

양식 및 자연산 도미(*Pagrosomus auratus*) 어육의 품질 특성에 관한 연구

이경희 · 이영순*

경희대학교 급식산업학과

*경희대학교 식품영양학과

Muscle Quality of Cultured and Wild Red sea bream (*Pagrosomus auratus*)

Kyung Hee Lee and Young soon Lee*

Department of Institutional Food Service, Kyung Hee University

*Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University

Abstract

The objective of this study was to compare the quality characteristics of cultured and red sea bream. The color of dorsal muscle was different between wild and cultured red sea bream. Lipid content of the dorsal muscle was higher in cultured fish than in wild one. The contents of moisture and crude protein in cultured fish muscle were almost same as those of wild one. Sensory evaluation of raw fish meat showed that cultured fish had lower preference in appearance, taste and texture than wild one. Especially the texture of cultured raw fish meat had lower preference than wild meat. For cooked fish meat, cultured fish were harder and less juicy than wild fish. These textural differences between wild and cultured meats were confirmed by objective evaluation including the measurements of hardness, springiness, and cohesiveness. Light microscopic observation showed that cultured red sea bream had more lipid in the surface layer near epidermis than wild one. Also more lipid droplet between muscle fibers were observed in cultured red sea bream by SEM.

Key word : Cultured and wild red sea bream, Raw and cooked fish meat, Lipid content, Sensory evaluation, Textural differences

I. 서 론

자연 수산생물의 감소와 함께 양식기술의 발달로 현대인의 식생활에서 양식어의 섭취비중이 매우 증가되어 왔다. 양식 대상 어종으로 우리나라의 경우 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 양식어가 전체 해산어 양식의 약 70%를 차지하고 있으나¹⁾, 최근에는 도미(*Pagrosomus auratus*)의 양식도 증가하고 있다²⁾. 선명하고 붉은 표피색의 아름다운 자태를 지닌 도미는 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등 동남아시아에 걸쳐 분포하고 있으며, 수온이 15°C가 되는 4~5월경에 산란하고 부화 후 2~3년이 지나면 전장 36 cm, 체중 750 g의 성숙어가 된다. 계절이나 발육단계에 따라 다르나 보통 해저 가까운 곳에서 생활하므로 새우, 성게, 조개 등 바다 밑에 서식하는 생물을 즐겨 섭취하며³⁾, 맛이 담백하면서

도 뛰어나서 매우 시장가치가 높은 어종으로 평상시보다 경사스러운 날에 회, 조림, 찜 등 다양한 조리법으로 상에 오르거나 명절날 선물로 이용되고 있다.

일반적으로 양식어는 자연어에 비하여 기름지고 맛과 texture가 떨어진다고 한다^{4,14)}. 양식어육을 생선회로 먹을 때 근육 내의 지질과다는 미각뿐만 아니라 texture나 육질의 색, 광택 등 물리적인 면에서도 상당히 영향을 미칠 수 있는데, 지질 함량이 높은 양식어는 육질에 탄력성이 없어 texture가 좋지 않은 성향을 나타낸다.

이에 본 연구는 양식도미의 육질개선에 도움이 되고자 도미 양식어와 자연어를 동시에 제공하고 자연어와 비교하여 양식어의 관능검사를 실시함으로써 육질을 주관적으로 평가하였으며, 어육 중의 일반성분 및 육색의 측정, 어육의 texture 측정, 현미경을 이용한 근육과 피하 조직

Table 1. Caught place, average body length and weight, caught month of cultured and wild red sea bream

Samples	Place	Body length(cm)	Body weight (kg)	Month
Cultured I (n=7)	Seosan	31.5~36.0	1.08~1.20	Jun., Jul., Aug., Sep.
Wild (n=7)	Wando	30.5~35.0	0.95~1.03	Jun., Jul., Aug., Sep.

