

양식산과 자연산 황복, *Takifugu obscurus* (Abe)의 식품학적 품질평가

강희웅*, 심길보, 강덕영, 조기채, 송기철, 이진호, 송홍인, 손상규, 조영제¹
국립수산과학원 서해수산연구소, ¹부경대학교 식품공학과

Sitological Quality Evaluation of Cultured and Wild River Puffer, *Takifugu obscurus* (Abe)

Hee Woong Kang*, Kil Bo Shim, Duk Young Kang, Ki Che Jo, Ki Cheol Song, Jin Ho Lee,
Hong In Song, Sang Gyu Son and Young Je Cho¹

West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Incheon 420-400, Korea
¹Faculty of Food Bioscience & Technology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

The present study was performed to evaluate sitological quality of the cultured and wild river puffer, *Takifugu obscurus*. Proximate composition, the content of extractive nitrogen, the content of nucleotides and their related compounds, total and free amino acid, and fatty acids were analysed and sensory evaluation in the muscle of the river puffer were compared. The cultured river puffer had a higher moisture content compared to the wild fish, while there was no significant difference in crude lipid, crude protein and ash contents. Nucleotides and their related compounds including ATP, ADP, AMP, IMP, HxR and Hx were detected. The result from analyzing ATP-related compound showed difference in total content by wild and cultured river puffer, and IMP content that had largest influence upon the savory taste of sliced raw fish, was higher in the cultured fishes than wild ones. Breaking strength level of the wild river puffer was higher than that of the cultured fish. High levels of C16:0 and C18:0 were shown in all samples and -3 polyunsaturated fatty acid content were not different between the cultured and wild river puffers ($P>0.05$). Total 17 amino acids were detected in the samples, and most of the samples had high contents of glutamic acid, aspartic acid, lysine and leucine and low contents of cystine, histidine, methionine and tyrosine. The result from surveying free amino acid content of wild and cultured river puffer showed difference in content, but generally taurine and lysine content for the whole free amino acid held the most part. There was no significant difference in texture, flavor and overall acceptance score between the cultured and wild fishes ($P>0.05$).

Keywords: Nutrient compound, Proximate composition, Amino acid, Wild and cultured river puffer

서 론

복어는 시원하고 담백한 맛 때문에 고급음식으로 취급되고 있으며 독성 때문에 한국, 일본, 중국 이외에는 거의 식용으로 하지 않고 있다. 우리가 안심하고 먹을 수 있는 것은 밀복, 참복, 자주복, 까치복 정도이다(조, 2002). 복어의 국내소비량은 연간 1만톤 내외이며 국내 해면어업 복어류 생산량은 3,000~4,000톤으로 대부분은 중국 등에서 수입한 복어로 대체하고 있으며(국립수산과학원 서해수산연구소, 2006), 수입이 가능한 복어류는 황복 외 20종으로 수입형태는 2000년 이전까지는 냉동복어

형태로 수입되어 2001~2002년에 각각 8,266톤과 7,729톤이었으나 점차 수입량이 5,000톤 전후로 낮아지고 있다. 반면 활복어는 2000년 8.21톤, 2003년 118.3톤, 2005년 313.8톤으로 급격히 증가하여 주로 냉동복어에서 활복어로 전환되고 있는 실정이며, 활복어 중 자주복이 가장 많은 양을 차지하고 있다. 황복은 2003년부터 수입되기 시작하여 2005년에 14.74톤이었으며, 2002년 이전에는 냉동, 냉장형태가 대부분이었으나 최근에는 활복어 상태로 3~8월에 주로 수입되고 있다(국립수산물품질검사원, 2006).

황복을 포함한 복어류는 캐비어, 트뤼프, 푸아그라와 함께 세계 4대 진미식품의 하나로 꼽힐 만큼 맛이 뛰어나 최근에는 미 국민들도 일본에서 가공된 복어를 수입하여 많은 미식가들이 애

*Corresponding author: hwgang@nfrdi.re.kr

호하고 있다(Kang et al., 2006). 그리고 북어는 우리나라뿐만 아니라 일본에서도 부가가치가 매우 높은 종으로 인식되어 양식 자주북이 연간 5,000톤 이상 생산되고 있으며, 시장가격이 kg당 5만원 이상 호가하고 있다(Hirazawa et al., 2000). 황복은 우리나라 서해안과 중국의 동해연안에만 분포하는 지역적 특성과 산란기(4월 중순~6월 중순)에만 어획되기 때문에(Kang et al., 2006) 봄에만 맛 볼 수 있는 어종으로 인식되어 있었다. 이런 황복이 항암효과와 간장 해독작용에 탁월한 약리효과가 있다고 알려지면서 미식가들의 웰빙 건강식품으로 잘 알려져 최근 소비량이 증가하고 있는 추세로 국내에서는 국립수산물학원 서해수산연구소에서 황복양식 기술개발에 성공하여 실용화단계에 도달하였으며, 연중 먹을 수 있는 양식품종으로 자리잡아가고 있다.

