

붕어와 떡붕어의 연령에 따른 이화학적 품질 특성

김계웅 · 조성덕 · 김학연*

공주대학교 동물자원학과

Physicochemical Properties of *Carassius carassius* and *C. cuvieri* Based on Years

Gye-Woong Kim, Sung-Duck Joe, and Hack-Youn Kim*

Department of Animal Resources Science, Kongju National University

Abstract

This study investigated physicochemical properties of *Carassius carassius* and *C. cuvieri* based on years. The ash of a two-year carassius showed low-level properties, but that of a five-year carassius showed higher-level properties ($p < 0.05$). The ash and pH of a one-year cuvieri, registered 1.24% and 7.32, respectively ($p < 0.05$). The general compositions and pH of cuvieri did not significantly differ ($p > 0.05$). The WHC of a three and four-year carassius was 65.30% and 62.41%, respectively ($p < 0.05$). Cooking loss of a two-year carassius significantly had the highest value compared with the other groups (21.46%). The WHC of a three-year cuvieri significantly had the highest value (60.08%). Meanwhile, a five-year fish significantly had the lowest value (53.34%). The significant difference of L^* values was not shown in the four treatment groups ($p > 0.05$). However, the values of a^* and b^* significantly showed the highest levels in a five-year carassius (1.96 and 4.07, respectively). Moreover, the a^* and b^* values of cuvieri showed the lowest values at 9.94 and -0.54 in a five-year fish. The shear force of a five-year carassius was significantly high at 52.32 kg, whereas that of a five-year cuvieri was 49.60 kg ($p < 0.05$).

Key words: carp, *C. carassius*, *C. cuvieri*, meat quality

서 론

붕어는 잉어목, 잉어과, 붕어속에 속하는 민물 경골어류이다. 우리나라는 물론 중국, 일본, 아프리카, 유라시아 등 전 세계지역에 분포하고 있는 어종이라고 볼 수 있다 (Nakamura, 1969; Chung, 1977; Nelson, 2006; Kim et al., 2020). 이러한 붕어는 4-7월에 무리를 지어 물가의 수초에 알을 낳고 부화를 하게 된다. 붕어(*Carassius carassius*)는 40 cm 정도 성장하며, 입은 작고 수염은 없는 것이 특징이다. 몸통은 황금색이나 녹갈색 등을 띠고 있지만 서식지에 따라서 다소 변화가 있다. 아가미 갈퀴(새파, gill raker) 수는 44-52개로 구성되어 있다. 호수, 하천, 늪지대에서 서식하며 식성은 잡식이다(Nam et al., 1989; Jang et al., 2011). 그리고 떡붕어(*C. cuvieri*)는 외형적으로 붕어와 비슷하나 체고(수직높이)는 현저히 높고, 머리의 주둥이는 앞으로 좀 돌출되고 납작한 편이다. 입술은 얇고 수염은 역시 없으며, 지느러미는 백색을 띠고 있다. 아가미 갈퀴(새

파)수는 84-114개 정도이며, 측선 비늘 수는 30-31개이며, 전장(全長)은 50 cm 정도로 비교적 크다.

한국 자연산 붕어는 1934년에 처음 학계에 보고되었는데, 함경북도 청진에서 채집되어 *C. carassius*로 분류된 경우를 제외하고 Mori and Uchida (1934)는 그 외에 모든 다른 한반도 서식 자연산 붕어들을 *C. auratus*로 분류하여 보고한 바 있다. 이후 Nam et al. (1989)은 영남지역 수계에서 채집한 자연산 붕어를 *C. auratus*로 보고하였다. 우리나라 담수역에는 *C. auratus*로 분류되어 있는 자연산 붕어이고, 1972년에 내수면 자원조성을 목적으로 일본에서 도입하여 *C. cuvieri*도 널리 서식하고 있는데, 일반적으로는 떡붕어로 알려져 있다. 이 떡붕어는 재래종 붕어와 교잡된 잡종으로 붕어와 같이 5-6월에 가장 많이 산란(産卵)하는 계절번식을 하게 된다(Kim et al., 2020).