내의 지질분포 관찰 등을 통하여 양식 어육의 특성을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료

실험에 사용된 도미의 채취시기 및 채취지역, 체장과 체중을 Table 1에 나타냈다. 체장은 30.5~37.0 cm, 체중은 0.9~1.2 kg인 것으로 크기가 유사한 양식어와 자연어를 사용하였다. 시료는 활어를 연수사살에 의해 즉살시킨 후 3장으로 포를 떼서 배육(dorsal muscle)의 일정부위를 실험에 제공하였다. 생육에 관한 관능검사 및 texture 측정은 즉살 후 3-4시간 경과된 어육으로 실시하였고, 가열육은 생육을 4°C에서 24시간 저장한 후 어육 100 g을 polypropylene 봉지에 넣어 직경 25 cm인 스텐레스 냄비에서 2의 비등수 중에 10분간 가열하고 실온에서 30분간 식힌 후 사용하였으며 가열한 어육의 중심부는 70±2°C였다. 조직관찰을 위한 시료는 즉살 후 즉시 제공되었으며 일반 성분은 -20°C에서 보관되었다가 실험에 제공되었다.

2. 어육의 색

어육의 색을 측색색차계(Color Techno System Co., LTD., JC801, Japan)로 반사광에 의해 측정하였고, 양식어와 자연어의 색차($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$)를 산출하였다. 측정조건은 시료면적 10 mm, 파이프 10 mm, 시료대 10 mm, 표준으로서 표준백판(L=98.13, a=-0.11, b=-0.06)을 이용하였다.

3. 일반성분

배육을 배골로부터 0.5~1.0 cm 부위의 근육을 채취하여 수분은 상압정시고온건조법으로, 지질은 Bligh-Dyer 법¹⁵⁾에 의해 측정하였으며, 조단백질은 micro-kjeldahl법¹⁶⁾에 의해 측정하였다.

4. 관능검사

두께 약 5 mm로 썰은 양식어와 자연어육을 동시에 제공하여 자연어를 기준으로 한 양식어육의 맛과 texture에 대하여 3점 대비법으로 기호검사와 식별검사를 실시

하였다. 위치오차를 없애기 위하여 시료를 AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB 순으로 배열하여 제공하고들과 다른 한 시료에 대하여 어육의 외관, 냄새, texture, 맛, 종합적인 선호도를 평가하도록 하였다. 자연어를 0으로 하여 양식어가 자연어보다 좋을수록 +3, 좋지 않을수록 -3으로 하여 양식어육의 선호정도를 7단계 척도로 평가하였으며, 식별검사는 투명도, 광택, 비린내, 경도, 탄력성, 부착성, 촉촉한 정도, 결의 미세한 정도, 감칠맛에 관한 9항목에 대하여 이들 특성이 자연어보다 양식어에 강하게 나타날수록 +3으로, 약하게 나타날수록 -3으로 하였으며, 육질의 결은 미세할수록 +3, 거칠수록 -3으로 평가하였다.

5. Texture 측정

어육의 hardness, cohesiveness, springiness를 생육은 (15×15×9)mm³, 가열육은 (15×15×7) mm³의 크기로 배골에 평행한 입방체로 잘라, 20°C에서 Rheometer(Sun Scientific Co., LTD., Sun Rheometer compact-100, Japan)로 측정하였다. 각 어종별 5마리씩 측정하였으며, 1시료어에 대하여 3회 측정하여 평균을 구하였다. 측정조건은 Table 2와 같다.

6. 현미경 관찰

1) 광학현미경 관찰

배육 일정부위를 1 cm²×0.5 cm 크기로 세절하여 10% neutral formalin(pH 7.0)에 24시간 이상 고정된 후 수도물로 과잉의 formalin을 제거한 뒤 상법에 따라 paraffin으로 포매(包埋)하였다. Rotary microtome 으

Table 2. Measurement conditions of Rheometer

Sample width	15.0 mm
Sample length	15.0 mm
Sample height (raw)	9.0 mm
Sample height (cooked)	7.0 mm
Critical diameter	10.0 mm
Load cell	10.0 kg
Chart speed	100.0 mm/min
Table speed	60.0 mm/min
Deformation rate	65.0%

로 4 μm 정도로 얇게 썰어 slide glass에 붙이고 paraffin을 제거한 후 물을 흡수시켜, 어육의 피하지방층을 Hematoxylin-Eosin염색¹⁷⁾하고 광학현미경(Nikon FX-35A, Japan)에 의해 조직상을 관찰하였다.