양식산과 자연산 어류간에는 어종별로 영양성분이 약간의 차이를 보이며(Aoki et al., 1991), 자연산과 양식산의 영양성분 및 육질에 대한 평가는 뱀장어, 가물치(Kim et al., 2000), 조피볼락(Lee et al., 2000) 및 민어(Yoon et al., 2006) 등에서 보고되어 있다. 최근에는 우리나라에서 주로 유통되고 있는 자연산과 양식산 활어의 근육에 대한 식품학적 품질평가와 항생제, 중금속 등의 위생학적 안전성을 평가하였다(이와 조, 2006). 그러나 자주북에 대한 영양성분 연구는 다소 이루어져 있으나(Hwang et al., 2000), 황복에 대한 영양성분 및 맛에 대한 연구는 국내 외에서 찾아 볼 수 없다.

따라서 본 연구는 국립수산물학원 서해수산연구소의 양식기술을 이용하여 양식한 황복과 자연산 황복의 영양성분과 맛 등을 비교하여 양식산 황복의 식품학적 품질을 평가하고 품질급화를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험어

양식산 황복은 국립수산물학원 서해수산연구소 사육실험실에서 26개월('04. 1~'06. 5) 양식된 체중 230.0~420.0 g(평균체중 326.9±56.5 g), 체장 20.6~24.4 cm(평균체장 22.4±1.3 cm)의 5마리였으며, 사육방법은 자연해수를 이용하여 유수사육하였고, 시판용 황복사료(SCF社, 조단백질 45.0% 이상, 조지방 4.0% 이상, 조섬유 5.0% 이하, 조회분 20.0% 이하, 칼슘 1.20% 이상, 인 2.70% 이하)를 1일 2회(10:00, 16:00) 공급하였다. 자연산 황복은 경기 김포지역에서 5월 삼각망에 어획된 체중 460.0~680.0 g(평균체중 545.7±74.8 g), 체장 23.3~29.0 cm(평균체장 25.6±2.0 cm)의 5마리를 사용하였다. 양식산과 자연산 황복의 내장과 표피를 제거하고 근육을 균질화하여 시료로 사용하였다.

일반성분 및 엑스분 질소

수분은 상압기열건조법(AOAC, 1990), 회분은 건식회화법, 조단백질은 semi-micro kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법으

로 측정하였다. 엑스분 질소함량은 Hoyle et al.(1994)에 의한 trichloroacetic acid(TCA)법으로 측정하였다.

ATP 관련물질

ATP 관련물질의 측정은 Iwamoto et al.(1987)의 방법에 따라 시료를 추출한 다음 여과 및 탈기한 후 HPLC(Waters 600, USA)를 이용하여 분석하였다.

구성아미노산 조성

시료 150 mg을 6N-HCl로써 110°C의 sand bath에서 24시간 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조시킨 후, pH 2.2의 구연산 완충액으로 50 mL로 정용하여 0.22 µm membrane filter로 여과하여 아미노산 분석기(Hitachi 835, Japan)를 이용하여 분석하였다.

유리아미노산 조성

시료 5g을 정확하게 취한 후 75% ethanol을 25 mL를 넣고 6시간 교반하여 준 다음 원심분리(3,000×g, 15분)하여 상층액을 취하였다. 이 때, 상층액의 색이 무색이 될 때까지 75% ethanol을 첨가하여 원심분리하였다. 이 상층액에서 ethanol을 완전히 제거시키기 위해 감압농축 후 탈이온수로 정용하고, 5 mL을 취하여 5'-sulfolalicylic acid 250 mg을 넣고 잘 혼합하여 균질화시켜 제단백시킨 후 원심분리(3,000×g, 15분)하여 얻은 상층액을 0.20 µm membrane filter로 여과한 다음 lithium citrate buffer(pH 2.2)로 일정량 희석하여 아미노산 자동분석기(Sykam Amino acid analyzer S433, Germany)로 분석하였다.

지방산 조성

시료를 Folch et al. (1957)의 방법에 의하여 시료의 5배량의 chloroform : methanol (2:1 v/v) 용액으로 지질을 추출한 후, 14% BF₃-methanol을 이용하여 지방산의 methyl ester하여, gas chromatography(Hewlett packard 6890A, USA)로써 분석하였다.

육질의 단단함

Ando et al.(1991)의 방법에 따라 근육을 일정크기로 절단하여(10×10×10 mm³), 직경 8 mm cylinder plunger를 사용한 Rheo meter(Compac-100, Sun, Japan)로 측정하였다.

