

저염분 해수사육 강도다리 *Platichthys stellatus*의 체성분 특성

임한규[†] · 김영수^{*} · 손맹현 · 김경덕 · 정민환 · 장영진^{*}

([†]국립수산과학원 · ^{*}부경대학교)

Quality Characteristics of Starry Flounder *Platichthys stellatus* Meat Reared in Different Salinity

Han-Kyu LIM[†] · Young-Soo KIM^{*} · Maeng-Hyun SON · Kyoung-Duck KIM

Min-Hwan JEONG · Young-Jin CHANG^{*}

([†]National Fisheries Research and Development Institute · ^{*}Pukyong National University)

Abstract

This study was performed to evaluate the food value of starry flounder *Platichthys stellatus* reared in different salinity. Results of salinity experiment in starry flounder clearly showed that there were no significant difference among cohesiveness and hardness except springiness. Proximate composition of muscle, crude lipid at the salinity 0 psu was significantly higher than those 15 psu and 33 psu, but there was no significant difference in terms of crude protein, moisture and ash. While variations in some amino acid composition, serine and threonine contents were observed among fishes reared in different salinity of water, but no significant difference among the other amino acid contents. Muscle fatty acid composition showed significant difference among C16:0, C16:1n-7, C20:1n-9, C22:5n-3 and C24:0. Results of a sensory evaluation clearly indicated that there were no significant difference in odor and color of fish muscle reared in different salinity. But taste, texture and overall acceptability showed the lowest values in 0 psu.

Key words: Starry flounder, Meat component, Fatty acid, Amino acid, Salinity

I. 서론

2010년 우리나라의 해산어류 양식생산량은 총 80,110톤이었고, 이중 성장이 빠르고 고밀도 사육이 가능하며 시장에서 수요가 많은 넙치 *Paralichthys olivaceus*가 전체의 51.1%를 차지하는 40,925톤이 생산되었다. 이처럼 특정 품종에 편중된 어류양식 생산구조는 매년 과잉생산과 가격 하락을 초

래하여 양식어가의 경영을 어렵게 하고 있다. 따라서 많은 양식어업인들이 넙치를 대체할 새로운 양식품종 개발에 관심을 가지고 있으며, 최근 새로운 양식대상 품종으로 강도다리 *Platichthys stellatus*가 주목받고 있다. 강도다리는 염분 내성이 강하며 삼투압조절 능력이 뛰어난 광염성 특성을 가지고 있기 때문에 동해로 흐르는 강 하구와 해안의 호수에 까지 들어가 살 수 있다고 알

[†] Corresponding author : 051-720-2431, limhk@nfrdi.go.kr

^{*} 본 연구는 수산특정연구개발사업(강도다리의 염분 내성 및 저염분 해수를 활용한 완전양식 기술 개발)과 국립수산과학원의 수산시험연구과제(RP-2012-AQ-010)로 수행되었음.

려져 있다(Kim et al., 2001). 이 같은 강도다리의 뛰어난 삼투압조절 능력을 양식에 이용하기 위하여, 강도다리의 담수산육 기술개발(Kim et al., 2009), 염분에 따른 강도다리 혈액의 생화학적 성상 및 lysozyme 활성 변화(Kwon et al., 2007), 갑상선호르몬 투여에 따른 강도다리의 생리적 반응(Min et al., 2009) 등에 관한 연구가 이루어졌다. 이러한 연구결과를 바탕으로 제주도에서 풍부한 지하해수를 활용한 강도다리 양식이 추진되고 있다. 제주도의 지하해수는 연중 18°C 전후로 일정한 온도를 유지하지만 자연 해수보다 염분이 낮고, 특히 강수량에 따라 염분 변화가 심한 특성이 있어 넙치보다 염분 내성이 강한 강도다리 양식에 더 적합하다고 판단된다. 제주도에서 지하해수를 활용한 강도다리 양식이 활성화 된다면 다음과 같은 많은 장점들을 제공해 줄 것이다. 첫째, 제주도 지역의 지하해수 수온이 강도다리의 성장 적수온인 18°C 전후로써 연중 빠른 성장이 기대된다. 둘째, 어체와 저염분인 지하해수의 삼투농도가 비슷해지기 때문에 삼투압조절에 소비되던 에너지가 성장에 투입되므로 성장이 빠를 것으로 기대된다. 이와 함께 자연해수와 적절히 혼합하여 사용한다면 염분변화에 의한 기생충 및 세균 번식 억제와 일부 질병치료가 가능하므로 항생제와 같은 화학약제의 사용을 줄일 수 있을 것이다. 또한 강도다리는 넙치와 같은 사육공간을 이용하므로 넙치의 생산량을 줄이고 대신 넙치보다 비싼 강도다리의 생산을 늘려 넙치 가격조절에도 일조를 할 것으로 예상된다. 그러나 제주도의 지하해수는 일반 해수와 비교하여 염분이 낮고 강수량에 따라 염분 변화가 심하기 때문에 사육되는 강도다리의 체조성이나 맛에 영향을 미칠 가능성이 있다. 이전의 일부 연구에서도 염분과 온도 등 외부환경 요인이 어류 근육의 물리·화학적 특성변화에 영향을 미친다고 알려져 있다(Yoon et al., 1996; Imsland et al., 2001; Krogdahl et al., 2004; Xu et al., 2010). 따라서 본 연구에서는 강도다리 저염분 순화양식을 위한