2) SEM(Scanning Electron Microscopy)관찰

각 조직 표본을 4°C에서 2% paraformaldehyde-2.5% glutaraldehyde(pH 7.2)혼합액에서 4시간 전고정하고 phosphate buffer(pH 7.2)로 10분간 세척 후 1% osmium tetroxide(pH 7.4)에서 2시간 후 고정하고, 탈수과정을 거쳐 isoamylacetate로 치환한 후 임계점(臨界點) 건조기(E-3000형)로 건조시키고 지지대에 표본을 부착한 후 fine coat ion sputter(JFC-1100형)로 금을 증착(蒸着)시킨 다음 SEM(JEOL, JSM-5410LV, Japan)에 의해 실시하였다.

7. 통계처리

SPSS를 이용하여 일반성분, 관능검사, texture 측정에 대한 결과를 T-test에 의해 유의성을 검증하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 어육의 색

양식어과 자연어의 육색을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 색차(ΔE)의 단위 NBS(National Bureau of Standards)는 감각적인 색의 차이와 잘 대응하므로 널리 이용되고 있다. 일반적인 사람이 떨어져 있는 2색 사이에 차이가 없다고 인정하는 색의 허용 차이는 $\Delta E \leq 3$ 이라고 한다¹⁸⁾. 도미 양식어의 육색은 자연어와의 색차가 4.98로 이 수치를 초과하였으므로 감각적으로 “눈에 뜨일” 정도로 자연어와 색차가 있었다.

L, a, b값 중 양식어와 자연어 사이에 a값과 b값에서 큰 차이를 나타내지 않았으나, L값은 차이를 보여 양식

어는 자연어보다 명도가 더 높게 나타났으며, 이는 양식어와 자연어 사이에 육색의 차이를 나타나게 하는 요인이 되었다. Hatae 등¹⁹⁾은 도미 양식어와 자연어 사이의 색차가 3.2로 보고하였는데, 이는 본 실험의 결과와 유사한 경향이였다.

2. 일반성분

양식어와 자연어의 수분, 조지방, 조단백질의 측정결과는 Table 4에 나타내었다. 수분함량은 양식어가 73.66%, 자연어는 75.40%로 양식어가 자연어에 비해 적게 나타났으나 유의차는 없었으며, 총지질 함량은 양식어가 3.32%, 자연어가 1.64%로 양식어는 자연어에 비해 유적으로 조지방 함량이 많았으나, 조단백질 함량은 양식어가 19.96%, 자연어가 20.48%로 양식어와 자연어가 거의 유사하였다. Ohshima 등²⁰⁾은 5월에 어획한 도미에서 지질함량을 측정된 결과 양식어는 1.95%, 자연어는 1.05%로 본 실험의 측정결과보다 낮은 함량으로 보고하였으나, Konosu 등²⁰⁾은 양식도미의 지질함량이 3.3%, 자연산 도미가 1.4%로 본 실험의 결과와 거의 유사한 것으로 보고하고 있다. 또한 Morishita 등²¹⁾은 도미 양식어의 배육에서 수분과 지질함량 사이에 음의 상관관계($r = -0.75$)가 있는 것을 보고하고 있으며 본 측정에서도 동일한 경향을 보여서 지질함량이 많은 양식도미는 수분함량이 적게 나타났다.

3. 어육의 관능적 특성

자연어에 비교하여 양식어육의 맛과 texture 특징을 명확히 하고자 실시한 관능평가의 결과를 Fig. 1, 2에 나타내었다.