붕어속(屬)은 형태학상 유사성과 다양성 때문에 현재 분류체계가 명확히 확립되어있지 않는데, 이러한 붕어속 분류의 제한을 극복하기 위하여 붕어와 떡붕어의 유전적 특성을 분석한 바 있다(Yun and Park, 2006; Kang et al., 2014). 그러나 붕어와 떡붕어를 식품 소재로써 구분하기 위한 이화학적 특성에 대한 연구는 아직까지 수행된 바 없다. 따라서 본 연구는 충남 예당호와 호(湖)상·하류 지역에 서식하는 붕어와 떡붕어의 성장 생태 중 체장, 체고

*Corresponding author: Hack-Youn Kim, Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea
Tel: +82-41-330-1241; Fax: +82-41-330-1249
E-mail: kimhy@kongju.ac.kr
Received October 6, 2021; revised October 26, 2021.; accepted October 29, 2021

등 채위를 측정하고, 두 어종을 양질의 식품소재로 이용할 수 있는 기초자료를 얻기 위하여 이화학적 특성을 분석하였다.

재료 및 방법

공시동물

예당저수지 일원에서 서식하는 연령별 붕어(*C. carassius*) 125개체(5년생×25=125미)와 떡붕어(*C. cuvieri*) 125개체(5년생×25=125미), 총 250 미를 공시재료로 하였다. 공급받은 붕어와 떡붕어는 2°C를 유지하며 12시간 내에 내장, 비늘과 지느러미를 손질하여 실험에 이용하였다.

일반성분 측정

일반성분 측정은 AOAC법(1990)에 따라 조단백질함량은 Kjeldahl법, 조지방함량은 Soxhlet법, 수분함량은 105°C 상압건조법, 조회분함량은 직접회화법으로 분석하였다.

pH 측정

참붕어와 떡붕어의 등 근육 부위(fillet)를 채취하여 pH 측정에 이용하였으며, 접촉식 전극(ROSS Ultra pH Electrode 8135BNUWP, Thermo Scientific, Waltham, MS, USA)을 장착한 pH meter (S220, Mettler-Toledo, Switzerland)를 이용하여 pH를 측정하였다.

보수력 측정

보수력은 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(Whatman No. 2)를 놓고, 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개놓고 일정한 압력으로 3분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총면적을 planimeter (MT-10S, MT Precision, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

$$\text{보수력(\%)} = \frac{\text{육조직이 묻어 있는 면적(mm}^2\text{)}}{\text{수분이 젖어 있는 총면적(mm}^2\text{)}} \times 100$$

가열감량 측정

시료의 등근육 부위(fillet)를 채취하여 가열 전 무게를 측정하고 chamber를 이용하여 75°C 조건으로 30분간 가열하였다. 가열이 완료된 후 30분간 상온(25°C)에서 방냉(放冷)한 뒤 무게를 측정하였으며, 시료의 가열 전 무게 및 가열 후 무게를 다음 식을 이용하여 가열감량(%)을 계산하였다.

$$\text{가열감량(\%)} = 100 - \frac{\text{가열 후 무게(g)}}{\text{가열 전 무게(g)}} \times 100$$

색도 측정

시료의 안쪽 단면을 colorimeter (CR 10, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L* 값과 적색도(redness)를 나타내는 a*값, 그리고 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L* 값은 +97.83, a* 값이 -0.43, b* 값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

전단력 측정

전단력(shear-force)은 texture analyzer (TA 1, Lloyd, Largo, FL, USA)를 이용하여 측정하였다. 가열된 시료를 가로×세로 (1×3) cm의 크기로 준비하여 상온에서 측정하였다. 분석조건은 pre-test speed 3.0 mm/s, post-test speed 3.0 mm/s, maximum load 2 kg, distance 19.0 mm, force 5 g으로 설정하였다.

