

## 담수양식 감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)의 어육평가 및 수익성 분석

민병화, 방인철<sup>1</sup>, 최운수<sup>2</sup>, 장영진\*

부경대학교 양식학과, <sup>1</sup>순천향대학교 생명과학부, <sup>2</sup>한국어촌어항협회

### Evaluation of Fish Flesh and Profitability of Black Porgy (*Acanthopagrus schlegeli*) Cultured in Freshwater

Byung Hwa Min, In-Chul Bang<sup>1</sup>, Woon Su Choi<sup>2</sup> and Young Jin Chang\*

Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

<sup>2</sup>Korea Fisheries Infrastructure Promotion Association, Seoul 110-780, Korea

The objective of this study was to evaluate food value and profitability of black porgy (*Acanthopagrus schlegeli*) cultured in freshwater. In fish flesh, muscular hardness of black porgy reared in freshwater ( $9210 \pm 1215 \text{ g/cm}^2$ ) was slightly lower than those of fish in seawater ( $9987 \pm 6549 \text{ g/cm}^2$ ), but there was no significant difference. Also, there was no difference between muscular strength of fish reared in freshwater and seawater. When the flesh qualities of black porgy reared in freshwater was compared with those of fish reared in seawater through the questionnaire, there were no significant differences between fish reared in freshwater and seawater in appearance, texture, taste and flavor. For 10 months of black porgy culture in fresh water, the gross profit in culturing from juvenile (5.5 g) to adult size (100 g), and from adult to marketable size (400 g) were 24,000,000 won (30.0%) and 53,870,000 won (36.9%), respectively.

**Keywords:** Black porgy, *Acanthopagrus schlegeli*, Freshwater, Fish flesh evaluation, Profitability

## 서 론

감성돔(*Acanthopagrus schlegeli*)은 도미과(Sparidae)에 속하는 내만성 어종으로 한국의 전 연안, 일본 홋카이도 이남, 동중국해 및 대만 연안에 서식하고 있다. 감성돔은 낚시인들에게 매우 인기가 높을 뿐만 아니라 육질 맛이 우수하여 횡감, 구이 등 수산식품으로 선호도가 높은 고급 어종이다. 또한 최근에는 감성돔의 인공종묘생산이 가능해짐에 따라 감성돔의 양식생산량이 해마다 증가하고 있으며, 2003년에는 1,084톤으로 넉치(34,533톤), 조피볼락(23,771톤), 참돔(4,417톤), 송어(4,093톤), 농어(2,778톤)에 이어 어류 양식생산량 6위를 차지하고 있다(해양수산부, 2004). 따라서, 감성돔은 낚시 자원일 뿐만 아니라 중요한 양식대상 어종이므로, 이 어종의 자원조성 및 생산력 향상을 위한 다양한 연구가 필요하다.

감성돔은 자어(larva)에서 치어(juvenile)단계로 전환되는 시기에 근해에서 연해로 이동하며, 이후로는 육지와 근접한 연안이나 강 하구에서 서식하는 것으로 밝혀져 있다(Kinoshita and

Tanaka, 1990; Tanaka et al., 1991). 또한 감성돔은 다양한 염분(5~35‰)에 대한 내성이 강하며, 삼투압조절 능력이 뛰어난 해산 광염성 어종(euryhaline teleost)인 것으로 알려져 있다(Kitajima and Tsukashima, 1983). 이와 같은 생물학적 지식을 바탕으로 최근에는 이러한 삼투압조절 능력을 이용한 감성돔의 담수양식 개발이 활발하게 진행되고 있는 실정이다. 해산어류인 감성돔의 담수 순화 및 양식이 이루어진다면, 첫째, 담수에서 경제성 있는 고가 어종의 생산이 가능하게 되어 현재 어려운 현실에 직면해 있는 내수면 어류양식업의 활성화를 촉진할 수 있으며, 둘째, 적조 발생시 해수에서 담수로의 일시적 또는 장기적 전환으로 가능하게 되어 적조에 따른 피해를 막을 수 있다. 셋째, 담수에 대한 저항성이 약한 단생흡충, *Benedenia seriolae*와 같은 해산 기생충 및 세균 박멸 등 삼투압 충격을 이용한 질병치료가 가능하다.