관능평가 및 통계처리

생선회 맛에 대한 기본적인 훈련이 된 23명의 폐널요원에게 실험의 목적, 방법 등을 충분히 설명하고 관능평가를 실시하였다. 관능평가는 5점 평정법(scaling test)에 의해 황복 근육의 조직감, 색깔, 향, 종합적 평가들에 대하여 실시하였다. 통계 처리는 SAS 프로그램을 이용한 분산분석표(ANOVA table)를 작성하였으며, Duncan's multiple range test로 P<0.05에서 결과간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 엑스분 질소 함량

양식산과 자연산 황복의 일반성분을 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다. 양식산과 자연산 황복의 수분함량은 각각 80.88±1.29%와 79.49±0.89%로 양식산이 유의적으로 높은 함량을 나타내었다($P<0.05$). 그리고 조단백질 함량은 양식산과 자연산이 16.43±1.04%, 17.14±1.30%로 나타났으며, 조지방 함량은 양식산이 0.66±0.14%, 자연산이 0.62±0.14%로 나타났다. 또한, 회분 함량은 양식산이 1.38±0.09%, 자연산이 1.33±0.10%로 나타나, 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$, Table 1). Hwang et al.(2000)이 조사한 대만산 양식자주복의 계절별 영양성분 조사에서 수분 함량은 79.13~80.64%, 조단백질 함량은 17.45~18.91%, 조지방 함량은 0.19~0.39%, 회분 함량은 1.09~1.40%를 나타내어 국내의 양식산 및 자연산 황복이 자주복에 비하여 단백질 함량이 낮았으며, 지방 함량은 다소 높은 것으로 나타났다. 또한 일본 근해에서 어획된 줄복보다는 황복이 다소 지방 함량이 높으며, 단백질 함량이 낮은 것으로 나타났다(Saeki et al., 1984).

어패류의 맛과 가장 밀접한 관계를 가지고 있으며, 유리아미노산, 저분자펩티드, 핵산관련물질 등의 질소화합물 및 저분자탄수화물을 통틀어 말하는 엑스분 질소 함량은 양식산에서 325.47±10.34%, 자연산에서 329.90±73.69%를 나타내어 양식산과 자연산 황복은 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$).

ATP 관련물질

양식산 황복의 ATP 관련물질의 총 함량은 7.08~11.18 (9.11±1.56) $\mu\text{mol/g}$ 로 나타났으며, 자연산 황복의 ATP 관련물질의 총 함량은 7.06~10.39(8.75±1.38) $\mu\text{mol/g}$ 로 양식산과 자연산간의 함량차이는 나타나지 않았다($P>0.05$). 그리고 ATP 함량은 양식과 자연산이 각각 4.74~8.14(6.26±1.34) $\mu\text{mol/g}$,

5.68~8.41(7.02±1.15) $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타났으며, AMP 함량은 양식산과 자연산 황복이 각각 0.22~1.00(0.49±0.26) $\mu\text{mol/g}$, 0.21~0.35(0.28±0.06) $\mu\text{mol/g}$ 으로 양식산이 자연산이 비하여 높은 함량을 나타내었다($P<0.05$). 일반적으로 생선회의 맛에 가장 큰 영향을 주는 요인인 IMP 함량은 양식산 황복이 0.11~0.82(0.48±0.28) $\mu\text{mol/g}$, 자연산 황복은 0.13~0.59(0.29±0.21) $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타나, 양식산과 자연산간의 함량차이는 없었다($P>0.05$, Table 2). 그러나 대만산 양식자주복에서는 IMP 함량이 3.9~12.0 $\mu\text{mol/g}$ 으로 전체 ATP 관련물질 함량의 32~74%를 차지하고 있으며, ADP, HxR, Hx는 0.3 $\mu\text{mol/g}$ 이하로 낮게 나타났다는 보고(Hwang et al., 2000)와는 다소 차이가 있었다.

본 연구에 사용된 황복은 활어상태로 운반하여 시료로 사용되었으며, 이로 인하여 대만산 양식자주복과는 다소 차이를 보이는 것으로 판단된다. 또한 조 등(2003)이 횡감용 활어를 싱싱회로 제조하여 빙장 중 ATP 관련물질을 측정할 결과, 치사직 후에는 ATP함량이 대부분을 차지하고 있었으나 저장기간이 경과할수록 ATP 함량은 감소하고 IMP 함량의 증가를 보이는 결과와 유사하였다.

아미노산 함량

양식산과 자연산 황복의 구성아미노산 함량에 대한 결과는 Table 3과 같으며 tryptopan을 제외한 17개의 구성아미노산이 분석되었다. 이처럼 tryptopan이 분석되지 않은 것은 HCl을 이용한 가수분해과정에서 손상이 되었기 때문이다(Limin et al., 2006). 분석된 시료에서 대부분 aspartic acid, glutamic acid, leucine, lysine의 함량이 많았으며, 그 중에서 glutamic acid 함량이 가장 많았다. cystine, histidine, methionine, tyrosine 등의 함량이 대체로 적었으며, 그 외의 구성아미노산 함량은 거의 비슷하였다. 가장 높은 함량을 나타낸 glutamic acid는 자연산 황복이 199.90±5.03 mg/100 g이었고, 양식산 황복은 183.42±6.19

Table 1. Proximate composition in muscle of cultured and wild river puffer (*T. obscurus*)¹⁾

	Content (%)				Ex-N (mg%)
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	
Cultured	80.88±1.29 ^a	16.43±1.04	0.66±0.14	1.38±0.09	325.47±10.34
Wild	79.49±0.89 ^b	17.14±1.30	0.62±0.14	1.33±0.10	329.90±73.69

¹⁾Different superscripts within column indicate statistical difference ($P<0.05$).