통계분석

실험의 결과는 최소한 3회 이상 반복하여 실험을 진행하였다. 이후 통계처리 프로그램 SAS (version 9.3 for window, SAS Institute, Cary, NC, USA) 결과를 평균값과 표준편차로 나타냈으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1) 일반성분 및 pH

붕어의 일반성분 및 pH

붕어의 연령별 일반성분과 pH는 Table 1에 나타내었다. 일반성분을 측정된 결과에서 수분, 지방, 단백질은 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 회분은 2년생과 3, 4, 5년생 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나($p<0.05$), 2년생이 1.23%와 3년생 1.22%로 고령의 5년생 1.12%보다 높은 함량으로 나타났다. 본 연구와 유사하게 Denton et al. (1976)은 무지개 송어 또한 연령이 증가함에 따라 일반성분의 차이가 발생한다고 하였으나, 회분 함량의 경우 14개월령까지 일정하게 유지되었다고 보고한 바 있다. 이와 같이 붕어에서도 4년생까지는 회분의 차이가 발생하지 않은 것으로 판단되나, 5년생에서는 회분함량의 차이를 보였는데, 이러한 결과는 연령이 높아짐에 따라 결합조직의 크기가 커지고, 이들이 차지하는 비율이 상대적으로 증가하게 되어 높은 회분함량을 보인 것으로 판단된다.

pH는 붕어의 연령이 증가함에 따라 낮아지는 함량을 보였으며, 2년생(7.56%) 처리구에 비해 3년생(7.40%)과 4년생(7.35%) 처리구가 유의적으로 낮은 pH를 나타내었고($p<0.05$), 5년생 이상 붕어의 pH는 다른 연령별 처리구들에 비해서 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 이와 같은 pH의 감소는 육단백질에서 보수력 감소에 큰

Table 1. General composition of *C. acrosso*

Components \ Years	2	3	4	5
Moisture (%)	79.24±1.28	79.22±0.33	78.19±3.75	77.63±2.64
Fat (%)	0.07±0.03	0.12±0.02	0.28±0.30	0.51±0.58
Protein (%)	19.93±0.10	19.84±0.29	19.26±0.35	19.19±0.70
Ash (%)	1.23±0.08 ^a	1.22±0.12 ^a	1.20±0.11 ^a	1.12±0.08 ^b
pH	7.56±0.11 ^a	7.40±0.05 ^b	7.35±0.06 ^b	7.23±0.14 ^c

^{a,b,c} Values with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. General composition and pH of *C. cuvier*

Components \ Years	2	3	4	5
Moisture (%)	79.80±1.06	79.60±0.84	79.51±0.72	78.62±2.15
Fat (%)	0.05±0.03	0.07±0.10	0.09±0.09	0.11±0.06
Protein (%)	19.27±0.34	19.28±0.29	19.37±0.49	19.50±0.02
Ash (%)	1.24±0.02	0.98±0.11	0.97±0.09	0.90±0.05
pH	7.32±0.17	7.30±0.12	7.23±0.17	7.14±0.07

영향을 미치며, 보수력의 감소는 육질과 같은 관능적 특성 뿐만 아니라, 가공적합성에도 부정적인 영향을 미치게 된다(Wu et al., 2020). 따라서 이와 같이 연령이 높아짐에 따라 감소하는 pH는 붕어의 어육으로써의 품질이 다소 낮아질 수 있을 것으로 사료된다.

떡붕어의 일반성분 및 pH

떡붕어의 연령별 일반성분과 pH는 Table 2과 같다. 떡붕어의 일반성분 결과에서 수분, 지방, 단백질, 회분 등은 모든 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

본 연구에서 분석한 붕어 및 떡붕어와 같이 담수 어종인 큰입우럭(*Micropterus Salmoides*)의 일반성분 조성이 수분 78.1%, 지방 1.24%, 단백질 18.5%, 회분 1.32%라고 보고된 바 있는데(Jeong et al., 1998), 이러한 유사점은 같은 담수 어종으로써 유사한 서식지와 식성을 가지고 있기 때문인 것으로 생각된다.