양식한 도미의 생육은 자연어의 생육보다 유의적

Table 3. Color values of cultured and wild fishes of red sea bream

Samples	L	a	b	ΔE
Cultured(n=5)	44.58	1.03	-1.39	4.98
Wild(n=5)	41.42	2.01	-0.82	

Table 4. Proximate analysis of the cultured and wild red sea bream

Samples	Moisture (%)	Lipid (%)	Protein (%)
Cultured (n=5)	73.66 \pm 1.44	3.32 \pm 0.69*	19.96 \pm 0.82
Wild (n=5)	75.40 \pm 1.99	1.64 \pm 0.36	20.48 \pm 1.31

Values are Mean \pm S.D.* p<0.05.

Fig. 1. The results of sensory evaluation for preference test of cultured red sea bream compared with wild one.

0: wild fish meat, -1 ~ -2: inferior to wild fish, +1 ~ +2: superior to wild fish.*p < 0.05 **p < 0.01.

Table 5. Textural properties of raw and cooked meat of cultured and wild red sea bream

Samples	Hardness (dyne/cm ²)	Springiness	Cohesiveness
Raw meat			
Cultured(n=5)	28.81±7.20*	0.46±0.02	0.24±0.06
Wild(n=5)	38.52±8.74	0.50±0.14	0.23±0.04
Cooked meat			
Cultured (n=5)	32.46±5.14	0.48±0.09	0.29±0.04
Wild(n=5)	31.89±5.26	0.52±0.10	0.28±0.07

Values are Mean ± S.D.* p<0.05.

Fig. 2. The result of sensory evaluation for difference test of cultured red sea bream compared with wild one.

0: wild fish meat, -1~-2: inferior to wild fish, +1~+2: superior to wild fish, *p<0.05, **p<0.01.

(p<0.05)으로 선호되지 않았으며, 양식어가 종합적으로 선호되지 않은 요인으로는 외관과 질감이 선호되지 않았기 때문인 것으로 생각된다(Fig. 1). 식별검사에서 양식 도미의 생육은 자연 도미의 생육에 비하여 육질이 투명하지 않고 광택이 있으며, 질감이 연하고 탄력성이 적으며 부착성이 강한 것으로 나타났고, 육질의 결도 자연어보다 거친 것으로 나타났다(Fig. 2). 이런 특성들은 양식 어육의 외관, 질감이 자연어보다 선호되지 않는 요인으로 나타났다.

도미를 가열하였을 경우에도 양식어육은 자연어육보다 선호되지 않았고, 선호되지 않은 정도는 생육의 경우보다 더 높게 나타났다(p<0.01). 가열한 양식어육은 자연어육에 비하여 질감과 함께 냄새가 유의적으로 선호되지 않았다. 가열육의 식별검사에서 양식어육은 자연어육에 비하여 비린내가 유의적으로 강하게 나타났고, 육질이 더 단단하고 촉촉하지 않았으며 부착성이 강한 것으로 나타났다.

4. 어육의 기계적 texture 특성

도미의 양식어육에 대해 관능검사를 실시한 결과 양식어의 기호성에는 질감의 영향이 큰 것으로 나타났다. 이에, 질감에 대한 객관적 평가방법으로서 rheometer를 이용하여 어육의 texture를 측정된 결과는 Table 5와 같았다.

생육의 경우, 도미 양식어는 28.81 dyne/cm²로 자연어의 38.52 dyne/cm²에 비하여 경도가 낮았으며, 이는 관능검사의 결과와 매우 유사한 경향이었다. 탄력성은 양식어와 자연어 사이에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 관능검사의 결과와 같이 양식어는 자연어보다 약간 낮게 나타났다. 응집성은 양식어와 자연어 사이에 거의 차이가 없었다.

생육을 가열하였을 때 양식 도미의 경도는 32.46 dyne/cm²로 생육의 경도보다 높았으며 자연 도미의 경우 경도가 31.89 dyne/cm²로 생육의 경도보다 낮아졌으나 양식어와 자연어 사이의 차이는 나타나지 않았다. 생육과 가열육 모두 양식어는 자연어보다 탄력성이 낮게 나타났고 응집성은 높게 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다.

