

물리·화학적 방법에 의한 참돔, *Pagrus major*의 품질판정

김태진¹ · 배진한 · 여해경 · 심길보 · 정호진 · 조영제*

¹(사)한국생선협회, 부경대학교 식품생명공학부

Quality Evaluation of Red Seabream, *Pagrus major* by Physicochemical Method

Tae-Jin Kim¹, Jin-Han Bae, Hae-Kung Yeo, Kil-Bo Shim, Ho-Jin Jeong and Young-Je Cho*

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

¹Korea Association of Sliced Raw Fish

The quality of cultured fish was evaluated in this study by using physicochemical method. The speed of a current was taken a decision 0.5 m/s by a preliminary experiment. No-exercise trained group was not much significantly changed moisture content, lipid content, collagen content and breaking strength during cultured time ($P>0.05$). But moisture content of exercise trained group was $72.05\pm 1.45\%$ at the first time and increased to 3% after 20 days. Lipid content was initially $5.36\pm 0.90\%$ and reduced to 46% during the cultured time. The breaking strength increased during cultured time, on the contrary collagen content did not change significantly. Relation between each elements during the cultured time, moisture content and lipid content was significantly correlated with breaking strength ($P<0.05$, $r=0.60$ and $P<0.05$, 0.56). But relation between breaking strength and collagen content was not clear ($P>0.05$, $r=0.16$). These results were suggested that the increase of breaking strength after exercise was affected by lipid content not collagen content.

Keywords: Red seabream, Quality evaluation, Exercise, Lipid content, Breaking strength

서 론

우리나라는 해방 후 어려웠던 경제난국에서 벗어나 산업 발전기에 접어들면서 수산물보다는 육류의 섭취가 상대적으로 많이 증가되었다. 최근에 들어와서는 외식산업의 현저한 발달과 더불어 즉석 편리식품이나 육류의 소비가 증가함에 따라 비만, 동맥경화 및 영양의 과잉공급에 따른 각종 성인병이 만연하고 있는 실정이다. 이러한 시점에 수산물이 가지고 있는 건강기능성이나 생리효과가 식품관련 연구자들에 의해 밝혀지면서 생선회가 건강지향성과 기호성이라는 측면에서 두 가지 조건 모두를 만족시키는 식품으로 자리 잡아 외식산업의 한 축을 이룸으로써 생선회의 소비는 급증하고 있다. 그러나 자연산 활어는 남획에 따른 자원고갈 및 어장축소 등 여러 가지 이유로 현재 유통감용 어류로서 유통되고 있는 활어의 90% 이상은 양식산이다. 양식 활어의 생산량은 1980년대 후반에 비하여 10배 이상 증가되었을 뿐만 아니라 가까운 중국이나 일본 등지에서 생선회로 먹기 위하여 많은 양의 활어가 수입되고 있는 실정이다(수산연감, 2003). 이렇게 생산된 활어는 활어시장에서 활어의 품질에

관계없이 중량을 기준으로 거래되고 있어 비만도가 높은 활어 생산으로 어류양식이 이루어지고 있다. 양식 활어의 거의 대부분이 생선회로 소비되는 점을 감안할 때, 우리나라의 어류 양식업이 대외 경쟁력을 갖추기 위해서는 활어의 품질에 따라 가격이 산정되는 체제가 도입되어야 한다. 그러므로, 활어 품질판정 기술의 개발은 우리나라 어류양식업이 대외경쟁력을 갖추게 할 뿐만 아니라 나아가 어민소득 증대에 기여할 수 있다. 또한 활어의 유통질서를 갖추기 위해서 양식 활어 근육의 품질을 정확하고도 신속하게 판정할 수 있는 기술을 개발하여야 한다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라에서 양식 활어의 품질판정을 위하여 인위적으로 운동수조에서 양식 활어를 강제 운동시켜 운동여부와 운동 횟수에 따른 체성분들의 변화를 검토하여 양식 활어의 품질지표를 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

사육수조

사육수조는 1.5톤(1.5×1.5×0.6 m), 1.8톤(1.7×1.7×0.9 m)의 원형 FRP (fiberglass reinforced plastics)수조를 사용하여 1.6×0.8×0.4 m의 여과조로 여과된 해수를 펌프를 이용하여 각 사육수조

*Corresponding author: yjcho@pknu.ac.kr

Table 1. Datas of sampled fish

	Body weight (kg)	Total length (cm)	Body width (cm)	Body depth (cm)
No exercise	0.7±0.1	33.5±1.5	3.9±0.3	12.3±0.8
Exercise (twice/day)	1.0±0.1	38.7±0.6	4.6±0.5	13.7±0.6
Exercise (once/day)	1.2±0.2	39.8±2.5	4.6±0.8	14.3±1.0

에 흘러 주었다. 유속을 가하기 위해 200 W 단상식 수중펌프를 수조의 벽 쪽에 설치하였으며 유속 조절은 좁게 만든 3개의 배출 파이프의 밸브에 의하여 조절하였다. 각 수조의 해수는 3 일에 한번씩 교환하여 주었다.