떡붕어의 연령별 pH는 붕어와 다르게 모든 연령간의 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 따라서 떡붕어는 붕어와 다르게 연령과 pH간의 상관성이 크지 않기 때문에, 붕어와 같이 연령에 따른 pH의 저하로 인한 관능적 특성과 가공적합성에 부정적인 영향은 다소 적을 것으로 사료된다. Wiener & Hanneman (1982)는 떡붕어와 유사하게 민물고기 어종인 블루길(*Lepomis Macrochirus*)의 생태계가 연령별 pH에 대해 끼치는 영향에 대한 연구를 수행한 바 있는데, 이들은 어종의 생태계 중 생태 밀도의 차이로 인한 스트레스로 pH가 다소 달라질 수는 있으나, 그 외의 생태 요소가 pH에 미치는 영향은 다소 적다고 하였으며, 어종 자체의 특성 및 연령에 따라서 pH가 결정된다고 하

였다. 따라서 떡붕어는 5년생까지의 pH의 변화가 없었으므로, 연령에 따른 pH의 변화가 적은 것이 떡붕어 자체의 특성인 것으로 판단된다.

보수력 및 가열감량

붕어의 보수력 및 가열감량

Fig. 1은 붕어 등심육의 연령별로 보수력(%)과 가열감량(%)을 나타내었다. 보수력의 측정 결과에서 3년생(65.30%)과 4년생(62.41%) 처리구가 5년생 이상(54.56%) 처리구에 비해서 유의적으로 높은 값을 나타내었으며($p < 0.05$), 2년생(59.10%) 처리구는 다른 연령별 처리구들과 유의적인 차이를 보이지 않았다.

가열감량의 측정 결과에서는 3년생(17.28%)과 4년생(16.13%) 처리구가 2년생(21.46%)과 5년생 이상(21.35%) 처리구에 비해서 유의적으로 낮은 가열감량을 가진 것으로 나타났다($p < 0.05$). 결국 2년생과 5년생 붕어에서 가열감량은 높은 것으로 나타났다. 소비자들의 어육 선호도에 있어 가열감량은 선호도를 결정하는 중요한 요인이 되는데, 일반적으로 소비자들은 보수력이 높고 가열감량이 낮은 원료를 선호한다(Brinker & Reiter, 2011). 보수력과 가열감량은 pH와 연관성이 높는데, pH가 감소하여 육단백질의 등전점에 가까워질수록 보수력은 감소하게 되며, 보수력의 감소는 가열 시 수분의 유출량이 높아져 감량이 증가하게 된다(Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). 본 연구에서 붕어의 pH가 유의적으로 5년생에서 감소한 것을 확인할 수 있었으므로, 보수력의 저하와 가열감량의 증가는 연령이 높아짐에 따라 pH가 감소한 것과 상관성이 있다고 할 수 있다.

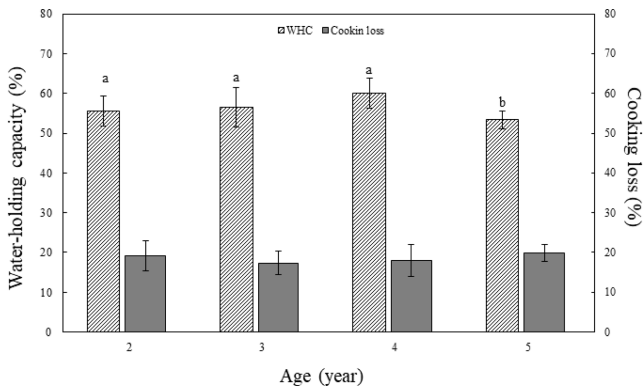


Fig. 1. Water holding capacity and cooking loss of *C. carassius* by ages (years). ^{a,b}Values with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