Kunisaki 등¹⁴⁾은 양식한 정어리의 어육이 자연어육보다 경도가 1/3~1/4 정도로 낮고 육질이 연했으며, 이는 양식어육에 조지방 함량이 높기 때문이라고 보고하였다.

Hatae 등²¹⁾은 어육의 texture가 어종에 따라 다르므로 질감이 다르게 느껴지는 5어종의 어육에 대하여 물성을 조사한 결과, 생육일 때 육질이 단단한 어종은 가열하였을 때 부드러웠고 생육일 때 연한 어종은 가열하면 단단해지는 경향을 나타낸다고 보고하였다. 생육의 경우와 가열했을 경우, 육질의 단단한 정도의 순위가 뒤바뀌게 되는 원인의 하나로서 결체조직의 영향을 들고 있었다.

Tachibana²²⁾는 유영운동이 양식도미의 육질에 미치는 효과에 대하여 연구한 결과, 어육의 softness 지표로 이용되는 1 내지 4 sarcomere로 구성된 myofibrils의 비율이 저장 중 자연어보다 양식어에서 더 빨리 증가하였고, 양식어 중에서도 운동량이 많은 도미는 운동량이 적은 도미보다 더 느리게 증가하였으므로 유영운동에 의해 육질의 질감이 개선될 수 있음을 시사하였다.

이상으로 양식어는 기계적 측정에 의한 texture 검토에서도 관능검사에서와 같이 생육의 경우 자연어보다 유의

적으로 육질이 더 연한 것으로 나타났고, 가열하였을 경우에 자연어보다 육질이 더 단단해지는 것을 알 수 있었으며, 이는 양식어가 자연어보다 질감이 선호되지 않았던 원인의 하나로 생각되었다.

5. 현미경에 의한 어육 조직 내의 지방분포 관찰

양식 및 자연산 도미의 표피층을 염색하여 피하조직에 축적되어 있는 지방층을 광학현미경으로 관찰하였다(Fig. 3). 지질함량이 높은 양식 도미는 자연 도미에 비하여 피하조직에 지질층을 두껍게 형성하고 있었으며, 전자현미경에 의해 근육조직을 관찰한 결과에서도 지질함량이

높은 양식 도미는 자연 도미보다 근섬유 사이에 크고 작은 지방구들이 더 많이 관찰되었다(Fig. 4).

V. 요약 및 결론

양식 도미의 texture와 맛을 자연산 도미와 비교하기 위하여 어육의 색 및 일반성분 측정, 관능검사, texture의 기계적 측정, 어육 조직의 현미경 관찰을 통하여 양식 도미 어육의 특징을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 도미 양식어와 자연어의 육색은 두 어종 사이에 현저한 차이를 나타냈으며, 주로 명도에서 차이가 크게 나타났다.

2. 일반성분은 지질함량이 양식도미에서 자연어에 비해 유의적으로 높았으며($p < 0.05$), 수분과 단백질함량은 어종간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 어육의 관능검사를 실시한 결과, 양식어육은 자연어육에 비하여 선호되지 않았으며, 특히 질감에 대한 선호도가 낮았다. 생육의 경우 양식 어육은 자연 어육에 비하여 육질이 무르고 탄력성이 적었으며 가열육은 양식 어육이 자연 어육보다 단단하였고 촉촉하지 않았다.

4. 어육의 기계적 특성에서도 도미 양식은 자연어보다 생육의 경우 육질이 유의적으로 더 연한 것으로 나타났으나 가열하였을 때 더 단단해졌다.

5. 지질함량이 많은 양식 도미는 자연 도미보다 피하조직에 지질층을 두껍게 형성하고 있었으며 근섬유 사이에 많은 지방구가 존재하고 있는 것이 현미경으로 관찰되었다.