실험어

동해안 지역의 민간 양식장에서 10개월 정도 양식한 참돔(red seabream, *Pagrus major*)을 부산광역시 소재의 계류장에 운반된 지 5일 이내의 활어를 구입하였다. 제작된 수조에서 안정화시키고 20°C의 해수를 하루에 1°C씩 단계적으로 수온을 조절하여 최종 수온을 17°C로 하였다. 운동조건으로 1일 1회(09:00~15:00)는 6시간으로 설정하였고 1일 2회(09:00~12:00, 14:00~17:00)는 오전, 오후에 각 3시간씩 운동시켰다. 각각의 조건에 따라 운동시킨 후 각 수조에서 3마리를 임의로 채취하여 benzocaine (ethyl p-aminobenzoate)으로 마취 후에 즉살(두부의 굵소를 강타)시켜 방혈 후 아이스 박스에 담아서 실험실로 운반하여 실험용 시료로 사용하였다. 실험기간 동안 사료에 대한 영향을 배제하기 위하여 절식시켰으며, 실험에 사용된 참돔의 크기는 Table 1에 나타내었다.

실험방법

가. 수분 및 지질 함량

수분함량은 105°C 상압 가열건조법, 지질함량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다.

나. 파괴강도(breaking strength)의 측정

Ando et al. (1991)의 방법에 따라 Rheo meter (Compac-100, Sun, Japan)을 이용하여 참돔 등육을 밀면이 평행하게 필렛하여 20×20×10 mm의 크기로 정사각형의 칼집을 위에서 찍은 후에, 칼집 위로 돌출된 부분을 잘라내고 근육의 두께를 10 mm로 균일하게 하여 측정시료로 사용하였다. 파괴강도는 직경 10 mm cylinder plunger를 사용하였으며, 속도 60 mm/min때의 최고값을 측정하였다. 실험결과는 각 참돔에 대하여 4~8회 측정하여 평균±표준편차(mean±S.D.)로 나타내었다.

다. 콜라겐(collagen)의 정량

Bergman and Loxley (1963)의 방법에 따라, 등쪽 근육을 6N-HCl 가수 분해하여 시료를 반응시약과 반응시킨 후 558 nm에서 30분 이내에 hydroxyproline을 정량하여 콜라겐 환산계수 9.75를 곱하여 측정하였다.

라. 통계처리

실험의 측정결과를 SAS (Statistical Analysis System) 통계 프로그램을 이용하여 측정치에 대한 평균 및 표준편차를 구하고 각 측정치의 측정 시기간 차이검정은 Duncan의 다중비교(Duncan's multiple range test)로 검정하였으며 유의도는 $P < 0.05$ 수준으로 설정하였다. 또한 각 성분간의 상관관계를 SPSS Program (SPSS Inc., 2002)을 사용하여 회귀분석하였다.

결 과

운동수조의 유속설정

실험 수조 내의 유속을 0.1 m/s, 0.3 m/s, 0.5 m/s, 0.7 m/s로 조절하여 20일 동안 하루 6시간 운동시키면서 활어의 파괴강도를 조사하였다(Fig. 1). 0.1 m/s 사육구의 참돔은 1.39 ± 0.08 kg의 평균 파괴강도를 나타냈으며, 0.3 m/s 사육구 참돔의 평균 파괴강도는 1.40 ± 0.15 kg를 나타냈으나 유의한 차이는 나타나지 않았다($P > 0.05$). 사육수조 내의 유속이 0.5 m/s 사육구의 평균 파괴강도는 1.52 ± 0.31 kg, 0.7 m/s 사육구의 참돔은 1.51 ± 0.08 kg의 평균 파괴강도를 나타냈으며, 이 두 유속구에서는 사육기간에 따라 파괴강도가 유의적인 차이를 나타냈다($P < 0.05$).