Table 2. Content of ATP related compounds in muscle of cultured and wild river puffer (*T. obscurus*)¹⁾

(unit : $\mu\text{mol/g}$)

	Cultured	Wild
Adenosine triphosphate (ATP)	4.74~8.14 (6.26±1.34)	5.68~8.41 (7.02±1.15)
Adenosine diphosphate (ADP)	0.73~1.98 (1.38±0.36 ^b)	0.75~1.09 (0.92±0.16 ^b)
Adenosine monophosphate (AMP)	0.22~1.00 (0.49±0.26)	0.21~0.35 (0.28±0.06)
Inosine monophosphate (IMP)	0.11~0.82 (0.48±0.28)	0.13~0.59 (0.29±0.21)
Inosine (HxR)	0.01~0.25 (0.10±0.09)	0.18~0.18 (0.18±0.00)
Hypoxanthine (Hx)	0.25~0.59 (0.40±0.13 ^a)	0.02~0.12 (0.07±0.05 ^b)
Total	7.08~11.18 (9.11±1.56)	7.06~10.39 (8.75±1.38)

¹⁾Different superscripts within same row item indicate statistical difference ($P<0.05$).

Table 3. Content of amino acid composition in muscle of cultured and wild river puffer (*T. obscurus*)¹⁾

No.	Amino acid	Content (mg/100g)	
		Cultured	Wild
1	Aspartic acid	122.29±3.52 ^b	135.76±5.82 ^a
2	Threonine	69.42±2.42 ^b	76.23±3.21 ^a
3	Serine	63.08±1.86 ^b	69.38±2.54 ^a
4	Glutamic acid	183.42±6.19 ^b	199.90±5.03 ^a
5	Proline	60.62±4.27 ^b	67.31±3.91 ^a
6	Glycine	62.60±4.18	66.99±3.58
7	Alanine	78.17±2.96 ^b	84.72±2.15 ^a
8	Cystine	12.44±0.29	12.85±0.46
9	Valine	70.26±1.90 ^b	75.60±1.66 ^a
10	Methionine	45.65±2.19 ^b	52.19±1.97 ^a
11	Isoleucine	75.00±2.44 ^b	79.37±2.44 ^a
12	Leucine	98.48±2.57 ^b	105.05±1.73 ^a
13	Tyrosine	30.07±2.76 ^b	37.34±2.87 ^a
14	Phenylalanine	67.41±3.24 ^b	76.66±5.40 ^a
15	Histidine	44.53±2.22 ^b	50.34±1.99 ^a
16	Lysine	119.99±4.19 ^b	129.05±2.99 ^a
17	Arginine	82.51±3.94 ^b	91.77±4.68 ^a
Total		1,285.93±42.65 ^b	1,410.53±45.93 ^a
Total EAA ²⁾		546.25±17.50	594.16±17.59
Sulfur amino acid ³⁾		58.14±2.43 ^b	65.04±2.35 ^a
Aromatic amino acid ⁴⁾		91.49±9.49 ^b	114.01±6.55 ^a

¹⁾Different superscripts within same row item indicate statistical difference ($P<0.05$).

²⁾Total Essential amino acid

³⁾Cystine+Methionine

⁴⁾Tyrosine+Phenylalanine

mg/100 g의 함량을 나타내었으며, 숙취해소에 효과가 있는 aspartic acid 함량은 자연산 황복이 135.76±5.82 mg/100 g, 양식산 황복이 122.29±3.52 mg/100 g으로 나타났다. Glycine과 cystine을 제외한 모든 아미노산 함량은 양식산 보다는 자연산에서 높게 나타났다. 그러나 전체 구성아미노산 함량에 대한 각 아미노산의 비율은 거의 유사하게 나타났다.

그리고 필수아미노산 함량은 자연산과 양식산 황복 모두 전체 아미노산의 42% 내외로 나타났으며, methionine, cystine과 같이 체내에서 분해 중에 sulfur group을 생성함으로써 간장의 해독작용 등을 하는 황황아미노산 함량은 자연산에서 65.04±2.35 mg/100 g, 양식산은 58.14±2.43 mg/100 g으로 나타났다. 또한 뇌의 신경전달 물질의 원료로 사용되는 phenylalanine이나 tyrosine 등의 방향족 아미노산의 함량은 자연산에서 114.01±6.55 mg/100 g으로 나타났으며, 양식산은 91.49±9.49 mg/100 g으로, 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었으나, 함량비는 큰 차이를 나타내지 못하였다.