기초 자료로 활용하기 위하여 각기 다른 염분에서 사육한 강도다리 근육의 일반 체조성, 지방산 및 아미노산 조성 그리고 맛을 비교·평가하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험어

염분별 실험구는 0 psu(담수구), 15 psu(저염분 해수구) 및 33 psu(자연 해수구)로 설정하였다. 실험어는 국립수산물관리과 생물사육실에서 해수로 사육중인 강도다리 45마리(전장 33.0 ±2.4 cm, 체중 517.5±127.3 g)를 0, 15 및 33 psu로 염분을 조절한 사육수조(1.2톤 FRP 원형수조)에 15마리씩 수용하여 30일간 사육하였다.

실험기간 중 15 psu 실험구의 염분은 담수와 해수를 일정비율로 혼합하여 유지하였다. 수온은 여과한 자연해수를 사용하여 13.1~18.7°C 범위였으며, 광주기는 자연상태로 유지하였다. 먹이는 상업용 넙치사료(54.0% protein, 11% fat, 3.0% fiber, 14.0% ash, and 2.7% phosphorus, 1.5% Calcium, Suhyupfeed Co., Korea)를 1일 2회 반복 공급하였다.

2. 분석방법

근육의 물리·화학적 분석을 위하여 실험어를 2-phenoxyethanol (100 ppm)로 마취한 후, 아가미 혈관을 절개하여 혈액을 제거한 다음 즉시 껍질을 벗기고, 가식부를 분리하여 물성테스트 시료를 제외한 시료는 분석 전까지 -80°C 초저온냉동고에 보관하였다. 일반성분은 가식부를 분쇄하여 사용하였으며, 물성테스트는 등 근육만을 사용하였다. 물성측정은 각 실험구의 등 근육을 가로 30 mm, 세로 20 mm, 폭이 5~10 mm인 절편으로 만들어 Rheometer (COMPAC-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 탄력성(springness), 응집성(cohesiveness), 경도(hardness)를 측정하였다. 측정조건은 plunger diameter 2 mm, load cell

2 kg, table speed 120 mm/min으로 하였고, 모든 측정은 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 각 파라미터 계산은 Rheology data system ver. 3.0으로 계산하였다.

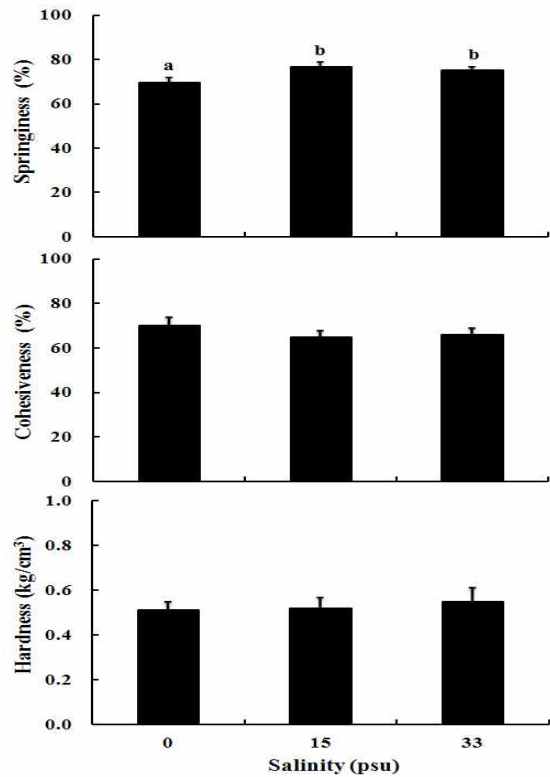
실험어 근육의 수분은 135°C에서 2시간 건조 후 측정하였으며, 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Gerhardt VAP500T/TT125, KG, Germany)을 사용하여 분석하였다. 조지방은 조지방추출기 (Velp SER 148, Usmate, Italy)를 사용하여 ether로 추출한 후 측정하였으며, 조회분은 550°C에서 6시간 동안 회화 후 측정하였다. 구성아미노산의 조성은 6N-HCl 용액으로 생육을 분해한 후 구연산완충용액으로 정용하여 아미노산자동분석기 (Biochrom-30, Netherland)를 사용하여 분석하였다. 지방산 분석은 메탄올과 클로로포름 혼합액으로 총지질을 추출하였으며, 14% BF₃-methanol (Sigma, USA)로 지방산을 methylation 시킨 후, capillary column (HP-INNOWax, 30 m × 0.32 mm × 0.5 μm, USA)이 장착된 gas chromatography (HP-6890)로 분석하였다. Carrier gas로 헬륨을 사용하였으며, oven 온도는 170°C에서 225°C까지 1°C/min 증가시켰고, injector의 온도는 250°C, detector (FID) 온도는 270°C로 설정하였다.