떡붕어의 보수력 및 가열감량

Fig. 2는 떡붕어의 연령별 보수력과 가열감량을 나타내었다. 2년생은 55.56%에서 3년생과 4년생은 각각 56.56%와 60.08%의 높은 보수력을 보였고, 5년생 떡붕어의 보수력(53.34%)이 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였다($p < 0.05$). 보수력은 어육의 관능적 특성과 경제성에 영향을 미치는 주요 요인으로써, 낮은 보수력을 가진 원료육은 가열 시 원료육이 지니고 있는 수분의 삼출량이 높기 때문에 높은 감량을 나타내어 낮은 경제성을 나타내고, 육질에 부정적인 영향을 미치게 된다(Wu & Sun, 2013). 따라서 낮은 보수력을 나타낸 떡붕어 5년생의 경우, 관능적 특성과 경제성이 다른 연령에 비해서 열악할 것으로 판단된다.

그러나 가열감량(%)의 경우, 4개의 처리구간에 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 이러한 결과는 가열감량에 영향을 미치는 요인이 보수력 이외에도 있기 때문인 것으로 생각되는데, pH와 보수력을 제외하고 가열감량에 영향을 미치는 요인은 육단백질 구성요소가 있다. 일반적으로 연령이 증가하게 되면 결합조직 단백질의 비율이 높아지게 되는데

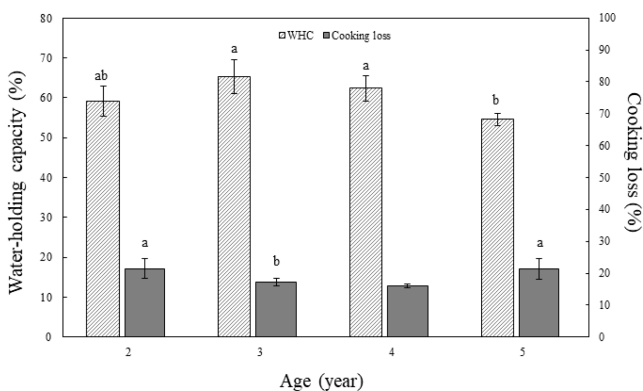


Fig. 2. Water holding capacity and cooking loss of *C. cuvieri* by ages (years). ^{a,b}Values with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

(Park & Kim, 2021), 결합조직 단백질의 증가는 높은 전단력의 원인이 되기도 하나, 수분의 삼출을 일부 막아준다. 따라서 연령이 증가함에 따라 결합조직 단백질의 비중이 높아진 높은 연령대의 떡붕어의 가열감량은 보수력에 큰 영향을 받지 않은 것으로 사료된다.

붕어와 떡붕어의 색도

붕어의 연령별 색도

Table 3은 붕어육의 연령별 색도를 나타내었다. 명도(L^*)는 붕어의 연령에 따른 유의한 차이를 보이지 않게, 2년생은 45.02 값에서 5년생 43.88로 4개 처리구간에 비슷한 값을 보였다. 적색도(a^*)는 5년생 이후(1.96) 처리구가 3년생(1.04)과 4년생(0.63)에 비해서 유의적으로 높은 수치를 나타내었다($p < 0.05$). 황색도(b^*) 또한 적색도와 유사하게 5년생(4.07) 이상 처리구가 다른 어린 연령별 처리구(2.69-3.20)들에 비해서 유의적으로 높은 값을 가진 것으로 나타났다($p < 0.05$). 어육의 색도는 카로티노이드계 색소의 침착으로 결정되는 것으로, 어육의 카로티노이드계 색소의 구성은 먹이의 영양소, 섭취량, 비율에 따라 다소 상이한 것으로 알려져 있다(Higuera-Ciapara et al., 2006). 따라서 붕어의 연령에 따른 색도의 차이는 생애별 먹이 섭취수준에 따라 차이가 있는 것으로 생각되며, 특히 적색도와 황색도의 경우 5년생이 3, 4년생보다 높은 값을 나타내어, 육안으로도 이전 연령들과 구분이 가능할 것으로 판단된다.