Fig. 3. Light microscope of lipid layer under the skin of the cultured and wild red sea bream ($\times 40$).

RC : cultured red sea bream.

RW : wild red sea bream.

Fig. 4. SEM of lipid droplets between muscle fibers of the cultured and wild red sea bream.

RC : cultured red sea bream.

RW : wild red sea bream.

참고문헌

1. 농림수산부: 농림수산통계연보, 492(1993).
2. 해양수산부: 해양수산통계연보, 1001(1998).
3. Okamoto L.: Cultured red sea bream, *J. Science of Cookery*, **13**(2): 106-110(1980).
4. Shimizu Y., M. Tada and K. Endo: Seasonal variations in chemical constituents of Yellow-tail Muscle-I, lipid and crude protein, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **39**(9): 993-999(1973).
5. Ohshima T., S. Wada and C. Koizumi: Comparison of lipids between cultured and wild Yellowtail, *J. of the Tokyo University of Fisheries*, **69**(2): 117-122(1983).
6. Morishita T., K. Uno, N. Imura, and T. Takahashi: Variation with growth in the proximate compositions of cultured Red Sea Bream, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**(9): 1601-1607(1987).
7. Konosu S. and K. Watanabe: Comparison of nitrogenous extractives of cultured and wild Red Sea

- Breams, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **42**(11): 1263-1266(1976).
8. Ohshima T., S. Wada and C. Koizumi: Comparison of lipids between cultured and wild Red Sea Breams, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **49**(9): 1405-1409(1983).
 9. Uno K., T. Morishita, and T. Takahashi: Variation with growth in the fatty acid compositions of lipids from cultured Red Sea Bream, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**(9): 1609-1615(1987).
 10. Kora H., S. Osato, K. Miyata Z. Wu, K. Tachibana and M. Tsuchimoto: Changes in amounts of fat, water, protein, and ash in whole-body of cultured Red Sea Bream with growth, and comparison with wild Red Sea Bream, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **61**(2): 211-218 (1995).
 11. Hirano T., H. Nakamura, and M. Suyama: Quality of wild and cultured Ayu-II. Seasonal variation of proximate composition, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **46**(1): 75-78(1980).
 12. Shimma Y. and H. Taguchi: A comparative study on fatty acid compositions of wild and cultivated "AYU", Sweet Smelt (*Plecoglossus altivelis*), *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **30**(11): 918-925 (1964).
 13. Hirano T. and M. Suyama: Fatty acid composition and its seasonal variation of lipid of wild and cultured Ayu, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **49**(9): 1459-1464(1983).
 14. Kunisaki N., K. Takada, and H. Matsuura: On the study of lipid contents, muscle hardness and fatty acid compositions of wild and cultured Horse Mackerel, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **52**(2): 333-336(1986).
 15. Bligh E.A., W.J. Dyer: *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 911-917(1959).
 16. 주현규, 조황연, 박충균, 조규성, 채수규, 이상조: 식품분석법, 학문사, 218-221(1995).
 17. 김수성: 병리조직검사학, 고문사, 118-119(1995).
 18. D.G. Judd and G. Wyszeczi: *Applied colorific science for industry and business*, Diamond Co. Japan, 333 (1964).
 19. Hatae K., K. H. Lee, T. Tsuchiya and A. Shimada: Textural properties of cultured and wild fish meat, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**(2): 363-368(1989).
 20. Konosu S. and K. Watanabe: Comparison of nitrogenous extractives of cultured and wild Red Sea Breams, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **42**(11): 1263-1266(1976).
 21. Hatae K., S. Tamari, K. Miyanaga, and J. Matsumoto: Specie difference and changes in the physical properties of fish muscle as freshness decreases, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **51**(7): 1155-1161(1985).
 22. Tachibana K., T. Doi, M. Tschimoto, T. Misima, M. Ogura, K. Matsukiyo, and M. Yasuda: The effect of swimming exercise on flesh texture of cultured Red sea bream, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**(4): 677-681(1988).

(1999년 11월 20일 접수)