각 실험구의 등 근육을 일정한 크기로 썰어 4±1°C의 냉장고에 1시간 정도 넣어 둔 후 관능검사를 실시하였다. 이때 염분별 강도다리 시료를 넘치와도 비교하였다. 기호도 검사는 일반인 30명을 대상으로 냄새(odor), 색(color), 맛(taste), 질감(texture) 및 기호도(overall acceptability)에 대하여 9점 척도법을 사용하여 설문방식으로 실시하였다.

각 실험결과로부터 얻어진 측정값 사이의 유의차 유무는 SPSS-통계 패키지(version 10.1)에 의한 ANOVA 및 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

III. 결과

염분별로 사육한 강도다리의 물성테스트 결과 탄력성은 0 psu에서 69.64±1.92%, 15 psu에서 76.61±1.93%, 33 psu에서 75.13±1.33%로 0 psu에서 사육한 강도다리의 탄력성이 15와 33 psu에서 사육한 강도다리의 탄력성보다 유의하게 낮았다 (P<0.05). 응집성은 0, 15 및 33 psu에서 각각 70.09±3.25, 64.71±2.66 및 65.93±2.70%였고, 경도는 각각 0.51±0.03, 0.52±0.04 및 0.56±0.044 kg/cm²로 모든 실험구에서 유의한 차이를 보이지 않았다 (P>0.05) [Fig. 1].

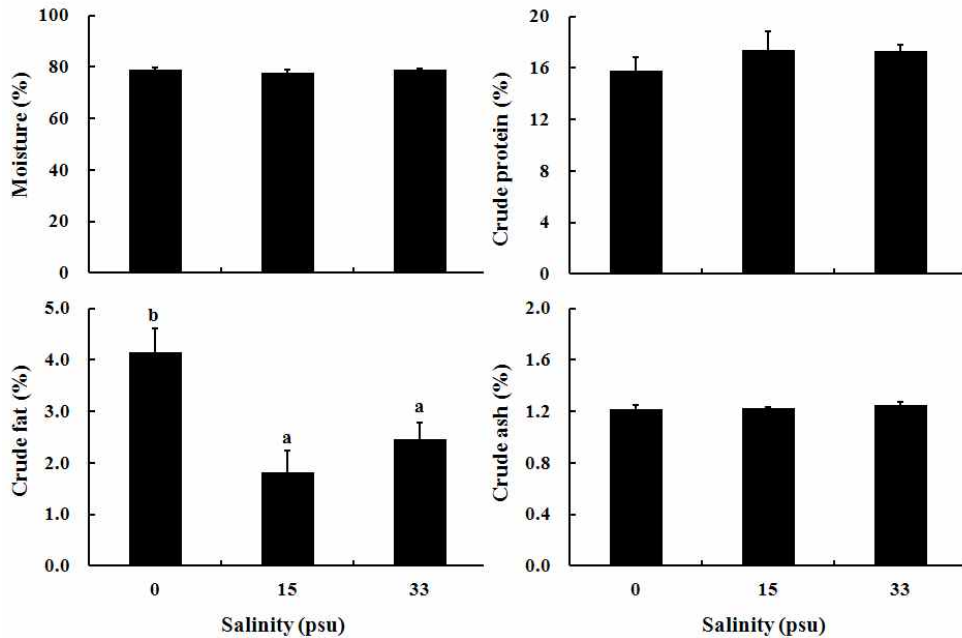


[Fig. 1] Levels of springiness, cohesiveness and hardness of muscle of starry flounder reared in different salinities (0, 15 and 33 psu). Same capital letters indicate no significant difference (P>0.05). Each value represents the mean±SE (n=10)

근육의 일반성분 분석 결과, 0, 15 및 33 psu의 실험구에서 수분은 각각 78.9±1.0, 77.7±1.4 및

78.9±0.5%로 유의한 차이를 보이지 않았고($P > 0.05$), 조단백질도 각각 15.8±0.7, 17.4±1.1 및 17.3±0.8%로 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 조회분도 0, 15 및 33 psu의 실험구에서 각각 1.2±0.03, 1.2±0.01 및 1.3±0.03%로 사육 염분에 따른 차이를 보이지 않았다. 그러나 조지방은 0

psu에서 4.2±0.5%, 15 psu에서 1.8±0.4%, 33 psu에서 2.5±0.3%로 0 psu에서 사육한 강도다리의 근육에서 15와 33 psu에서 사육한 강도다리의 근육보다 조지방이 유의하게 높게 나타났다($P < 0.05$) [Fig. 2].