운동 유무에 따른 성분변화

참돔의 운동 사육구(2회/1일, 0.5 m/s)와 비운동 사육구의 초기 수분함량은 각각 $73.48 \pm 0.87\%$, $72.05 \pm 1.45\%$ 의 함량이었

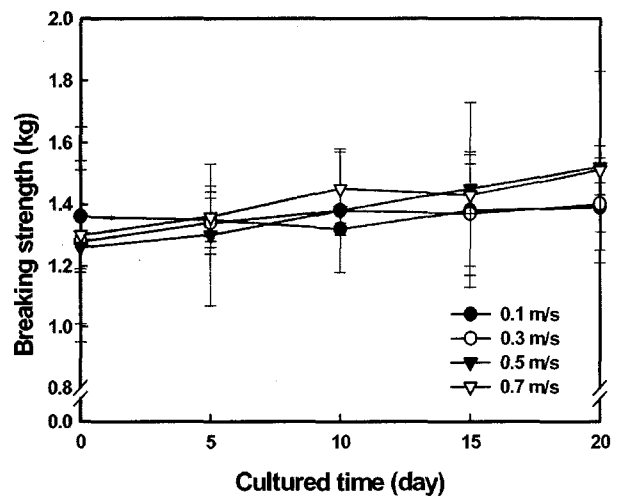


Fig. 1. Effect of the speed of current on breaking strength of muscle during cultured of red seabream.

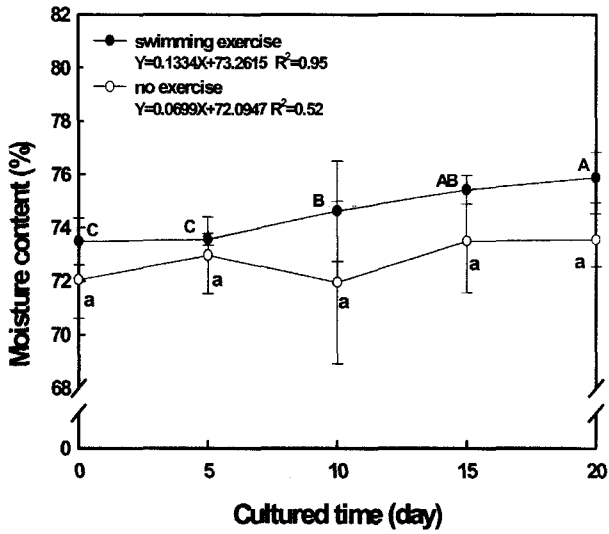


Fig. 2. Effect of swimming exercise on moisture content of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

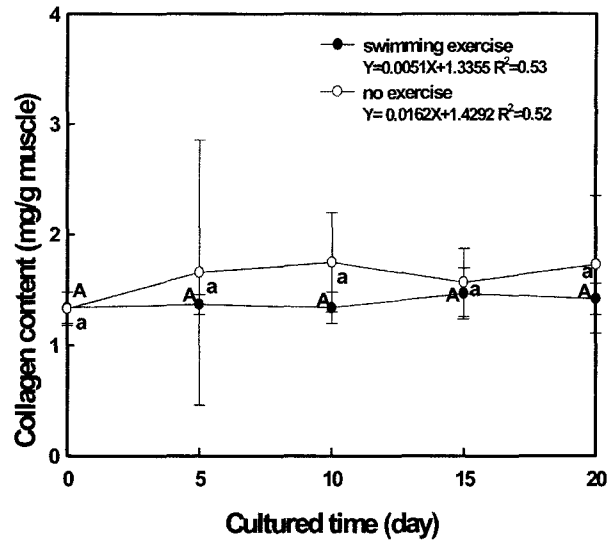


Fig. 4. Effect of swimming exercise on collagen content of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

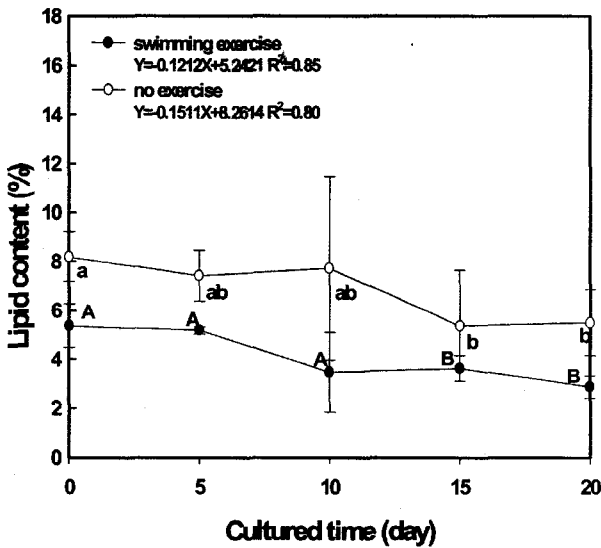


Fig. 3. Effect of swimming exercise on lipid content of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