떡붕어의 연령별 색도

떡붕어의 연령별 기계적 색도 값은 Table 4에 나타낸 바

Table 3. Meat colour of *C. carassius* by ages (years)

Years	Colour	Lightness (L^*)	Redness (a^*)	Yellowness (b^*)
2		45.02±0.90	1.33±0.72 ^{ab}	3.20±0.64 ^b
3		45.25±1.75	1.04±0.57 ^b	2.69±0.52 ^b
4		45.30±1.96	0.63±0.44 ^b	3.18±0.41 ^b
5		43.88±3.13	1.96±1.44 ^a	4.07±1.02 ^a
Average		44.86±1.94	1.24±0.58	3.29±0.65

^{a,b}Values with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Meat colour of *C. cuvieri* by ages (years)

Years	Colour	Lightness (L^*)	Redness (a^*)	Yellowness (b^*)
2		40.96±0.71	2.97±3.46 ^b	-1.53±1.57
3		41.30±1.31	6.38±2.29 ^{ab}	-1.44±1.45
4		40.58±2.87	8.38±2.75 ^a	-0.64±1.93
5		40.82±1.72	9.94±0.43 ^a	-0.54±0.51
Average		40.92±1.65	6.92±2.23	-1.04±1.37

^{a,b}Values with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

와 같다. 떡붕어의 명도(L*)는 평균값이 40.92로 4개의 처리구간에 유의차 없이 40.58-41.30까지 평균치와 비슷한 값을 보였다. 적색도(a*)는 연령층간에 유의한 차이($p < 0.05$)를 보였는데, 2년생은 2.97로 가장 낮았으나, 연령이 증가할수록 점점 높아져 5년생의 경우는 9.94로 가장 높은 적색도를 보였다. 황색도(b*)는 연령층간에 유의한 차이 없이 비슷한 값을 보였으나, 일반적으로 식육에서는 연령이 증가되면 증가된 연령만큼 축적된 활동량이 많아지게 되어 근육 내 육색소인 마이오글로빈의 함량이 증가하게 되는데 (Moloney et al., 2011), 떡붕어의 경우는 대부분의 식육과 달리 마이오글로빈함량이 상대적으로 낮은 백색육이 대부분을 차지하고, 본 연구에서 이용한 부위도 백색육임에도 불구하고 적색도가 상승하는 경향을 보였다. 특히 2년생에 비해 적색도가 2배 이상 높은 4, 5년생의 경우, 2년생과는 어육의 외관상 차이가 확연하게 다르기 때문에 외관상 선호도의 차이가 발생할 수 있을 것으로 판단된다.

전단력

붕어의 전단력

붕어의 2년생에서 5년생까지 연령별 전단력은 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 붕어의 연령이 증가함에 따라 전단력이 높아지는 추세를 나타내었는데, 2년생(32.26 kg)처리구에 비해서 3년생(38.99 kg)과 4년생(40.22 kg) 처리구가 유의적으로 높은 전단력을 나타내었고($p < 0.05$), 5년생 이상(52.32 kg)은 3년생과 4년생 처리구에 비해서 처리구가 유의적으로 더 높은 전단력을 가진 것으로 나타났($p < 0.05$). 관능적으로 중요한 특성 중 육질을 평가하는 지표로서 전단력이 이용되는데, 전단력이 높은 어육은 질긴 식감으로 인하여 소비자의 선호도가 감소하게 된다. 또한 높은 전단력은 가열과 같은 가공 과정 중 육즙의 삼출양이 많고, 어육조직의 변성이 과도하게 이루어질 경우에 형성되므로, 가공적합성 또한 떨어진다고 할 수 있다(Johnston et al., 2006). 연령은 전단력에 높은 영향을 미치는 요인으로써, 식육 또는 어육에서 연령이 높은 그룹은 연령이 낮은 그룹보다 전단력이 높은 것으로 알려져 있다(Chae et al., 2004). 따라서 전단력이 과도하게 높아지지 않는 선에서 어육의 활용성을 판단할 필요가 있다.

