실험에서의 증중률과 일간성장률이 생먹이를 공급한 실험구가 대조구와 어분을 15%와 30% 공급한 실험구보다 유의하게 높은 결과를 나타내었으며, 45%와 60% 첨가한 실험구와는 유의차를 나타내지 않아 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다(Lee et al., 2018)

본 연구의 사료효율, 일간단백질섭취율 및 단백질전환효율 결과를 고려하였을 때, FF, LF 실험구가 MP 실험구보다 높은 결과를 나타내었다. 조피볼락에 대상으로 한 배합사료와 생먹이 공급 실험에서는 사료효율 및 단백질전환효율이 생먹이 공급 실험구가 배합사료 공급 실험구보다 유의하게 높은 결과를 나타내어 본 실험과 일치한 결과를 나타내었다(Kim et al., 2013). 또한 쏘가리를 대상으로 한 배합사료와 생먹이 공급실험에서 위장과 간에서 단백질 소화효소의 활동성이 생먹이 공급 실험구가 배합사료 공급 실험구보다 유의하게 높은 결과를 나타내었다(Li et al., 2017). 이와같이 쏘가리는 육식성이 강하여 단백질 요구량이 높으며, 에너지원으로 탄수화물보다는 지질 이용성이 높은 어종으로 보고 되어(Sankian et al., 2017; Sankian et al., 2019b) 냉동먹이(FF)와 생먹이(LF) 실험구의 영양소 중 지질 함량이 26.8~27.7%로 배합사료(MP) 실험구의 영

양소 중 지질함량이 11.3%에 비하여 현저히 높기 때문인 것으로 판단된다.

냉동먹이와 생먹이가 배합사료보다 좋은 결과를 나타낸 것으로 판단되며, 향후 쏘가리 양식의 산업화를 위해서는 냉동먹이나 생먹이만큼 성장 및 사료효율이 우수한 배합사료를 개발하기 위해서 많은 보완연구가 장기적이고 체계적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 냉동먹이와 생먹이를 비교한다면 생먹이는 보관과정에서 많은 시간과 노동력이 소요되며 넓은 장소가 필요하므로 비용의 절감 및 취급의 편의성을 고려한다면 냉동먹이를 사용하는 것이 효과적이라고 판단된다. 본 연구결과를 종합적으로 판단하면 쏘가리 양생어의 성장과 사료효율 개선을 위해서는 냉동먹이가 가장 적합한 사료로 판단된다. 또한 조속히 쏘가리 전용 배합사료의 개발에도 노력해야 할 것으로 판단된다. 12주간의 사육실험 종료 후 쏘가리의 일반성분 분석 결과를 <Table 4>에 나타내었다. 사료종류에 따른 쏘가리의 수분, 단백질, 지질 및 회분 함량은 모든 실험구간에서 유의차가 없었다($P>0.05$) 이전 쏘가리를 대상으로 사료내 어분과 빙어를 첨가한 실험에서도 쏘가리 전어체의 수분, 단백질, 지질 및 회분함량에 차이가 없어 본 연구와 일치한 결과를 나타내었다(Lee et al., 2018; Lee and Kim, 2020).

12주간의 사육 실험 후, 쏘가리의 미부 혈관에서 채혈한 혈장의 정상 변화를 <Table 5>에 나타내었다. TP, GOT 및 GPT 함량은 실험구간 유의차가 나타나지 않았다($P>0.05$). 이전 쏘가리를 대상으로 사료내 어분과 빙어를 첨가한 실험에서도 쏘가리의 혈액내 TP, GOT 및 GPT 함량에 차이가 없어 본 연구와 일치한 결과를 나타내었다(Lee et al., 2018; Lee and Kim, 2020).

본 연구의 결과로부터, 쏘가리 양생어의 성장과 사료효율의 결과 그리고 먹이관리의 효율성과 비용절감 효과 등을 종합적으로 고려하였을 때, 냉동먹이(FF)가 가장 적합할 것으로 판단된다.

반순환어과시스템내에서 먹이종류가 1년생 쏘가리(*Siniperca scherzeri*)의 성장, 사료이용 및 체조성에 미치는 영향

<Table 5> Plasma chemical composition of mandarin fish *Siniperca scherzeri* fed experiment diet for 12 weeks¹

	Diets		
	Moist Pellet (MP)	Frozen Food (FF)	Live Food (LF)
TP(g/dL)	5.10±0.85 ^{ns}	5.49±0.19	5.63±0.29
GOT(U/L)	25.3±1.61 ^{ns}	27.5±2.99	25.6±3.03
GPT(U/L)	6.6±0.84 ^{ns}	5.4±0.43	6.3±0.64

¹Values (mean±SE of three replicate groups) with different superscripts in the same column are significantly different P<0.05).

^{ns}Not significant (P>0.05).