유리아미노산은 생체활성 물질의 구성성분으로 중요할 뿐만 아니라 그 자체가 특징있는 맛을 식품에 부여하기도 하므로 (Ohta, 1976), 자연산과 양식산 황복의 유리아미노산 함량은 Table 4에 나타내었다. 전체 유리아미노산 함량은 자연산과 양

Table 4. Content of free amino acid composition in muscle of cultured and wild river puffer (*T. obscurus*)¹⁾

No.	Amino acid	Content (mg/100g)	
		Cultured	Wild
1	Phosphoserine	1.61±2.14	1.38±1.32
2	Taurine	83.01±8.15	90.48±7.23
3	Phosphoethanolamine	2.19±1.99	3.88±1.21
4	Aspartic Acid	0.76±1.18	1.14±0.70
5	Hydroxyproline	0.79±1.25	1.94±4.34
6	Threonine	4.51±4.43	5.08±2.70
7	Serine	4.92±4.72	6.85±6.49
8	Asparagine	3.18±2.19	6.44±8.47
9	Glutamic Acid	3.24±0.85	5.49±2.33
10	Sarosine	2.17±4.85	4.17±2.89
11	α -Amino adipic acid	1.65±1.67	0.43±0.97
12	Proline	11.57±5.07	14.51±5.16
13	Glycine	17.53±12.61	19.94±9.15
14	Alanine	26.81±2.71	21.60±7.21
15	Citrulline	3.06±0.65	1.96±2.71
16	α -Aminoisobutyric Acid	1.85±1.48	1.04±0.97
17	Valine	4.57±1.12 ^a	1.69±1.23 ^b
18	Cystine	5.83±5.54	2.42±2.34
19	Methionine	3.48±1.99	1.77±1.64
20	Cystathionine	12.62±2.62 ^a	8.05±3.03 ^b
21	Isoleucine	0.67±0.70	0.40±0.89
22	Leucine	0.97±0.94	3.73±3.20
23	Tyrosine	1.94±1.30	1.91±1.24
24	Phenylalanine	0.87±1.56	0.91±1.31
25	β -Aminoisobutyric Acid	0.92±0.88	0.95±1.33
26	Homocystine	2.69±2.91	3.12±2.58
27	γ -Aminoisobutyric Acid	2.26±1.30	1.28±1.19
28	Ethanolamine	4.91±2.21	3.17±0.79
29	Ammonium Chloride	15.12±3.15	12.18±0.72
30	δ -Hydroxyllysine	1.29±1.35	0.83±1.23
31	Ornithine	0.63±0.89	0.60±0.57
32	Lysine	38.46±5.09	43.48±13.30
33	Histidine	0.99±0.97	1.67±1.02
34	Anserine	16.33±22.46	31.37±29.86
35	Arginine	13.28±4.44	13.01±5.87
Total		296.90±80.22	364.73±55.10

¹⁾Different superscripts within same row item indicate statistical difference ($P<0.05$).

식산이 각각 364.73±55.10 mg/100 g, 296.90±80.22 mg/100 g으로 유의적인 차이는 없었으며, valine과 cystathionine을 제외한 유리아미노산 함량은 자연산과 양식산 황복에서 비슷한 경향을 나타내었다($P>0.05$). 전 어종에서 공통적으로 taurine, lysine, histidine 등이 가장 많이 함유되어 있으며, 양식산과 자연산간에는 어종별로 약간의 차이를 보여주고 있다는 Aoki et al. (1991)와 양식 및 천연 뱀장어, 복어, 가물치 등의 유리아미노산을 조사한 Kim et al. (2000)의 보고와 유사하게 양식산과 자연산 황복에서는 taurine, lysine 함량이 가장 높게 나타났다. 특히 taurine 함량은 양식산 및 자연산이 각각 27.9%, 24.8%를 차지하고 있

Table 5. Comparison of the fatty acid in muscle of cultured and wild river puffer (*T. obscurus*)¹⁾ (unit : area%)

	Cultured	Wild
C14:0	0.79±0.17	0.51±0.06
C15:0	0.34±0.07	0.39±0.10
C16:0	21.74±7.75	24.64±4.27
C17:0	0.37±0.08	0.46±0.09
C18:0	7.30±2.41	9.82±2.28
C20:0	4.45±4.69	5.57±3.64
C22:0	0.72±0.28	0.70±0.27
C23:0	0.77±0.29	1.76±1.35
C24:0	0.73±0.52	0.75±0.91
Saturates	37.22±15.30	44.61±9.75
C14:1	0.63±0.06	0.02±0.34
C15:1	1.74±1.22	0.90±1.01
C16:1	3.07±0.66	2.12±1.68
C17:1	0.30±0.09	0.34±0.04
C18:1	10.14±0.64	10.88±0.98
C20:1	0.68±0.79	0.50±0.60
C22:1	0.35±0.62	2.01±3.48
C24:1	6.53±1.82	9.61±2.39
Monoenes	22.88±3.73	26.39±6.19
C18:2	11.71±4.72 ^a	1.42±0.39 ^b
C18:2	0.03±0.05	-
C18:3	0.70±0.36	0.24±0.21
C20:2	0.28±0.49	0.52±0.90
C20:3	2.90±0.77	5.30±1.98
C20:4	0.31±0.28	-
C20:4	0.13±0.22	0.28±0.48
C20:5	5.87±2.36	7.68±1.96
C22:2	0.76±0.66	2.08±2.60
C22:6	17.21±4.48	11.49±0.90
Polyenes	39.90±11.60	29.01±3.64
UFA/SFA ²⁾	1.96±1.00	1.32±0.56
MUFA/SFA ³⁾	0.70±0.32	0.64±0.30
PUFA/SFA ⁴⁾	1.26±0.67	0.69±0.25
Total	100.0	100.0