떡붕어의 전단력

Fig. 4는 떡붕어의 연령별 전단력을 나타내었다. 3년생 이후 떡붕어의 연령이 증가함에 따라 전단력이 유의적으로 증가함을 보였다($p < 0.05$). 2년생은 28.07kg으로부터 시작하여 3년생과 4년생은 각각 33.57kg 과 43.18kg, 그리고 5년생은 49.60kg 으로 연령이 증가할수록 전단력은 높은 값을 보였다. 어육으로 이용하는 필렛(fillet)은 백색육으로 이루어져 있어, 그 구조가 피부에 위치한 적색육과 달리 비교적 일정하나, 본 연구결과와 같이 연령이 증가함에 따라

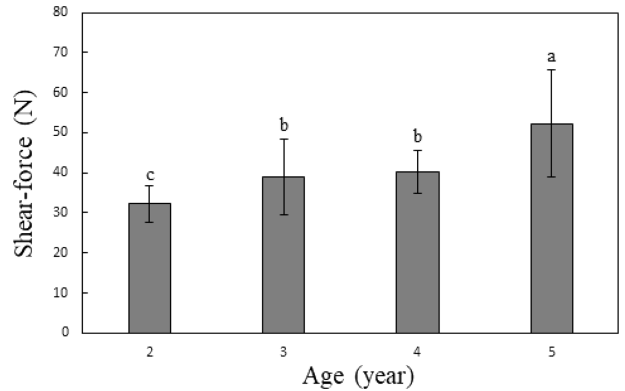


Fig. 3. Shear-Force of *C. acrasius* by ages (years). ^{a,b,c}Values with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

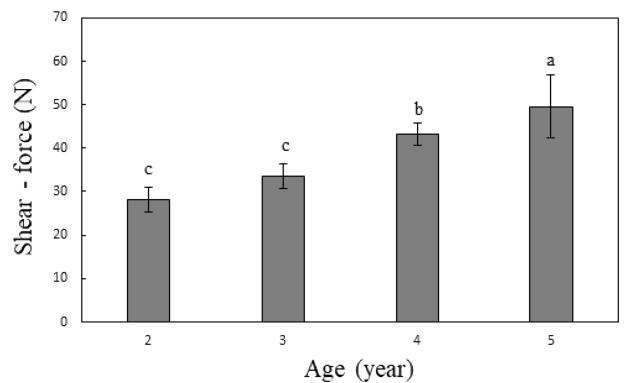


Fig. 4. Shear-Force of *C. cuvier* by ages (years). ^{a,b,c}Values with the different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

전단력이 상승하는 것은 어육을 구성하고 있는 근섬유의 구조와 밀도의 변화에 기인한 것이다 (Roth et al., 2007). 떡붕어에서도 연령이 증가하게 되면 근섬유의 수에는 변화가 없으나, 근섬유 자체가 비대해지게 되어 밀도가 증가하게 되어 전단력이 상승하게 된 것으로 판단된다.

요 약

붕어와 떡붕어의 수분, 지방, 단백질은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 붕어는 연령이 증가함에 따라 pH가 낮아지는 함량을 보였다. 붕어의 보수력은 5년생이 가장 낮은 반면, 가열감량은 높게 나타났다. 5년생 붕어와 떡붕어의 적색도와 전단력이 가장 높게 나타났다. 붕어와 떡붕어는 각각의 연령에 따라 다소 차이를 보여 앞으로 다각적인 기초연구가 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청(PJ015590)의 지원을 받아 수행된 연구 결과이며 이에 감사드립니다.