감성돔의 성공적인 담수양식을 위해서는 일차적으로 담수순화 방법, 담수사육에 따른 스트레스 반응 등의 건강도에 관한 생물학적 자료가 구축되어야 하며, 이후 담수양식 감성돔의 맛, 냄새 등 식품으로서의 가치와 담수양식에 따른 생산성, 수익성

\*Corresponding author: yjchang@pknu.ac.kr

분석이 필요할 것으로 생각된다.

지금까지 감성돔의 담수양식과 관련한 생물학적 연구로는 사육수의 급격한 염분변화에 따른 혈액생리학적 연구(Chang et al., 2002), 담수순화 과정시 나타나는 스트레스 반응 및 삼투압 조절 능력(Min et al., 2003), 담수사육에 따른 생리상태(Min et al., 2005) 등 주로 내분비, 혈액생리학적 측면의 자료가 보고된 바 있으나, 이를 산업화시키기 위한 식품으로서의 가치, 담수양식을 통한 경제성 분석 및 평가에 관한 자료가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 담수양식 감성돔의 어육을 해수에서 사육한 감성돔과 비교·평가하며, 또한 치어 및 육성어 양식을 통한 수익성 분석을 실시하여 감성돔 담수양식을 위한 자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 어육평가

#### 1) 근육의 탄력도

육상수조에서 해수사육한 감성돔 중형어(전장 20.2±1.5 cm, 체중 142±3.9 g)를 대상으로 염분 0, 5, 30‰에서 12주간 사육한 실험어 근육의 탄력도를 경도(hardness) 및 강도(strength)로 나누어 측정하였다.

실험에 사용한 어체 탄력도 측정기기는 Rheometer (CR-100D, Sun Science Co. Ltd., Japan)였으며, 어육편(20×20×5 mm)의 절단면에 직경 20 mm의 구형 plunger를 사용하여 하중량 2 kg, 3 mm/min 속도로 어육편이 파열될 때까지 상승시킨 후, 이때 plunger에 가해진 하중량(g/cm<sup>2</sup>)을 구하여 탄력도를 측정하였다.

#### 2) 어육의 외관, 질감, 맛 및 냄새 평가를 위한 설문조사

19개월간(2001년 7월~2003년 1월) 담수 및 해수에서 사육한 감성돔(체중 200~250 g)의 어육을 횡감으로 준비한 다음, 해양수산관련 기관에 소속한 연구자 및 대학원생 30명에게 시식토록 한 다음, 어육의 외관, 질감, 맛 및 냄새에 대한 평가를 설문조사하였다. 설문평가 내용은 Table 1과 같으며, 각 설문 항목에 대한 특성이 가장 강할 때 +3점, 가장 약할 때 -3점으로 기준을 설정한 후, 각 항목의 점수를 평균하여 평가하였다.

### 수익성 분석

감성돔의 담수양식에 따른 수익성 평가를 위한 사육실험은 충남 아산시에 소재한 아산양어장에서 실시하였다. 수익성 평가는 치어 및 육성어 사육을 통해 나타난 손익자료를 이용하여 순수익(조수입-지출) 및 순수익률(순수익/조수입×100)을 계산하였다.

#### 1) 치어 사육

축계식 양식장에서 생산된 평균전장 7 cm, 평균체중 5.5 g인 감성돔 치어(기형률 0.4% 이하) 100000마리를 20,000,000원

(200원/마리)에 구입한 후, 2001년 7월부터 담수를 사용하여 사각 콘크리트 수조(총수면적 660 m<sup>2</sup>)에서 치어의 평균체중이 100 g 까지 성장이 되도록 사육하였다. 사육에 사용된 사료는 상품사료(단백질 44% 이상, 조지방 7.0% 이상, 조섬유 4.0% 이하, 조회분 17.0% 이하, 칼슘 1.2% 이상, 인 1.0% 이하, 천하제일, 한국)를 매일 반복으로 3~4회 나누어 공급하였다.