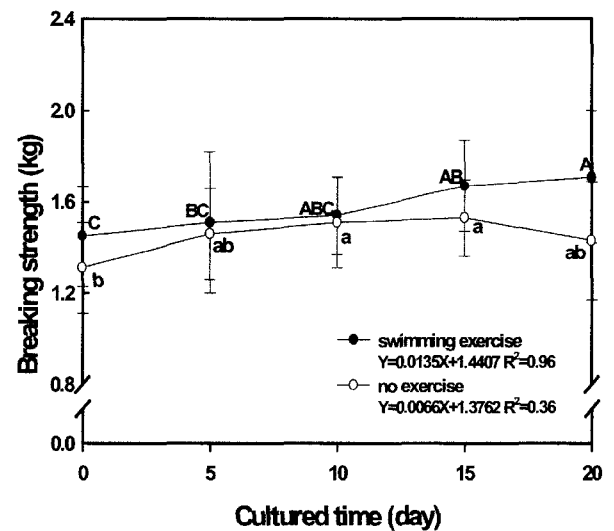


Fig. 5. Effect of swimming exercise on breaking strength of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

다. 운동 사육구에서는 수분함량이 운동 5일째에는 $73.56 \pm 0.22\%$ 였으며, 운동 20일에는 $75.88 \pm 0.94\%$ 로 초기 수분함량보다 3%정도 증가하였다. 반면, 비운동 사육구에서는 큰 변화를 나타내고 있지 않았다($P > 0.05$). 운동시킨 참돔에서의 수분함량은 $0.1334(r=0.95)$ 의 기울기로 증가하였다(Fig. 2). 지질함량은 운동 사육구의 초기 지질함량은 $5.36 \pm 0.90\%$ 을 나타내었으며, 비운동 사육구는 $8.18 \pm 1.01\%$ 으로 나타났으며, 운동 5일에는 $5.18 \pm 0.15\%$, 운동 15일에는 $3.63 \pm 0.52\%$, 운동 20일에는 $2.87 \pm 0.46\%$ 로 그 함량이 감소하였으나, 비운동 사육구에서는 사육기간 동안 큰 변화를 보이지 않았다(Fig. 3). 사육기간 동안의 콜라겐함량의 변화를 살펴보면 운동과 비운동 모두 사

육기간 동안 큰 변화는 보이지 않았다(Fig. 4). 질감에 대한 객관적 지표로 사용되는 파괴강도의 변화는 운동 사육구와 비운동 사육구의 초기의 파괴강도는 1.45 ± 0.22 kg, 1.31 ± 0.20 kg 이었으며, 사육기간 동안 운동 사육구는 파괴강도가 증가한 반면, 비운동 사육구에서는 참돔의 파괴강도는 사육기간 동안 유의적 차이가 나타나지 않았다(Fig. 5).

운동 횟수에 따른 성분변화

2회 운동시킨 참돔과 1회 운동시킨 참돔의 초기 수분함량은 각각 $73.37 \pm 0.20\%$, $71.74 \pm 1.66\%$ 였으나, 사육 5일 이후에는 수분함량이 증가하여 15일에는 각각 $76.40 \pm 0.14\%$, $75.62 \pm$

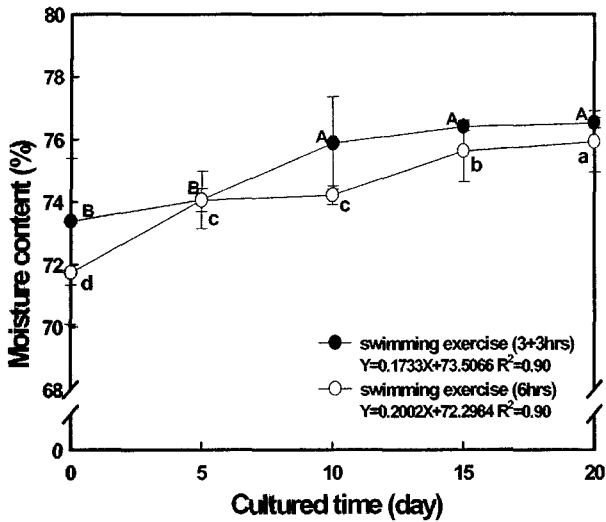


Fig. 6. Effect of swimming exercise mode on moisture content of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