[Fig. 2] Proximate composition of muscle in starry flounder reared in different salinities (0, 15 and 33 psu). Same capital letters indicate no significant difference ($P > 0.05$). Each value represents the mean±SE (n=10)

사육수의 염분에 따른 근육의 구성아미노산 조성 변화는 <Table 1>에서 보는 바와 같다.

Threonine은 0, 15 및 33 psu에서 각각 4.2±0.07, 4.3±0.07 및 4.6±0.09%, serine은 각각 4.2±0.03, 4.0±0.15 및 4.5±0.07%로 33 psu에서 사육한 강도다리 보다 저염분(0, 15 psu)에서 사육한 강도다리에서 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 그러나 threonine과 serine을 제외한 강도다리 근육의 아미노산 조성은 사육수의 염분에 따른 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

사육수의 염분에 따른 강도다리 근육 지질의 지방산 조성은 <Table 2>와 같다. 염분별 사육한

강도다리 근육에 다량 함유되어 있는 지방산은 C16:0, C16:1n-7, C18:1n-9, C18:2n-6, C20:5n-3 및 C22:6n-3 등이었으며, C16:0, C16:1n-7, C20:1n-9, 22:5n-3 및 C24:0 함량이 염분에 따라 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

사육수의 염분에 따른 강도다리 육의 관능적 특성을 조사한 결과는 <Table 3>과 같다. 염분별로 사육한 강도다리 근육의 관능조사를 실시한 결과 향(냄새)은 염분별로 차이를 보이지 않았으며, 눅치와도 차이가 없었다. 색택은 강도다리에서 염분별로 차이를 보이지 않았으나 눅치에 비해 선명도가 낮았다. 맛은 33, 15 psu에서 사육한

강도다리 그리고 넙치에서는 차이가 없었으나, 0 psu에서 사육한 강도다리에서 유의적으로 낮은 값을 보였다($P < 0.05$).

<Table 1> Combined amino acid contents of starry flounder reared in different salinities (% in protein)

	Salinity (psu)		
	0	15	33
Asp	10.4±0.22 ^a	10.3±0.26 ^a	10.5±0.13 ^a
Thr	4.2±0.07 ^b	4.3±0.07 ^b	4.6±0.09 ^a
Ser	4.2±0.03 ^{ab}	4.0±0.15 ^b	4.5±0.07 ^a
Glu	15.1±0.10 ^a	15.2±0.15 ^a	15.3±0.12 ^a
Gly	5.8±0.26 ^a	5.7±0.15 ^a	5.7±0.10 ^a
Ala	6.2±0.15 ^a	6.1±0.22 ^a	6.1±0.12 ^a
Cys	0.5±0.13 ^a	0.5±0.21 ^a	0.9±0.00 ^a
Val	4.7±0.21 ^a	4.6±0.23 ^a	4.7±0.03 ^a
Met	3.0±0.06 ^a	2.3±0.55 ^a	2.8±0.22 ^a
He	4.2±0.03 ^a	4.3±0.06 ^a	4.2±0.00 ^a
Leu	8.1±0.12 ^a	8.3±0.12 ^a	8.3±0.06 ^a
Tyr	3.7±0.06 ^a	3.7±0.03 ^a	3.7±0.12 ^a
Phe	4.0±0.03 ^a	4.0±0.07 ^a	3.8±0.09 ^a
His	2.3±0.03 ^a	2.4±0.09 ^a	2.4±0.06 ^a
Lys	9.4±0.26 ^a	9.4±0.23 ^a	9.4±0.03 ^a
Arg	6.4±0.15 ^a	6.2±0.17 ^a	6.3±0.03 ^a

Same capital letters indicate no significant difference ($P > 0.05$). Each value represents the mean±SD ($n=5$).