#### 2) 육성어 사육

담수에서 사육된 평균전장 18 cm, 평균체중 100 g인 감성돔 육성어 50000마리를 40,000,000원(800원/마리)에 구입한 후, 2002년 5월부터 담수를 사용하여 사각 콘크리트 수조(총수면적 1650 m<sup>2</sup>)에서 육성어의 평균체중이 400 g까지 성장이 되도록 사육하였다. 사육에 사용된 사료는 상품사료(단백질 42% 이상, 조지방 7.0% 이상, 조섬유 4.0% 이하, 조회분 17.0% 이하, 칼슘 1.2% 이상, 인 2.7% 이하, 천하제일, 한국)를 매일 반복으로 2회 나누어 공급하였다.

### 통계처리

각 실험에서 얻어진 자료값 사이의 유의차 유무는 SPSS-통계패키지(version 9.0)에 의한 ANOVA와 Duncan's multiple range test (근육의 경도 또는 강도의 염분별 유의성) 또는 t-test (설문조사 항목에 대한 담수와 해수사육의 유의성)로 검정하였다.

## 결 과

### 어육평가

#### 1) 근육의 탄력도

염분 0, 5 및 30‰에서 12주 동안 사육된 감성돔 근육의 탄력도를 측정된 결과, 근육의 경도는 0‰에서 9210±1215 g/cm<sup>2</sup>, 5‰에서 8809±1421 g/cm<sup>2</sup>였으며, 30‰에서 9987±1893 g/cm<sup>2</sup>로 30‰에서 가장 높았지만 유의한 차이는 없었다(P>0.05) (Fig. 1). 근육의 강도 또한 0‰에서 30693±6355 g/cm<sup>2</sup>, 5‰에서 29448±9012 g/cm<sup>2</sup>였으며, 30‰에서 31931±6549 g/cm<sup>2</sup>로 가장 높았지만 유의한 차이는 인정되지 않았다(P>0.05) (Fig. 1).

#### 2) 어육의 외관, 질감, 맛 및 냄새 평가를 위한 설문조사

어육의 외관은 육색의 투명감과 육질의 광택으로 평가하였는데, 담수 및 해수에서 육색의 투명감은 각각 1.4, 0.8, 육질의 광택은 각각 1.3, 0.8로 담수에서 더 나은 것으로 나타났으나 유의한 차이는 인정되지 않았다. 어육의 질감은 단단함(경도), 탄력성, 점성, 촉촉한 정도, 씹힘성 및 어육의 질로 평가하였다. 그 결과, 담수 및 해수에서 단단함은 각각 1.2, 1.6, 탄력성은 1.2, 1.6으로 해수사육 감성돔이 다소 높았으며, 점성은 1.1, 1.1, 촉촉한 정도는 1.6, 1.4, 씹힘성은 1.6 1.8, 어육의 질은 0.7, 0.7로 담수 및 해수사육 감성돔이 서로 비슷한 수준을 나타냈다.