¹⁾Different superscripts within same row item indicate statistical difference ($P<0.05$).

²⁾Unsaturated fatty acids/Saturated fatty acids

³⁾Monounsaturated fatty acids/Saturated fatty acids

⁴⁾Polyunsaturated fatty acids/Saturated fatty acids

었다. 양식산과 자연산 황복에 공통적으로 많은 것은 proline, glycine, alanine, cystathionine, anserine, arginine 등으로 나타났으며, 이는 양식 및 천연 뱀장어, 복어, 가물치의 유리아미노산을 조사한 Kim et al. (2000)의 보고와 유사하였다.

지방산 조성

양식산과 자연산 황복의 지방산 조성을 Table 5에 나타내었다. 포화지방산의 조성은 palmitic acid(16:0)가 주요 성분이었으며, palmitoleic acid(16:1) 및 oleic acid(18:1)를 주체로 하는 모노엔산에서는 양식산과 자연산이 유의적인 차이가 없었다

($P>0.05$). 주요 구성지방산은 16:0, 20:0, 22:6, 18:1, 20:5, 16:1 순으로 서로 비슷하였으나, 폴리엔산 중 C18:2가 양식산은 11.71±4.72이며, 자연산은 1.42±0.39로 양식산이 자연산에 비하여 높은 조성비를 나타내었다($P<0.05$). Jeong et al. (1999)이 12종 어류에 대한 지방산 조성을 조사한 결과, 모든 어종에서 불포화지방산의 조성비가 가장 높았다는 보고와는 달리, 양식산과 자연산 황복의 지방산 조성은 C16:0, C18:0의 조성비인 포화지방산이 가장 높은 조성비를 나타내었다. 이는 6종의 양식 및 천연어의 지방산에 대해 보고한 Aoki et al. (1991)연구에서 지방산 조성은 어종에 따라서 양식산과 자연산간에 차이가 있는 것도 있고 없는 것도 있으며, 포화지방산은 C16:0과 C18:0이 25~33%의 함량을 가지고 그 중 C16:0이 대부분을 차지하고, 불포화지방산은 특징적인 차이를 볼 수 있었는데, 일반적으로 어류조직의 지질은 사료내 지질의 영향을 받는다고 보고한 결과와 유사하였다. 또한 자연산과 양식산 자주복의 지방산 조성을 조사한 Kim et al. (2000) 결과에서는 자연산 복어는 C16:0이 36.55%를 나타내어 가장 많은 분포를 나타내었으나 양식산은 DHA(22:6)의 조성비가 58.63%를 나타내어 자연산과 양식산이 차이를 나타내었는데, 이는 앞서 밝힌 바와 같이 사료내 지질의 영향으로 판단되어진다.

육질의 단단함

생선회의 단단함(toughness)은 어종, 원료어의 신선도 및 조리 후의 저장 조건에 따라서 달라진다. 최근의 연구결과에 의하면 어육중의 결합조직의 주성분인 collagen의 함량 및 분포 형태가 육질의 단단함에 깊이 관여하고 있음이 밝혀져 있다. 즉, collagen의 함량이 높은 어육일수록 육질의 단단함이 관능검사 및 물성측정으로 밝혀져 있으며, 육질이 단단한 어종일수록 고급횡감으로 취급되고 있다. 어육의 단단함은 생선회의 맛에 직결되며, 육질이 단단한 어종일수록 고급횡감으로 취급되므로 육질을 단단하게 하기 위한 일련의 연구들이 진행되고 있다 (Tachibana et al., 1988; Yasuda, 1988; Cho et al., 1995, 1997;

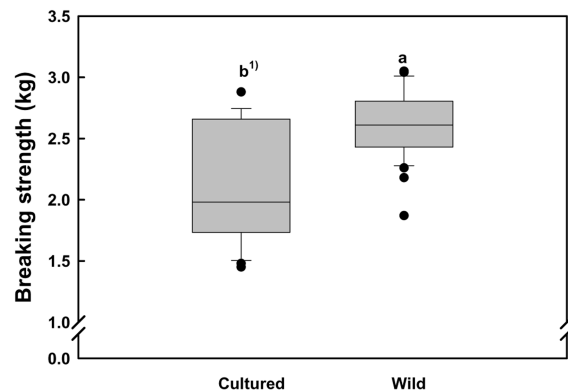


Fig. 1. Comparison of the breaking strength between cultured and wild river puffer (*T. obscurus*).