질감은 33 psu에서 사육한 강도다리 근육이 0 psu에서 사육한 강도다리 근육보다 좋았다. 전체적인 선호도에서 33, 15 psu에서 사육한 강도

<Table 2> Fatty acids composition of starry flounder reared in different salinities (% of total fatty acids)

	Salinity (psu)		
	0	15	33
C14:0	2.3±0.13 ^a	2.2±0.06 ^a	2.4±0.07 ^a
C14:1n	0.3±0.03 ^a	0.3±0.00 ^a	0.3±0.00 ^a
C15:0	2.1±0.10 ^a	1.7±0.10 ^a	1.8±0.22 ^a
C16:0	20.3±0.18 ^a	19.9±0.47 ^a	18.6±0.40 ^b
C16:1n-7	5.3±0.12 ^{ab}	4.8±0.12 ^a	6.3±0.64 ^a
C18:0	2.9±0.26 ^a	3.6±0.32 ^a	3.3±0.28 ^a
C18:1n-9	14.8±0.61 ^a	15.4±0.55 ^a	15.4±0.52 ^a
C18:2n-6	7.6±0.25 ^a	7.3±0.27 ^a	7.6±0.35 ^a
C18:3n-3	2.6±0.12 ^a	2.6±0.07 ^a	2.9±0.15 ^a
C20:1n-9	0.6±0.07 ^b	0.8±0.03 ^{ab}	0.9±0.06 ^a
C20:2n-6	0.5±0.00 ^a	0.5±0.03 ^a	0.6±0.09 ^a
C20:3n-6	0.1±0.03 ^a	0.1±0.03 ^a	0.1±0.03 ^a
C20:4n-6	3.1±0.12 ^a	3.0±0.19 ^a	3.0±0.21 ^a
C20:5n-3	10.7±0.20 ^a	11.7±0.61 ^a	9.9±0.85 ^a
C22:2n-6	0.9±0.15 ^a	0.8±0.03 ^a	1.0±0.09 ^a
C22:3n-3	0.9±0.06 ^a	0.9±0.09 ^a	0.8±0.00 ^a
C22:4n-6	0.9±0.07 ^a	0.8±0.10 ^a	0.9±0.06 ^a
C22:5n-3	2.4±0.09 ^b	2.8±0.07 ^a	2.8±0.03 ^a
C22:6n-3	21.2±0.72 ^a	20.5±1.07 ^a	20.8±0.90 ^a
C24:0	0.4±0.00 ^b	0.4±0.03 ^b	0.6±0.03 ^a

Same capital letters indicate no significant difference ($P > 0.05$). Each value represents the mean±SD ($n=5$).

다리의 근육과 넙치 근육은 유의한 차이를 보이지 않았으나($P > 0.05$), 0 psu에서 사육한 강도다리 근육이 가장 낮았다.

<Table 3> Sensory evaluation of starry flounder reared in different salinities

Item	Starry flounder			Olive flounder
	33 psu	15 psu	0 psu	33 psu
Odor	5.52±0.17 ^a	5.97±0.23 ^a	5.24±0.23 ^a	5.52±0.31 ^a
Color	5.76±0.25 ^b	6.18±0.32 ^b	5.64±0.26 ^b	7.18±0.31 ^a
Taste	5.85±0.26 ^{ab}	6.15±0.28 ^a	5.27±0.26 ^b	5.70±0.25 ^{ab}
Texture	6.73±0.26 ^a	6.45±0.27 ^{ab}	5.82±0.34 ^b	5.82±0.27 ^b
Overall acceptability	6.15±0.19 ^{ab}	6.39±0.29 ^a	5.52±0.29 ^b	5.85±0.25 ^{ab}

Same capital letters indicate no significant difference ($P > 0.05$). Each value represents the mean±SD ($n=5$).

IV. 고 찰

사육중인 어류가 염분 변화와 같은 환경 스트레스에 노출되면 1차 반응으로 시상하부-교감신경-크롬친화성세포축과 시상하부-뇌하수체-간신선축의 활성이 높아져 각 축으로부터 카테콜아민과 코르티솔을 혈중으로 분비하게 된다(Schreck et al., 1989; Perry and Reid, 1993; Chang and Hur, 1999). 2차적으로 혈액과 조직에서 카테콜아민과 코르티솔 작용으로 심장박동, 산소소비, 에너지 동원의 증가, 물-이온의 평형이 깨지게 된다(Tomasso et al., 1980; Eddy, 1981; Carmichael et al., 1984; McDonald and Milligan, 1997). 이러한 결과는 3차적으로 성장, 번식의 억제 및 면역력 감소 등을 초래한다(Wedemeyer and Yasutake, 1977; Min et al., 2005). 이처럼 환경요인의 변화가 사육중인 어류에게 스트레스로 작용하여 많은 부정적인 영향을 주었기 때문에 오래전부터 많은 연구가 수행되어왔다. 양식중인 어류가 대부분 식용으로 사용된다는 점을 감안할 때 염분이나 온도와 같은 외부환경 요인이 스트레스요인으로 작용할 뿐만 아니라 어류 근육의 물리·화학적 특성변화에 영향을 미쳐 근육의 맛과 질감 등 상품성에도 영향을 주고 있다. 그러나 환경변화에 의한 스트레스 반응에 대한 연구와는 달리 이 부분에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다.