0.98%의 수분함량을 나타내었다. 이는 운동을 시킴으로 수분함량이 증가되었으며, 수분의 증가폭은 2회 운동군이 1회 운동군보다 수분함량의 증가율이 높았다(Fig. 6). 수분함량의 변화와는 달리 지질함량은 사육 기간이 증가할수록 함량은 감소하는 경향을 보여주고 있다. 2회 운동한 참돔은 초기 $5.83 \pm 2.08\%$ 의 지질함량이 5일 동안 운동을 시킨 후에는 $4.63 \pm 0.31\%$ 로 1% 정도 감소하였으며, 10일 운동 시에는 $2.82 \pm 0.42\%$ 로 급격한 감소를 보인 후에는 큰 변화를 보이지 않았다. 또한 하루 1회 운동시킨 활어는 지질함량의 감소율이 2회 운동시킨 참돔보다는 작았지만, 1회 운동시킨 참돔과 마찬가지로 운동기간 동안 지질은 감소하였으며, 운동 5일 이후에는 지질함량은 큰 유의

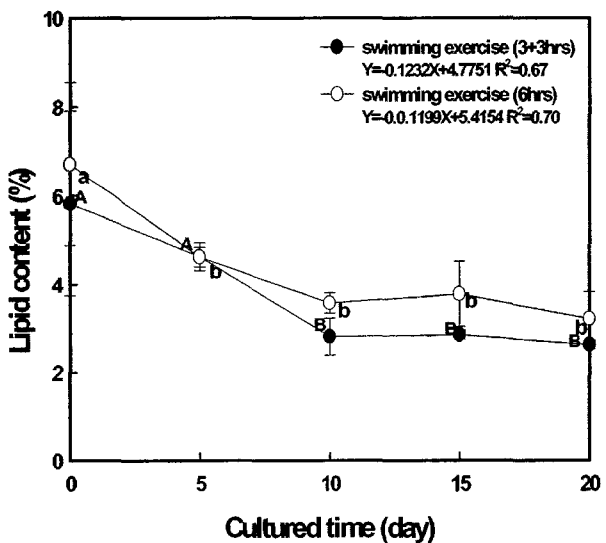


Fig. 7. Effect of swimming exercise mode on lipid content of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

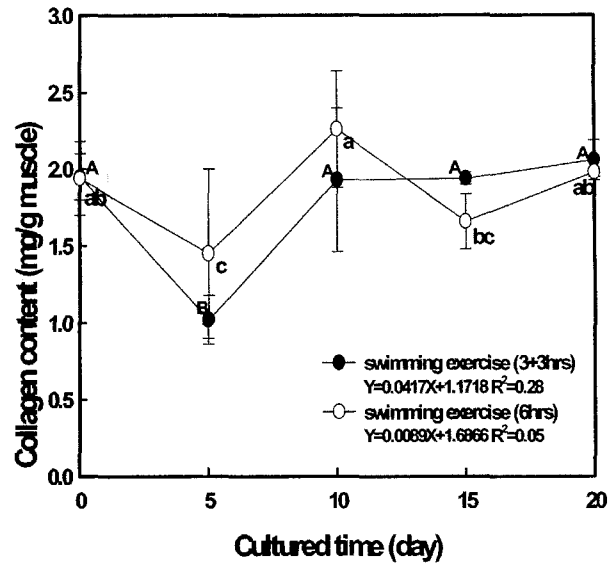


Fig. 8. Effect of swimming exercise mode on collagen content of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

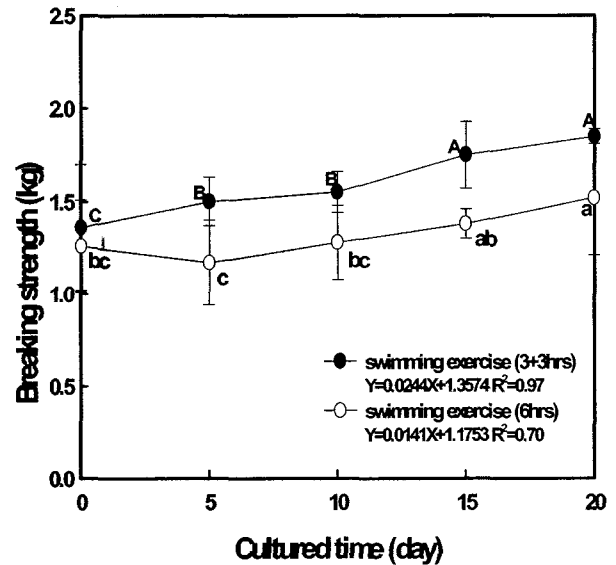


Fig. 9. Effect of swimming exercise mode on breaking strength of red seabream during cultured. Superscripts with different alphabet's in commons are significant different at the $P < 0.05$.