¹⁾Different superscripts in each evaluation item indicate statistical difference ($P<0.05$).

Table 6. Sensory evaluation of cultured and wild river puffer *T. obscurus* (Mean±SD)¹⁾

	texture	color	flavor	overall acceptance
cultured	3.8±0.8	3.2±0.7 ^b	3.4±0.8	3.7±0.9
wild	3.8±1.1	4.2±1.0 ^a	3.6±0.6	4.0±0.8

Sensory characteristics of the cultured and wild river puffer were evaluated using the scaling test by 23 subjects.

¹⁾Different superscripts within column indicate statistical difference ($P<0.05$).

Kim, 1998; Shim et al., 2003). 그러므로 생선회 맛에 직결되는 육질의 단단함을 비교하고자 하였으며 그 결과, 양식산 황복이 1.45~2.88 kg(평균 2.11±1.49 kg)이었으며, 자연산 황복이 1.87~3.05 kg(평균 2.60±0.28 kg)으로 나타나, 자연산이 양식산에 비하여 육질의 단단함이 높았다($P<0.05$, Fig. 1). 그러나 양식산과 자연산 황복 생선회의 관능평가 결과(Table 6)에서는 양식산과 자연산 황복 근육의 조직감(쫄깃함)은 유의적인 차이를 보이지 않아 양식산과 자연산의 육질의 단단함의 차이는 일반인들에게는 큰 차이를 느끼지 못하는 것으로 판단된다.

관능평가

양식산과 자연산 황복 근육에 대한 관능평가 결과를 Table 6에 나타내었다. 그 결과 색깔에서 자연산이 유의적인 차이를 나타내고 있으나($P<0.05$), 육질의 조직감(쫄깃함), 향에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 또한 전반적으로 자연산과 양식산의 맛의 차이는 없는 것으로 나타났다($P>0.05$). 앞서 살펴본 ATP 관련물질(Table 2)과 육질의 단단함 결과(Fig. 1)에서 언급된 바와 같이 생선회의 감칠맛에 주된 역할을 하는 IMP 함량과 육질의 단단함은 양식산과 자연산이 미미한 차이가 있었으나, 관능적으로는 그 차이가 나타나지 않는 것을 간접적으로 확인할 수 있었다. 결론적으로 양식산 황복은 자연산에 비해 크기는 작지만, 맛과 영양성분이 자연산과 큰 차이가 없어 웰빙 기호식품으로 소비가 계속 증가할 것으로 기대된다.

요 약

본 연구는 양식산과 자연산 황복의 일반성분, 엑스분 질소, ATP 관련물질, 아미노산과 지방산 등의 영양성분 및 관능평가를 조사하여 양식산 황복의 식품학적 품질을 평가하였다. 일반성분은 수분 함량이 양식산 황복에서 다소 높게 나타났으며, 그 외 성분 및 엑스분 질소 함량은 유의적인 차이가 없었다. ATP 관련물질의 총 함량 및 구성성분이 자연산과 양식산간의 유의적인 차이는 없었으며, 구성 아미노산의 총 함량은 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 것으로 나타났으나, 구성비는 비슷한 수준이었다. 또한 유리아미노산 총 함량은 양식산과 자연산간의 유의적인 차이는 없었으며, 양식산과 자연산 모두 taurine, lysine 등을 가장 많이 함유하였다. 양식산과 자연산 황복의 지

방산 조성은 C16:0, C18:0의 포화지방산이 가장 높은 조성비를 나타내었고 사료내 지질차이로 인하여 폴리엔산에는 양식산이 자연산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$).

육질의 단단함은 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 경향을 나타내었으나, 관능평가 결과, 색깔을 제외하고 육질의 조직감(쫄깃함), 향에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 그러므로 양식산과 자연산 황복의 영양성분 및 관능적인 평가에서 유의적인 차이가 없는 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 국립수산물품질관리원(서해 특산물종양양식산업화 기술개발, RP-2007-AQ-031)의 지원에 의해 연구되었습니다.