어류의 근육 중에는 맛에 영향을 미치고 물성과 관련된 inosine monophosphate (IMP)가 존재하는데 어류 근육중의 IMP는 사후 초기에 ATP가 분해되면서 생성된다. 틸라피아 *Oreochromis niloticus*의 경우, 해수 순치한 사육어가 담수 사육한 경우보다 ATPase 활성이 증가하고(Hwang et al., 1993), IMP의 근육 축적 속도상수도 빠른 것으로 나타났다(Yoon et al., 1996). 어류에서 해수와 담수 적응에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있는 Na^+ , K^+ -ATPase가 해수 순치 시 증가하는데 이것은 환경수와 체내 혈액의 삼투농도구

배를 유지하는 Na/K pump 작용과 관련되어 있을 뿐만 아니라(Zaugg and Mclain, 1970; Forrest et al., 1973), IMP의 함량 및 경직도 등과도 관련이 있다. 이처럼 염분 변화와 같은 환경변화는 어체의 생리적 변화 이외에도 근육을 구성하고 있는 단백질의 특성을 바꿀 수 있기 때문에 인위적으로 근육의 물리·화학적 변화를 조절할 수 있다. 본 연구에서는 0 psu에서 사육한 강도다리 근육의 탄력성이 15나 33 psu에 사육한 강도다리 근육에서보다 낮았던 것을 제외하면 염분 변화가 강도다리 근육의 응집성과 경도에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 어류 근육의 물성은 염분뿐만 아니라 온도와 같은 다른 요인 과도 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Kim and Cho, 1992). 앞서 언급한 바와 같이 어류 근육의 물성은 ATP의 분해속도와 관련이 있으며, ATP와 IMP 함량은 온도와 밀접한 연관이 있다고 알려져 있다(Kim and Cho, 1992). 따라서 염분이 강도다리 근육의 물성에 미치는 영향을 정확히 파악하기 위해서는 온도와 같은 다른 인자들을 고려한 체계적인 연구가 요구된다.

본 연구에서 어체의 지질 함량은 0 psu 실험구가 15 및 33 psu 실험구에 비하여 높은 결과를 보였는데, 치어기 turbot *Scophthalmus maximus*은 염분이 높은 사육수의 실험어가 염분이 낮은 실험구에 비해 지질이 감소하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다(Imslund et al., 2001). 이와 같은 사육수의 염분에 따른 어체 근육의 지질 함량 변화는 담수 및 해수에서의 삼투압 조절에 소요되는 에너지 요구량의 차이에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Xu et al., 2010). Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* (Xu et al., 2010), red drum *Sciaenops ocellatus* (Jiang et al., 2005) 및 rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Krogdahl et al., 2004)에서는 해수에서 사육된 어체의 지질함량이 담수에서 사육된 어체에 비해 증가하는 결과를 보였으나, Min et al. (2005)은 담수에서 90일간 사육된 감성돔 *Acanthopagrus schlegelii*과 해수에서

사육된 어체의 지질 함량은 차이를 보이지 않았다고 보고하여, 염분에 따른 어체내 지질 함량 변화는 어종에 따른 차이를 보이는 것으로 판단된다.

본 연구에서 사육염분에 따른 근육의 아미노산 조성은 serine과 threonine만 사육수의 염분에 따라 차이를 보였고 나머지는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 일반적으로 유리아미노산은 생체 활성 물질의 구성성분으로 중요할 뿐 아니라 그 자체가 특징 있는 맛을 식품에 부여하기도 한다(조영제, 2008). 그러나 본 연구의 결과는 구성아미노산을 측정된 값이므로 이 결과를 근거로 맛을 언급할 수는 없다고 판단된다. 따라서 앞으로 염분에 따른 강도다리 근육의 질을 평가하기 위해서는 맛과 밀접한 연관이 있는 유리아미노산에 대한 연구가 필요하겠다.

어체의 지방산 조성은 사료의 지질과 수온, 염분과 같은 환경에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. Xu et al. (2010)은 해수에서 사육된 Japanese sea bass는 담수에서 사육된 실험어에 비하여 C16:1n-7, C20:1n-9 및 C20:5n-3과 C22:6n-3 같은 n-3 고도불포화지방산 함량이 현저하게 높았으며, n-6/n-3계 지방산의 비율도 증가한다고 보고하였다. 이러한 지방산 조성 변화는 세포막의 유동성과 관련이 있으며, 외부 환경에 대한 세포막의 항상성을 유지하기 위한 것으로 알려져 있다. Rainbow trout 및 milkfish *Chanos chanos* 역시 사육수의 염분에 따라서 어체 조직의 지방산 함량에 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Bautista et al., 1991; Haliloglu et al., 2004). 본 연구에서 실험어 근육의 지방산 중 C16:0, C16:1n-7, C20:1n-9, 22:5n-3 및 C24:0 함량이 실험구 사이에서 통계적인 차이를 보였으며, 이를 제외한 나머지 지방산은 사육수의 염분에 따른 차이를 보이지 않았다. 또한 C16:0, C16:1n-7, C20:1n-9, 22:5n-3 및 C24:0 함량도 실험구 사이에서 유의한 차이는 있었지만 각 지방산 함량 값의 차이는 현저히 낮아서 기존의 연구들과 차이를 보였다.