차가 없었다($P > 0.05$). 그러므로, 운동기간과 지질의 상관관계는 음의 기울기를 가지고 있으며, 2회 운동시킨 참돔이 1회 운동시킨 참돔보다 지질의 감소율이 큰 것으로 확인되었으며, 사육 기간동안 운동시간과 지질함량은 밀접한 관계를 가지고 있었다(Fig. 7). 운동 횟수와 상관없이 운동기간 동안 콜라겐함량은 큰 증가를 보이지 않고 있으며, 운동 5일째에는 콜라겐함량이 약간 감소하였다(Fig. 8). 파괴강도는 운동 횟수가 많을수록 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 9).

Fig. 10은 연구에 사용된 참돔의 각 성분들의 상관성을 살펴 보았다. 파괴강도는 수분함량($P < 0.05$, $r=0.60$)과 지질함량

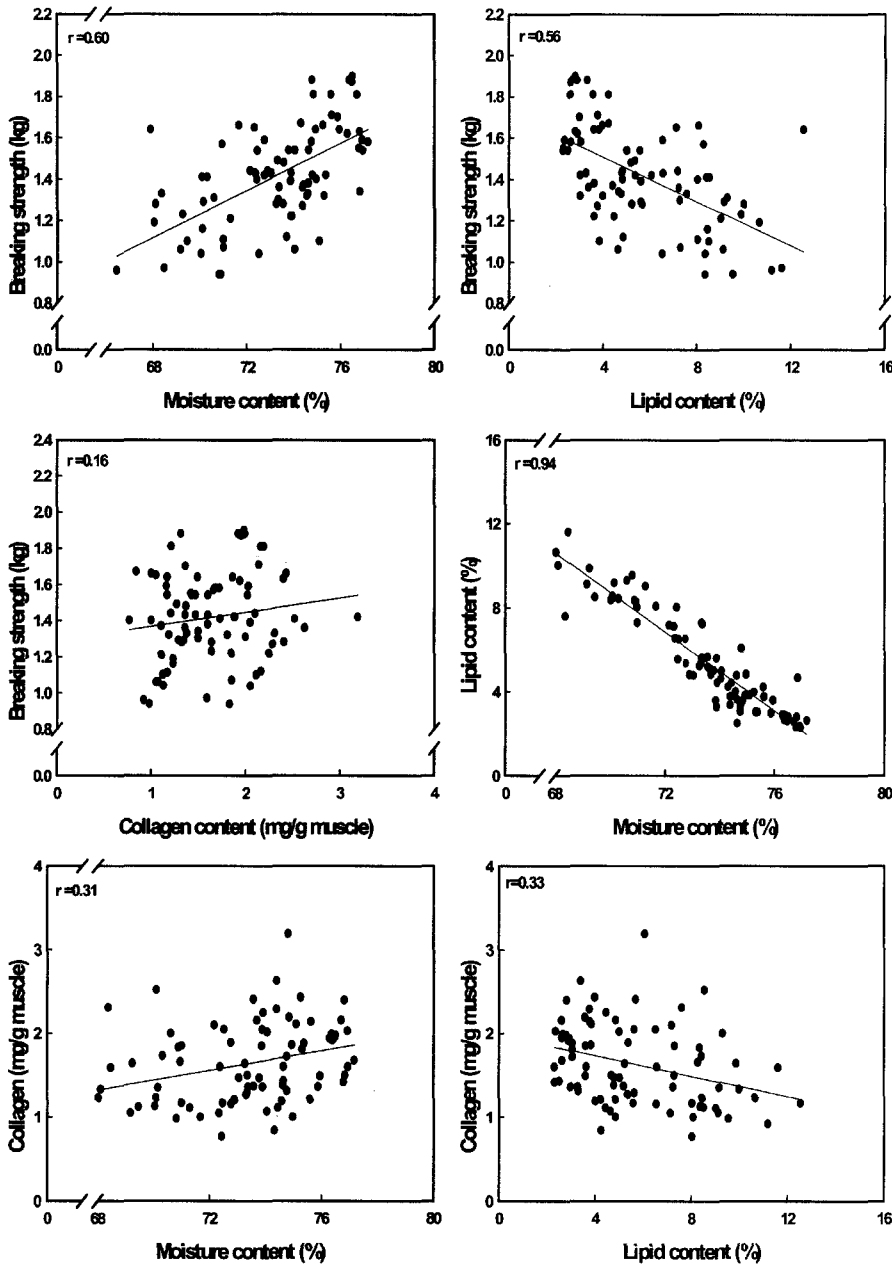


Fig. 10. Relationship of each elements in red seabream.