References

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. pp. 777-788.
- Brinker A, Reiter R. 2011. Fish meal replacement by plant protein substitution and guar gum addition in trout feed, Part I: Effects on feed utilization and fish quality. *Aquaculture* 310: 350-360.
- Chae HS, An JN, Yu YM, Kim DH, Ham JS, Jeong SG, Choe YI. 2004. Changes in the yield, physical properties, and fatty acid composition of duck meat by shipment age. In Proceedings of the Korean Society for Food Science of Animal Resources Conference. Korean Soc. Food Sci. Anim. Resour. pp. 283-287.
- Chung MK. 1977. The Fishes of Korea. Iljisa, Seoul, pp. 727 (in Korean)
- Denton JE, Yousef M. 1976. Body composition and organ weights of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *J. Fish Biol.* 8: 489-499.
- Higuera-Ciajara I, Felix-Valenzuela L, Goycoolea FM. 2006. Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 46: 185-196.
- Huff-Lonergan E, Lonergan SM. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.* 71: 194-204.
- Jang SH, Ryu HS, Lee JH. 2011. Estimation on population ecological characteristics of Crucian carp, *Carassius auratus* in the mid-upper system of the Seomjin River. *Kor. J. Env. Eco.* 25: 318-326.
- Jeong BY, Choi BD, Lee JS. 1998. Proximate composition, cholesterol and α - tocopherol content in 72 species of Korean fish. *J. Korean Fish Soc.* 31: 160-167.
- Johnston IA, Li X, Vieira VL, Nickell D, Dingwall A, Alderson R, Bickerdike R. 2006. Muscle and flesh quality traits in wild and farmed Atlantic salmon. *Aquaculture* 256: 323-336.
- Kang JH, Noh ES, Lim JH, Han HK, Kim BS, Lim SK. 2014. Genetic differentiation of *Carassius auratus* and *C. cuvieri* by the cytochrome *C oxidase I* gene analysis. *J. Aquac. Res. Develop.* 53: 1-4.
- Kim GW, Joe SD, Kim HY, Park HB. 2020. Phylogenetic analysis of *Carassius auratus* and *C. cuvieri* in lake yedang based on variations of mitochondrial CYTB gene sequences. *J. Life Sci.* 30: 1063-1069.
- Moloney AP, Mooney MT, Troy DJ, Keane MG. 2011. Finishing cattle at pasture at 30 months of age or indoors at 25 months of age: Effects on selected carcass and meat quality characteristics. *Livest. Sci.* 141: 17-23.
- Mori T, Uchida, K. 1934. A revised catalogue of the fishes of Korea. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 19: 12-13.
- Nakamura M. 1969. Cyprinid fishes of Japan. Studies on the like history of Cyprinid fishes and Japan. *Res. Inst. Nar. Resour.* 4: 455.
- Nam MM, Yang HJ, Seo BK. 1989. Morphological variation of the Crucian carp, *Carassius auratus* (Linnaeus) from Yongnam area in Korea. *Kor. J. Ichthyology.* 31: 67-76.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world (4th ed). John Wiley and Sons, New York, 601-610.
- Park SY, Kim HY. 2021. Effects of marketing ages on the physicochemical properties and sensory aspects of cured broiler chicken breast meat. *Foods* 10: 2152.
- Roth B, Jenssen MD, Jonassen TM, Foss A, Imsland A. 2007. Change in flesh quality associated with early maturation of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquac. Res.* 38: 757-763.
- Wiener JG, Hanneman WR. 1982. Growth and condition of Bluegills in Wisconsin lakes: Effects of population density and lake pH. *Trans. Am. Fish. Soc.* 111: 761-767.
- Wu D, Sun DW. 2013. Application of visible and near infrared hyperspectral imaging for non-invasively measuring distribution of water-holding capacity in salmon flesh. *Talanta* 116: 266-276.
- Wu P, Qu B, Feng L, Jiang WD, Kuang SY, Jiang J, Liu Y. 2020. Dietary histidine deficiency induced flesh quality loss associated with changes in muscle nutritive composition, antioxidant capacity, Nrf2 and TOR signaling molecules in on-growing grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture* 526: 735399.
- Yun JM, Park SY. 2006. Genetic comparison between Crucian carp (*Carassius auratus* Linnaeus) and Crucian carp (*C. cuvieri* Temminch and Schlegel). *J. Anim. Sci. Technol.* 48: 637-650.

Author information

김계웅: 공주대학교 동물자원학과 교수
 조성덕: 공주대학교 동물자원학과 대학원생
 김학연: 공주대학교 동물자원학과 교수