Min et al. (2006)의 연구에서 해수 사육 감성돔과 담수 사육 감성돔을 비교했을 때 근육의 투명감, 광택, 단맛 및 냄새 등은 차이가 없었다고 보고하였으며, 염분별로 사육한 강도다리의 관능검사 결과에서도 향과 색택은 염분별로 차이를 보이지 않았다. 그러나 0 psu에서 사육한 강도다리 근육의 질감이 15나 33 psu에서 사육한 강도다리 근육의 질감보다 낮았는데, 이것은 물성검사에서 0 psu에서 사육한 강도다리 근육의 경도가 가장 낮은 값을 보인 것과 일치하는 결과였다. 또한 관능검사에 참여한 패널들이 제시한 의견처럼 강도다리의 근육이 넙치 근육보다 단단하여 씹는 맛이 좋았다는 사실을 잘 반영하는 결과라고 판단된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 저염분 해수를 이용해 사육한 강도다리의 근육이 일반 해수에 사육한 강도다리 근육이나 넙치의 근육과 비교해 차이를 보이지 않았으므로 지하해수 등을 활용해 양식한 강도다리의 육질도 일반 해수에 사육한 강도다리와 차이를 보이지 않을 것으로 예상된다. 단 강도다리가 담수 적응 능력이 뛰어나 담수에서도 장기간 사육이 가능하지만 이 경우 전체적인 선호도가 떨어지므로 완전 담수양식은 좀 더 신중한 접근이 필요할 것으로 판단된다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 염분이 강도다리 *Platichthys stellatus* 근육의 물성 및 성분조성에 미치는 영향을 파악하고자 수행되었다. 0, 15, 33 psu에 사육한 강도다리 근육에 대한 물성테스트 결과 응집성과 경도는 유의한 차이를 보이지 않았으나 탄력성은 0 psu에서 가장 낮았다. 근육의 성분분석 결과, 조단백질, 수분 및 회분은 사육 염분에 따른 유의한 차이를 보이지 않았지만, 조지방은 15와 33 psu 보다 0 psu에서 유의하게 높았다. 구성 아미노산은 threonine과 serine만 염분에 따라 차이를

보였고, 나머지는 유의한 차이를 보이지 않았다. 근육의 지방산조성은 C16:0, C16:1n, C20:1n-9, C22:5n-3, C24:0에서 유의한 차이를 보였다. 염분 별로 사육한 강도다리의 관능검사를 실시한 결과 향(냄새)과 색택은 염분별로 차이를 보이지 않았으나, 맛과 질감 및 전체적인 선호도는 0 psu구에서 가장 낮은 값을 보였다.