($P < 0.05$, $r=0.56$)에 의한 상관성이 크게 나타났으며 콜라겐함량과의 상관성이 작게 나타났다($P > 0.05$, $r=0.16$).

고찰

생선회의 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나는 씹힘성으로, Lee (1998)는 양식 및 자연산 도미와 넙치 어육의 특성에 관한 연구에서 관능검사와 파괴강도와의 상관성이 높다는 보고와 마찬가지로, 우리나라에서 가장 많이 소비되고 있는 넙치, 우럭, 참돔, 농어 등의 횡감용 생선회의 맛은 씹힘성으로 결정하고 있기 때문에 육질을 개선하기 위한 일련의 연구가 진행되었다. 즉,

운동사육에 의하여 근육에 장력을 발생시켜 육질을 개선하는 방법(Tachibana et al., 1988), 사육수온을 변화시켜 육질을 개선하는 방법(Hawang et al., 1991), 한약재를 사료에 투여하여 육중의 결합조직이 함량을 증대시키는 방법(Kim et al., 1996) 및 절식 사육에 의하여 양식어의 육질을 개선하는 방법 등이 있다. 그러므로, 현행처럼 양식 활어의 품질이 중량 기준이 아닌, 씹힘성 등과 같은 기준으로 측정되어야 하며, 이에 대한 지표들을 검색하고자 하였다.

제작된 수조에서 유속에 따라 참돔을 강제 운동시켜 파괴강도 변화를 살펴본 결과, 사육기간에 따라서는 유의적인 차이를 나타내고 있으나($P < 0.05$), 유속에 따라서는 유의적인 차이가

없었다($P > 0.05$). 그러나 유속이 0.5 m/s 이하에서는 사육 기간동안 파괴강도의 변화는 거의 없었다. 그러므로 0.5 m/s 이상의 유속에서의 파괴강도가 유의적인 차가 없는 점과 유속을 증가시킬 때 들어가는 부대비용을 감안한다면 최적의 유속은 0.5 m/s이었다.

운동을 시켜 육질의 단단함이 증가한 양식 활어에서의 성분은 수분함량이 증가한 반면, 지질함량이 감소하였으며, 비운동 사육구에서는 수분함량과 지질함량의 변화는 크지 않았다. 어류에 있어서 계절별에 따라 조직감의 차이를 가지게 되는데, 이 조직감 즉 단단함에 중요한 인자로서 지질함량이라고 밝힌 Touhata et al. (1998)의 보고와 같이, 운동에 의하여 지질함량의 감소는 육질의 단단함에 영향을 미치게 되며, 지질함량은 품질지표로서 중요한 인자로 작용할 것으로 판단된다. Yoshinaka (1990)는 근육에는 근세포 사이를 연결하는 기능을 갖는 결합조직이 존재하며 이 결합조직은 수 종류의 단백질로 형성되지만 대부분은 콜라겐이라고 보고하였으나, 본 연구에서는 운동 유무와 횡수에 따른 콜라겐함량의 변화가 크게 나타나지 않고 있다. 어육 내 콜라겐함량은 유영 시 몸을 크게 구부리는 부위일수록 높으므로 머리부분보다 꼬리부분에 많으며 어린 것보다 늙은 것에 불용성 콜라겐함량이 높다는 보고(Yoshinaka et al., 1988)와 마찬가지로 동일어종에서 운동 사육시킨 활어의 근육은 운동이 실제적으로 일어나는 꼬리부분에서의 콜라겐함량은 증가한다고 보고 되고 있다(Yoshinaka, 1990), 그러나 본 연구에서는 꼬리부분의 근육을 사용하지 않고 생선회의 가식부위인 등쪽 근육을 사용하였기 때문에 운동에 따른 콜라겐함량의 차이가 크게 나타나지 않은 것으로 사료된다. 근육의 단단함과 가장 밀접한 관계가 있는 콜라겐은 그 함량이 많을수록 단단한 근육이 된다는 보고(Hatae et al., 1986)와는 달리 본 연구에서는 지질함량의 감소에 따른 근육의 단단함이 상관성을 가지는 것으로 보인다.