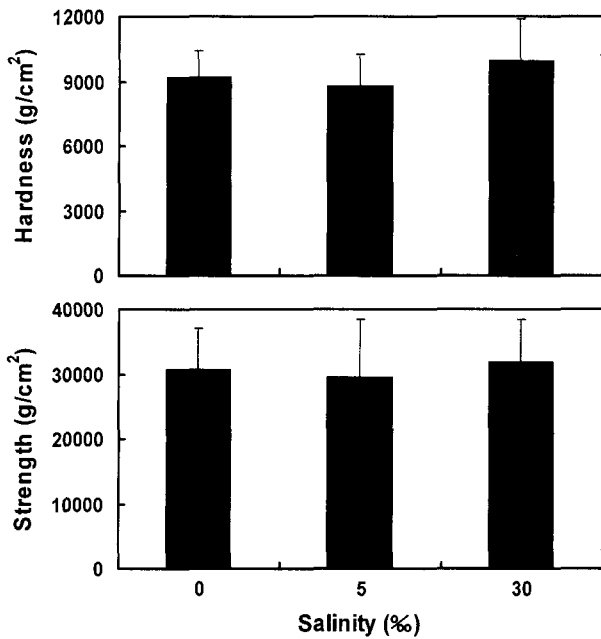


Fig. 1. Change of hardness and strength of flesh of black porgy to different salinities.

Table 1. Comparison of flesh of black porgy cultured in freshwater and seawater

Items		Freshwater	Seawater
Appearance	transparency	1.4	0.8
	luster	1.3	0.8
Texture	hardness	1.2	1.6
	elasticity	1.2	1.4
	viscosity	1.1	1.1
	moisture	1.6	1.4
	chewiness	1.6	1.8
	quality	0.7	0.7
Taste	sweetness	0.9	1.0
Flavor	fishy smell	-0.1	-0.1

어육의 맛에 대하여 단맛으로 평가한 결과, 담수 및 해수에서 각각 0.9, 1.0으로 나타났다. 냄새는 비린내로 평가를 하였지만, 담수 및 해수 모두에서 -0.1로 차이가 나타나지 않았다(Table 1).

수익성 분석

1) 치어

담수에서 감성돔 치어 100000마리를 100 g까지 성장시키는 데 10개월이 소요되었으며, 최종 생존율은 80%, 사료효율은 89%로 나타났다. 조수입은 육성어 판매비 80,000,000원(1,000원/마리)이었으며, 지출은 운영비 53,500,000원과 시설 감가상각비 2,500,000원을 합한 56,000,000원으로 나타났다. 조수입에서 지출을 제외한 순수익은 24,000,000원으로 조수입의 30.0%였다. 지출비 중 치어구입비 35.7%, 인건비 30.4%, 사료비 22.8%, 전기료와 시설 감가상각비가 각각 4.5% 순으로 지출되었다(Table 2).

2) 육성어

담수에서 감성돔 육성어 50000마리를 400 g까지 성장시키는 데는 10개월이 소요되었으며, 최종 생존율은 64%, 사료효율은 50%로 나타났다. 조수입은 상품어 판매비 145,920,000원(32000 마리×400 g, 11,400원/kg)이었으며, 지출은 운영비 89,550,000원과 시설 감가상각비 2,500,000원을 합한 92,050,000원으로 나타났다. 조수입에서 지출을 제외한 순수익은 53,870,000원으로 조수입의 36.9%였다. 사육기간중 육성어 구입비 43.4%, 사료비 31.3%, 인건비 18.5%, 전기료와 시설 감가상각비가 각각 2.7% 순으로 지출되었다(Table 3).

고 찰

감성돔은 송어, 농어와 함께 삼투압조절 능력이 우수한 어종으로 해수 및 기수뿐만 아니라 담수에서도 장기간 사육이 가능

Table 2. Evaluation of profitability of cultured black porgy in adult size (100 g) in freshwater