참고 문헌

- 조영제(2008). 생선회학, 부산: 부경대학교 출판부, 246.
- Bautista, M. N., Valle, M. J. D. & Orejana, F.M. (1991). Lipid and fatty acid composition of brackishwater and freshwater reared milkfish (*Chanos chanos* Forskal), *Aquacult.*, 96, 241~248.
- Carmichael, G. J., Tomasso, J. R., Simco, B. A. & Davis, K. B.(1984). Characterization and alleviation of stress associated with hauling largemouth bass, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 113, 778~785.
- Chang, Y. J. and Hur, J. W.(1999). Physiological responses of grey mullet (*Mugil cephalus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by rapid changes in salinity of rearing water, *J. Korean Fish. Soc.*, 32, 310~316.
- Eddy, F. B.(1981). Effects of stress on osmotic and ionic regulation in fish. In: Pickering A.D. (ed.), *Stress and Fish*, Academic Press, London, pp. 77~102.
- Forrest, J. N. J., Cohen, A. D., Schon, D. A. & Epstein, F. H.(1973). Na transport and Na-K-ATPase in gills during adaptation to sea water: Effects of cortisol, *Am. J. Physiol.*, 224, 709~713.
- Haliloğlu, H. İ., Bayır, A., Sirkecioglu, N., Aras, N. M. & Atamanalp, M.(2004). Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater, *Food. Chem.*, 86, 55~59.
- Hwang, G. C., Yoon, H. D., Ji, C. I., Park, J. H. & Kim, S. J.(1993). Physicochemical changes in tilapia *Oreochromis niloticus* muscle induced by acclimation to sea water, *Korean J. Food. Sci. Technol.*, 25, 185~190.
- Imsland, A. K., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M.H.G., Fitzgerald, R., Bonga, S.W., Ham, E.V., NævdalG. & Stefansson, S.O.(2001). The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*), *Aquacult.*, 198, 353~367.
- Jiang, Z. Q., Liu, G. & Jing, B.(2005). Effects of salinity on feeding and growth of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*, *J. Dali. Fish. Univ.*, 20, 91~94.
- Kim, Y. S., Do, Y. H., Min, B. H., Lim, H. K., Lee, B. K. & Chang, Y. J.(2009). Physiological responses of starry flounder *Platichthys stellatus* during freshwater acclimation with different speeds in salinity change, *Korean J. Aquacult.*, 22, 28~33.
- Kim, Y. U., Myoung, J. G., Lim, Y. S., Han, K. H., Kang, C. B. & Kim, J. G.(2001). *The marine fishes of Korea*, Hangul publishing, 288.
- Kim, Y. Y. & Cho, Y. J.(1992). Early changes after death of plaice, *Paralichthys divaceus*, muscle 1. Relationship between early changes after death and temperature dependency, *J. Korean Fish. Soc.*, 25, 189~196.
- Krogdahl, Å., Sundby, A. & Olli, J.J.(2004). Atlantic salmon(*Salmo salar*) and rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*) digest and metabolize nutrients differently. Effects of water salinity and dietary starch level, *Aquacult.*, 229, 335~360.
- Kwon, M. G., Lim, H. K., Min, B. W., Byun, S. G., Kim, Y. C. & Cho, B. Y.(2007). Effects of aquaculture conditions on blood chemistry property and lysozyme activity of starry flounder, *Platichthys stellatus*, *J. Fish Pathol.*, 20, 281~289.
- McDonald, D. G. & Milligan, C. L.(1997). Ionic, osmotic and acid base regulation in stress. In: Iwama, G. W., Pickering, A. D., Sumpter, J. P., Schreck, C. B. (eds.), *Fish Stress and Health in Aquaculture*. Cambridge: University Press, 119~144.
- Min, B. H., Bang, I. C., Choi, W. S. & Chang, Y. J.(2006). Evaluation of fish flesh and

- profitability of black porgy, *Acanthopagrus schlegelii* cultured in freshwater, Korean J. Aquacult., 19, 14~18.
- Min, B. H., Choi, C. Y. & Chang, Y. J.(2005). Comparison of physiological conditions on black progy, *Acanthopagrus schlegelii* acclimated and reared in freshwater and seawater, J. Aquacult., 18, 37~44.
- Min, B. H., Lim, H. K., Chang, Y. J., Kim, Y. S. & Myeong, J. I.(2009). Effects of 3,5,3'-triiodothyronine (T3) on osmoregulation following freshwater acclimation in starry flounder, Dev. Reprod., 13, 313~320.
- Perry, S. F. & Reid, S. D.(1993). β -adrenergic signal transduction in fish: Interactive effects of catecholamines and cortisol, Fish Physiol, Biochem., 11, 195~203.
- Schreck, C. B., Bradford, C. S., Fitzpatrick, M. S. & Patino, R.(1989). Regulation of the interrenal of fishes: Non-classical control mechanism, Fish Physiol, Biochem., 7, 259~265.
- Tomasso, J. R., Davis, K. B. & Parker, N. C.(1980). Plasma corticosteroid and electrolyte dynamics of hybrid striped bass (white bass \times striped bass) during netting and hauling stress, Proc. World Maricult, Soc., 11, 303~310.
- Wedemeyer, G. A. & Yasutake, T. W.(1977). Clinical methods for the assessment of the effects of environmental stress on fish health, U.S. Fish and Wildlife Service Technical Paper 89, 18.
- Xu, J., Yan, B., Tengb, Y., Lou, G. & Lu, Z.(2010). Analysis of nutrient composition and fatty acid profiles of Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* (Cuvier) reared in seawater and freshwater, J Food Comp. Ana., 23, 401~405.
- Yoon, H. D., Kim, T. J., Kim, S. J. & Lee, J. H.(1996). Postmortem changes in muscle of sea water acclimated tilapia, *Oreochromis niloticus*, J. Korean Fish. Sci., 29, 279~286.
- Zaugg, W. S. & Mclain, L. R.(1970). Adenosine triphosphatase activity in gills of salmoids: seasonal variations and salt water influence in coho salmon, *Onchorynchus kiutch*, Comp. Biochem. Physiol., 35, 587~596.
-
- 논문접수일 : 2012년 02월 20일
 - 심사완료일 : 1차 - 2012년 03월 09일
2차 - 2012년 03월 19일
 - 게재확정일 : 2012년 03월 22일