그러므로, 생선회의 맛에 직접적인 관계가 있는 파괴강도와 수분 및 지질함량의 상관성은 크게 나타났으며($r=0.60$, $r=0.56$), 반면, 파괴강도와 콜라겐함량의 상관성은 작게 나타났으며($r=0.16$). 이는 파괴강도값이 운동에 의한 콜라겐함량의 변화가 아니고 에너지 소모에 의한 지질함량이 감소한 것임으로, 동일 어종에서 파괴강도에 영향을 미치는 수분함량 및 지질함량과의 상관성($r=0.60$, $r=0.56$)을 이용하여 신속, 정확하게 양식 활어의 품질을 판정할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 신속, 정확한 육질의 판정을 위하여 사육수조에서 운동여부와 운동횡수에 따라 양식 활어의 품질지표를 설정하고자 하였다. 수조 내의 유속을 0.1 m/s, 0.3 m/s, 0.5 m/s, 0.7 m/s로 조절하여 양식산 참돔을 20일 동안 하루 6시간 운동시키면서 활어의 파괴강도를 조사하였다. 유속에 따른 차이가

0.5 m/s 이상이 되면 차이가 나지 않았으며, 유속을 증가시키기 위해 소요되는 부대비용을 감안한다면 최적의 유속은 0.5 m/s가 가장 적합하였다. 운동유무에 따른 체성분변화를 살펴보면, 비운동 사육구에서는 사육기간 동안 각 성분들의 유의적 변화가 나타나지 않았지만, 운동 사육구에서는 콜라겐함량을 제외하고 각 성분들의 운동기간 동안의 변화가 인정되었다. 운동 횡수에 따른 체성분변화를 살펴보면, 2회/1일 운동시킨 참돔이 1회/1일 운동시킨 참돔보다 상관성이 높게 나왔다. 수분함량은 2회/1일 운동시킨 참돔보다 1회/1일 운동시킨 참돔의 증가율이 높았다. 지질함량은 1회/1일 운동시킨 참돔에서의 감소율이 2회/1일 운동시킨 참돔보다는 작았지만, 1회/1일 운동시킨 참돔도 사육기간 동안 지질은 감소하였다. 운동 횡수와 상관없이 사육기간 동안 콜라겐함량은 큰 증가를 보이지 않았으며, 파괴강도는 증가하는 경향을 보여준다.

감사의 글

본 연구는 해양수산부 수산특정연구개발사업의 연구비 지원(과제번호: 20020074)에 의한 것이며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- Ando, M., H. Toyohara, Y. Shimizu and M. Sakaguchi, 1991. Post-mortem tenderization of rainbow trout muscle caused by gradual disintegration of the extracellular matrix structure. *J. Sci. Food Agric.*, **55**: 589-597.
- Bergman, I. and R. Loxley, 1963. Tow improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. *Analytical Chem.*, **35**(12): 1961-1965.
- Hatae, K., A. Tobimatsu, M. Takeyama and J. Matsumoto, 1986. Contribution of the connective tissues on the texture difference of various fish species. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **52**(11): 2001-2007.
- Hwang, G. C., H. Ushio, S. Watabe, M. Iwamoto and K. Hashimoto, 1991. The effect of thermal acclimation on rigor mortis progress of carp stored at different temperatures. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**: 541-548.
- Kim, D. S., J. H. Kim, C. H. Jeong, S. M. Lee and Y. B. Moon, 1996. Effects of dietary herbs on growth and body composition in Olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J. of Aquacult.*, **9**(4): 461-465 (in Korean).
- Lee, Y. S., 1998. Studies on the muscle quality of cultured and wild red seabream (*Pagrosomus auratus*) and flounder (*Paralichthys olivaceus*). Ph. D. thesis. Kyung Hee University, Korea (in Korean).
- 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 seabream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**: 677-681.
- Touhata, K., H. Toyohara, M. Tanaka, Y. Tokuta, M. Sakaguchi and H. Tanaka. 1998. Seasonal change in muscle firmness and

- proximate composition of red seabream. *Fish. Sci.*, **64**(4): 513-516.
- Yoshinaka, R., K. Sato, and Y. Himizu, 1988. Distribution of collagen in body muscle of fishes with different swimming movement, *Comp. Biochem. Physiol.*, **89B**: 147-151.
- Yoshinaka, R., 1990. Distribution of collagen in body of several fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**(3): 549.
- 한국수산회. 2003. 수산연감. 삼신인쇄. 304-305 pp.
-
- 원고접수 : 2004년 1월 30일
 수정본 수리 : 2004년 7월 8일
 책임편집위원 : 이정열