Income and total cost	Items	Detailed budgets			Basis of calculation	
		Cost/unit (won)	Quantity	Cost (won)		
Income	Total revenue	1,000	80000	80,000,000	80000 fish × 1,000 won	
	Total sum			56,000,000 (100%)		
Total cost	Operating cost			53,500,000 (95.5%)		
		Sum		53,500,000 (95.5%)		
		Fry	200	100000	20,000,000 (35.2%)	100000 fish × 200 won
		Feed	1,500	11000	12,750,000 (22.8%)	1,500 won/kg × 9000 kg
		Labor	1,700,000	10	17,000,000 (30.4%)	1,700,00 won/person × 10 months
		Electricity	250,000	10	2,500,000 (4.5%)	250,000 won × 10 months
		Tank facility supplies	100,000	10	1,000,000 (1.8%)	10 sorts × 100,000 won
	Chemicals	25,000	10	250,000 (0.4%)	25,000 won × 10 months	
	Etc.			2,500,000 (4.5%)		
	Sum			2,500,000 (4.5%)		
	Depreciation	250,000	10	2,500,000 (4.5%)	Construction total 25,000,000 won×1/10	
Gross profit	Income - Total cost			80,000,000 won - 56,000,000 won = 24,000,000 won (30.0%)		

**Table 3.** Evaluation of profitability of cultured black porgy in marketable size (400 g) in freshwater

Income and total cost	Items	Detailed budgets			Basis of calculation
		Cost/unit (won)	Quantity	Cost (won)	
Income	Total revenue	11,400	12800	145,920,000	32000 fish × 0.4 kg = 12800 kg
Total cost	Total sum			92,050,000 (100%)	
	Sum			89,550,000 (97.3%)	
	Juvenile	800	50000	40,000,000 (43.4%)	50000 fish × 800 won
	Feed	1,500	19200	28,800,000 (31.3%)	1,500 won/kg × 19200 kg
	Labor	1,700,000	10	17,000,000 (18.5%)	1,700,00 won/person × 10 months
	Electricity	250,000	10	2,500,000 (2.7%)	250,000 won × 10 months
	Tank facility supplies	100,000	10	1,000,000 (1.1%)	10 sorts × 100,000 won
	Chemicals	25,000	10	250,000 (0.3%)	25,000 won × 10 months
	Sum			2,500,000 (2.7%)	
	Etc.	Depreciation	250,000	10	2,500,000 (2.7%)
Gross profit	Income - Total cost	145,920,000 won - 92,050,000 won = 53,870,000 won (36.9%)			

한 것으로 알려져 있다(Chang et al., 2002; Min et al., 2005). 또한 내분비 및 혈액생리학적 연구를 통해 감성돔의 담수사육 시 어체가 받는 스트레스 정도와 삼투압조절 능력 등 생리학적 측면에서 해수에서 사육한 감성돔과 차이가 없으며, 성장 및 생존율에서도 담수사육한 감성돔의 성장이 더 높은 것으로 나타나 감성돔의 담수양식 가능성을 제시한 바 있다(Min et al., 2005). 그러나, 감성돔 담수양식 시 어체의 맛, 탄력, 냄새 등 식품으로서의 가치가 해수사육한 감성돔에 비해 떨어지거나, 수익성이 다른 어종에 비해 낮다면 실제 양식 현장에서는 감성돔의 담수양식을 기피하는 현상이 나타날 것으로 예상되므로, 어육평가 및 수익성 분석이 뒷받침되어야 한다.

Min et al. (2005)은 감성돔을 담수에서 90일간 사육한 결과, 어체의 수분, 단백질, 지방, 회분의 체성분 조성에 있어 해수사육과 차이가 없었다. 본 연구에서는 직접 측정하지는 않았지만 담수에서의 사육기간이 동일하다는 점으로 볼 때, 담수사육에 따른 감성돔의 체성분 조성은 변화가 없을 것으로 생각된다. 또한 담수어종인 틸라피아(*Oreochromis niloticus*)를 해수에서 장기간 사육(180일간)하였을 때에도 체성분 조성은 담수와 해수에서 차이가 없는 것으로 보아(Jeon et al., 1990), 염분은 동일한 어종의 체성분 조성에는 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