TP : total protein, GOT : glutamic oxaloacetic transaminase, GPT : glutamic pyruvic transaminase

References

- AOAC(1995). Official Methods of Analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA. 1298.
- Bureau DP, Hua K and Cho CY(2006). Effects of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) growing from 150 to 600g. *Aquaculture Research*, 37, 1090~1098.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01532.x>
- Deng Y, Zhao J, Lu G, Wu X and Tao Y(2010). Cloning, characterization and expression of the pepsinogen C from the golden mandarin fish *Siniperca scherzeri* (Teleostei: Perciformes). *Fisheries Science*, 76, 819~826.
<https://doi.org/10.1007/s12562-010-0275-x>
- Kim KD, Kim KW, Lee BJ, Bae KM, Seo JS, An CM and Han HS(2013). Effects of different pellets on the growth, flesh quality and histopathological changes of growing korean rockfish *Sebastes schlegeli*. *Korean J Fish Aquat Sci* 46(6), 777~784.
<https://doi.org/10.5657/kfas.2013.0777>
- Kim YO, Oh SY and Lee SM(2020). Influence of different feeding frequency on the growth and body composition of juvenile mandarin fish *Siniperca scherzeri* reared in a recirculating aquaculture system(RAS). *Korean J Fish Aquat Sci* 53(4), 538~543.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0538>
- Kim YO, Oh SY and Kim TW(2021a). Effects of the feeding rate on growth performance, body composition, and hematological properties of juvenile mandarin *Siniperca scherzeri* in recirculating aquaculture system. *Sustainability* 13, 8257.
<https://doi.org/10.3390/su13158257>
- Kim YO, Oh SY and Lee WS(2021b). Feeding ratio affects growth, body composition, and blood chemistry of mandarin (*Siniperca scherzeri*) in recirculating aquaculture system. *Fish Aquat Sci.*, 24(6), 219~227.
<https://doi.org/10.47853/fas.2021.e22>
- Lee SM, Oh SY, Kim HY and Kim YO(2018). Effect of addition of fish meal and smelt on the growth, blood content and body composition of mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. *J Fish Mar Sci educ* 30, 2064~2071.
<https://doi.org/10.13000/jfmse.2018.12.30.6.2064>
- Lee SM, Cho SH and Kim DJ(2000). Effects of feeding frequency and dietary energy level on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schlegel). *Aquaculture Research*, 31, 917~921.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2000.00505.x>
- Lee SM and Kim YO(2020). Effect of formulated diets on growth, feed utilization, hematology and body composition of mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. *J Fish Mar Sci educ* 32(3), 673~680.
<https://doi.org/10.13000/jfmse.2020.6.32.3.673>
- Li S(1991). Geographical distribution of the Sinipercinae fishes. *Zool. Res.* 26, 40~44.
- Li Y, Li J, Lu J, Li Z, Shi S and Liu Z(2017). Effects of live and artificial feeds on the growth,

- digestion, immunity and intestinal microflora of mandarin fish hybrid (*Siniperca chuatsi* X *Siniperca scherzeri*). *Aquaculture research* 48, 4479~4485.
<https://doi.org/10.1111/are.13273>
- Liang XF(1996). Study on mandarin fish and its culture home and abroad. *Fisheries Science and Technology Information* 23, 13~17.
- Mo AJ, Sun JX, Wang YH, Yang K, Yang HS and Yuan YC(2019). Apparent digestibility of protein, energy and amino acids in nine protein sources at two content levels for mandarin fish, *Siniperca chuatsi*. *Aquaculture* 499, 42~50.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.09.023>
- Sankian Z, Khosravi S, Kim YO and Lee SM(2017). Effect of dietary protein and lipid level on growth, feed utilization and muscle composition in golden mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. *Fish Aqu Sci*, 20:7.
<https://doi.org/10.1186/s41240-017-0053-0>
- Sankian Z, Khosravi S, Kim YO and Lee SM(2018). Effect of dietary inclusion of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) meal on growth performance, feed utilization, body composition, pkasma biochemical indices, selected immune parameters and antioxidant enzyme activities of mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. *Aquaculture* 496, 79~87.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.07.012>
- Sankian Z, Khosravi S, Kim YO and Lee SM(2019a). Dietary protein requirement for juvenile mandarin fish, *Siniperca scherzeri*. *J World Aquacult. Soc.*, 50, 34~41.
<https://doi.org/10.1111/jwas.12569>
- Sankian Z, Khosravi S, Kim YO and Lee SM(2019b). Total replacement of dietary fish oil with alterative lipid sources in a practical diet for mandarin fish, *Siniperca scherzeri*, Juvenile. *Fish Aqu Sci*, 22:1.
<https://doi.org/10.1186/s41240-019-0123-6>
- Su SQ, Zhang HQ, He ZY and Zhang ZX(2005). A comparative study of the nutrients and amino acid composition of the muscle of *Siniperca chuatsi* and *Siniperca scherzeri*. *Journal of Southwest Agriculture University* 27, 898~901.
- Yuan YC, Yang HJ, Gong SY, Luo Z, Yuan HW and Chen XK(2010). Effects of feeding levels on growth performance, feed utilization, body composition and apparent digestibility coefficients of nutrients for juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Aquaculture Research*, 41, 1030~1042.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02387.x>
- Zhang L, Wang YJ, Hu MH, Fan QX, Cheung SG, Shin PKS, Li H and Cao L(2009). Effect of the timing of initial feeding on growth and survival of spotted mandarin fish *Siniperca scherzeri* larvae. *Journal of Fish Biology* 75, 1158~1172.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02328.x>
- Zhou CW, Yang Q and Cai DL(1988). On the classification and distribution of the Sinipercainae fishes(Family Serranidae). *Zoological Research* 9, 113~126

-
- Received : 02 June, 2022
 - Revised : 04 July, 2022
 - Accepted : 14 July, 2022