참고문헌

- Aoki, T., K. Takata and N. Kunisaki, 1991. Comparison of nutrient components of six species of wild and cultured fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1927–1934 (in Japanese).
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington, VA: Association of Official Chemists.
- Ando, M., H. Toyohara, Y. Shimizu and M. Sakaguchi, 1991. Validity of a puncture test for evaluating change in muscle firmness of fish during ice storage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 2341.
- Cho, Y. J., M. S. Cho., S. M. Kim and Y. J. Choi, 1997. Effect of anesthesia killing and non-bleeding on physicochemical properties of plaice, *Paralichthys olivaceus* muscle at early period after death. *J. Kor. Fish. Soc.*, 30, 589–594.
- Lee, N. G., M. H. Yang and Y. J. Cho, 1995. Effects of electrical stimulation on physicochemical and rheological properties of plaice, *Paralichthys olivaceus* muscle at early period after death. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 28, 23–30.
- Folch, J. M., M. Lees and G. H. S. Stranley, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, 226, 497–500
- Hirazawa, N., T. Ohtaka and K. Hata, 2000. Challenge trials on the anthelmintic effect of drugs and natural agents against the monogenean *Heterobothrium okamotoi* in the tiger puffer *Takifugu rubripes*. *J. Aquaculture*, 188, 1–13.
- Hoyle, N. T. and J. H. Merritt, 1994. Quality fish protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*). *J. Food Sci.*, 59, 76–79.
- Hwang, D. F., T. Y. Chen, C. Y. Shiao and S. S. Jeng, 2000. Seasonal variations of free amino acids and nucleotide-related compounds in the muscle of cultured Taiwanese puffer *Takifugu rubripes*. *Fisheries science*, 66, 1123–1129.
- Iwamoto, M., H. Yamanaka, S. Watabe and K. Hashimoto, 1987. Effects of storage temperature on rigor-mortis and ATP degradation in plaice *Paralichthys olivaceus* muscle. *J. Food Sci.*, 52, 1514–1517.
- Jeong, B. Y., S. K. Moon, B. D. Choi and J. S. Lee, 1999. Sea-

- sonal variation in lipid class and fatty acid composition of 12 species of Korean fish. J. Kor. Fish. Soc., 32, 30–36.
- Kang, H. W., J. H. Lee and J. Y. Lee, 2006. Manual of river puffer aquaculture. NFRDI, 194 pp.
- Kim, H. Y., J. W. Shin, G. C. Sim, H. O. Park, H. S. Kim, S. M. Kim, J. S. Cho and Y. M. Jang, 2000. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and snake head. Korean J. Food Sci., Tech., 35, 1058–1067.
- Kim, T. J., 1998. Effect of electrical stimulation on physicochemical properties of muscle protein from plaice. Pukyong National Univ. Ph. D. Thesis. 134pp.
- Kuninaka, A., M. Kibi, K. Sakaguchi, 1966. History and development of flavor nucleotides, Food Tech., 18, pp. 287.
- Lee, H. Y., M. Y. Park and I. G. Jeon, 2000. Comparison of nutritional characteristics between wild and cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. J. Korean Fish. Soc., 33, 137–142.
- Limin, L., X. Feng and H. Jing, 2006. Amino acids composition difference and nutritive evaluation of the muscle of five species of marine fish, *Pseudosciaena crocea* (large yellowcroaker), *Lateolabax japonicus* (common sea perch), *Pagrosomus major* (red seabream), *Seriola dumerli* (Dumeril's amberjack) and *Hapalogenys nitens* (black grunt) from Xiamen Bay of China. Aqua. Nutr., 12, 53–59.
- Nakagawa, H., T. Yasuhiko and R.N. Gholam, 1991. Comparison of lipid properties between wild and cultured ayu. Nippon susan gakkaiishi. 57, 1965–1971.
- Ohta, S., 1976. Food seasoning. saiwaisyobow, Tokyo, Japan.
- Saeki, K. and H. Kumagai, 1984. Chemical components in ten kinds of wild and cultured fishes. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 50, 1551–1554.
- Shim, K. B., K. B. Lee, T. J. Kim and Y. J. Cho, 2003. Improvement of sliced raw fish texture 1. Effect of cold brine temperature on sliced raw fish texture. J. Kor. Fish. Soc., 36, 69–73.
- Tachibana, K., T. Doi, M. Tsuchimoto, T. Misima, M. Ogura, K. Matsukiyo and M. Yasuda, 1988. The effects of swimming exercise on flesh texture of cultured red sea-bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 677–681.
- Yasuda, 1988. The effects of swimming exercise on flesh texture of cultured red sea-bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 677–681.
- Yoon, H. S., D. C. Seo, Y. K. An and S. D. Choi, 2006. Seasonal changes of body composition and elasticity between wild and cultured brown croaker, *Miichthys miiuy*. Korean J. Environ. Biol., 24, 179–185.
- 국립수산물품질검사원, 2006. 인터넷 민원 DB서비스(통계, 수입동향).
- 국립수산물품질검사원 서해수산연구소, 2006. 황복양식산업화 세미나. 40 pp.
- 이남걸, 조영제, 2006. 자연산과 양식산, 국내산과 수입산 활어의 품질 및 안전성 평가. 해양수산부.
- 조영제, 김태진 등, 2003. 횡감용 선어류의 소비촉진을 위한 안전성 확보기술 개발에 관한 연구. 해양수산부. 41 pp.
- 조영제, 2002. 생선회 100배 즐기기. 196 pp.

원고접수 : 2006년 10월 25일

수정본 수리 : 2007년 8월 13일