본 연구에서는 담수사육한 감성돔의 육질조직을 핏감으로서 상품성을 판단하기 위해 어육의 경도와 강도를 분석하였다. 경도의 경우 담수사육에서 9210±1215 g/cm<sup>2</sup>, 해수사육에서 9987±1893 g/cm<sup>2</sup>였으며, 강도는 30693±6355 g/cm<sup>2</sup>, 31931±6549 g/cm<sup>2</sup>로 해수사육이 다소 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 틸라피아를 해수로 순화하여 사육하였을 때 강도가 해수에서 더 높았다는 보고와 유사한 것으로 나타났다(Yoon et al., 1996). 어육 강도의 저하요인인 어육의 연화는 근섬유의 Z-disk 붕괴, actomyosin complex 해리 및 collagen 섬유의 약화 등에 의한 것으로 알려

져 있다(Yoon et al., 1996). 이와 같은 연구결과들을 볼 때, 담수사육은 해수사육에 비해 어육의 연화 진행에 영향을 미칠 수 있음을 나타내고 있다. 그러나 실제로 본 연구에서 시식을 통한 설문조사 결과, 담수사육 감성돔의 경도, 탄력성, 어육의 씹힘성, 어육의 외관상(투명감, 광택), 단맛, 냄새(비린내) 등이 해수사육 감성돔과 차이가 나지 않는 것으로 조사되었다. 이상의 결과들을 종합해 보면, 담수사육에 따른 감성돔의 강도, 경도와 같은 물성을 비롯하여 사람이 느끼는 맛, 냄새 등이 해수사육 감성돔과 유의한 차이가 나타나지 않는 것으로 볼 때, 담수양식한 감성돔 어육의 식품으로서의 이용은 가능하다고 판단된다. 또한 앞으로는 육질의 맛을 좌우하는 유리아미노산, betaine, total creatinine, 핵산관련 물질 등의 다양한 정미성분을 통한 식품가치 평가가 필요한 것으로 생각된다.

본 연구에서는 감성돔의 담수양식에 따른 수익성을 평가하기 위해, 감성돔의 치어와 육성어를 각각 10개월간 양식한 후 이에 따른 조수입과 지출비용을 산출·조사하였다. 본 연구에서 조수입은 생산 판매비로 상품어의 경우, 145,920,000원이었으며, 판매단가는 400 g 기준으로 11,400원/kg으로 나타났다. 이는 같은 해(2002년) 양식 넘치(400 g 기준, 5,000원/kg)보다 2배 이상 높은 것으로서 넘치보다 수익성이 높은 것으로 평가되었다. 또한 치어와 육성어 양식에 따른 순수익(률)은 각각 24,000,000원(30.0%), 53,870,000원(36.9%)으로 순수익 및 순수익률은 육성어 사육이 치어 사육보다 높은 것으로 나타났다.

한국에서 가장 많이 양식되고 있는 넘치의 경우 수면적 4,950 m<sup>2</sup>의 대규모 양식장을 제외하고는 순수익이 마이너스로 조사되었다(Table 4) (해양수산부, 2003). 이는 태풍에 의한 시설물 파괴, 집중호우에 의한 사육수 염분변화 등으로 어체는 스트레스를 받게 되며, 이는 성장부진, 질병발생 증가로 이어져 생산성을 떨어뜨리는 원인으로 판단된다. 이와 같이 일반적으로 해산어류 양식은 태풍, 적조 등 자연재해와 수질오염에 의한 질병감염에

**Table 4.** Average income on 43 aquaculture farms of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* in Korea, 2002

Items	Scale of aquaculture system				
	1650 m <sup>2</sup>	2970 m <sup>2</sup>	3960 m <sup>2</sup>	4950 m <sup>2</sup>	over 4950 m <sup>2</sup>
Gross profit (won)	-7,332	-42,127	-33,752	67,484	-108,842
Gross profit rate (%)	-5.0	-12.0	-9.0	6.0	-10.0

쉽게 노출되는 점을 고려해 볼 때, 감성돔의 담수양식은 이러한 부분을 크게 배제할 수 있으므로 안정적으로 고수익을 올릴 수 있을 것으로 사료된다.

이상의 결과 및 자료를 종합해 볼 때, 감성돔의 담수양식에 따른 수익성은 한국의 대표적인 양식어종인 넙치에 비해 판매 단가뿐만 아니라 순수익(률) 또한 높은 것으로 나타났다. 따라서 앞으로는 어체의 건강도 등 질적인 측면뿐만 아니라 생존율을 높임으로써 생산성 및 수익성을 향상시킬 수 있도록 우량종묘의 선택, 어병예방, 사육환경 개선 등 감성돔 담수양식에 필요한 기술을 개발해야 할 것으로 보인다.

**요 약**

해산어류인 감성돔의 담수사육에 따른 어육을 평가하기 위하여 근육의 경도와 강도를 조사하였으며, 설문조사를 통한 어육의 외관, 질감, 맛 및 냄새를 분석하였다. 또한 수익성분석을 위해 치어 및 육성어를 10개월간 양식하여 각각의 순수익(률)을 산출하였다.

담수사육 감성돔 근육의 경도 및 강도는 각각 9210±1215 g/cm<sup>2</sup>, 30693±6355 g/cm<sup>2</sup>로 해수사육의 9987±1893 g/cm<sup>2</sup>, 31931±6549 g/cm<sup>2</sup>보다 다소 낮았으나 유의한 차이는 없었다. 또한 설문조사한 결과, 어육의 외관, 질감, 맛 및 냄새에서도 담수 및 해수사육한 감성돔사이에 차이가 없는 것으로 나타났다.

감성돔 치어 및 육성어를 담수에서 10개월간 양식하였을 때 순수익(률)은 각각 24,000,000원(30.0%), 53,870,000원(36.9%)으로 나타났다.

**감사의 글**

본 연구는 해양수산부 수산특정연구개발사업(과제번호: 20000108) 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

**참고문헌**

Chang, Y. J., B. H. Min, H. J. Chang and J. W. Hur, 2002. Comparison of blood physiology in black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*) cultured in converted freshwater from seawater and seawater from freshwater. *J. Kor. Fish. Soc.*, 35, 595-600.

Jeon, J. K., D. S. Joo, C. W. Park, H. T. Huh and E. H. Lee, 1998. Studies on the food components of tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in seawater. *J. Kor. Fish. Soc.*, 23, 334-338.

Kinoshita, I. and M. Tanaka, 1990. Differentiated spatial distribution of larvae and juveniles of the two sparids, red and black sea bream, in Shijiki Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1807-1813.

Kitajima, C. and Y. Tsukashima, 1983. Morphology, growth and low temperature and low salinity tolerance of sparid hybrids (*Sparus sarba*, *Acanthopagrus schlegeli*). *Jap. J. Ichthyol.*, 30, 275-283.

Min, B. H., C. Y. Choi and Y. J. Chang, 2005. Comparison of physiological conditions on black porgy, *Acanthopagrus schlegeli* acclimated and reared in freshwater and seawater. *J. Aquaculture*, 18, 37-44.

Min, B. H., B. K. Kim, J. W. Hur, I. C. Bang, S. K. Byun, C. Y. Choi and Y. J. Chang, 2003. Physiological responses during freshwater acclimation of seawater-cultured black porgy (*Acanthopagrus schlegeli*). *Kor. J. Ichthyol.*, 15, 224-231.

Tanaka, M., R. Kimura and M. Tagawa, 1991. A thyroxin surge during development of black sea bream larvae and its ecological implication in inshore migration, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1827-1832.

Yoon, H. D., T. J. Kim, S. J. Kim and J. H. Lee, Postmortem changes in muscle of sea water acclimated tilapia, *Oreochromis niloticus*, *J. Kor. Fish. Soc.* 29, pp. 279-286, 1996.

해양수산부, 주요양식품종 어가별 소득자료집, 2003.

해양수산부, 2003년 해양수산통계연보, 2004.

원고접수 : 2005년 9월 26일

수정본 수리 : 2006년 2월 7일