

3배체 참전복, *Haliotis discus hannai*의 식품 성분에 대한 연구

지영주* · 장영진¹ · 윤호동²
국립수산과학원 생명공학연구소, ¹부경대학교 양식학과
²국립수산과학원 식품안전연구과

Studies on the Food Components of Triploid Abalone, *Haliotis discus hannai*

Young Ju JEE*, Young Jin CHANG¹ and Ho Dong YOON²
Biotechnology Research Institute, National Fisheries Research and
Development Institute, Gijang-gun, Busan 619-705, Korea

¹Department of Aquaculture, Pukyong National University, Nam-gu, Busan 608-737, Korea

²Food Safety Research Division, National Fisheries Research and
Development Institute, Gijang-gun, Busan 619-705, Korea

This study analyzed the proximate compositions, total amino acids, and fatty acid compositions in muscle and viscera of 51-month-old triploid and diploid Pacific abalone, *Haliotis discus hannai*. Proximate composition analysis showed that the muscle of diploid abalones had a higher protein and ash ratio than that of triploid abalones, while there was no significant difference in the ratios of moisture and fat ($P>0.05$). The triploid abalones had a significantly higher ratio of carbohydrate in muscle than the diploid abalones ($P<0.05$), which suggests that the transference of carbohydrates from muscle to gonad is decreased in sterile triploid organisms. Amino-acid analysis indicated that the total content was 133.42 mg/g in diploid muscle and 151.46 mg/g in triploid muscle. Taurine, arginine, glutamine, glycine, glutamic acid, alanine, and leucine, which are the major amino acids in abalone, were measured as 84.64 mg/g in triploid muscle and as 73.92 mg/g in diploid muscle. The essential amino acid content of triploid muscle (38.83 mg/g) was significantly higher than that of diploid muscle (31.94 mg/g) ($P<0.05$). Saturated fatty acids and monoene fatty acids were abundant in triploid muscle and polyene fatty acids were abundant in diploid muscle. Therefore, triploid Pacific abalone appears to be a good nutritional food source.

Key words: Pacific abalone, Triploid, Proximate composition, Total amino acid, Fatty acid composition

서 론

최근 염색체 공학 기술의 발달에 따라 주요 양식 대상 종에 대한 3배체 유도 실험이 실시되었는데, 버지니아굴 (*Crassostrea virginica*) (Stanley et al., 1981; 1984), 우럭 (*Mya arenaria*) (Allen et al., 1982), 참굴 (*Crassostrea gigas*) (Chaiton and Allen, 1985; Quillet and Penelay, 1986; Downing and Allen, 1987), 해만가리비 (*Argopecten irradians*) (Tabarini, 1984), 혼한가리비 (*Chlamys nobilis*) (Komaru et al., 1988), 진주담치 (*Mytilus edulis*) (Yamamoto and Sugawara, 1988), 바지락 (*Tapes semidecussatus*) (Beaumont and Contaris, 1988), 진주조개 (*Pinctada fucata martensii*) (Wada et al., 1989) 및 참전복 (*Haliotis discus hannai*) (Arai et al., 1986; Jee and Chang, 1995) 등에서 고온, 저온 및 압력 등의 물리적 자극과 cytochalasin B 등의 약품 처리에 의한 3배체가 유도되었다.

이렇게 생산된 3배체 성체의 생식세포는 감수분열 동안 상동염색체가 짝을 짓기 못하기 때문에 염색체 3쌍의 분리는

부정확하게 되거나 중지되어 3배체는 보통 불임이 되고 (Beaumont and Fairbrother, 1991) 이러한 불임으로 인해 성적 성숙에 쓰일 대사 에너지가 체성장에 이용될 수 있어 3배체는 2배체보다 크게 성장되는 장점이 있다. 3배체 버지니아굴 (*Crassostrea virginica*) (Stanley et al., 1981)과 해만가리비 (*Argopecten irradians*) (Tabarini, 1984)에 대한 연구에서 3배체 성체는 정상 2배체보다 높은 육중량 및 좋은 육질을 얻을 수 있고, 산란기 동안 폐사율을 낮출 수 있다는 결과가 보고되고 있으며 또한 참굴 (*Crassostrea gigas*) (Akashige and Fushimi, 1992)의 경우에도 3배체는 산란기가 되어도 성장이 지속되고 산란기 말에는 2배체 연체부 중량의 1.8-2.5배에 달하는 것과 동시에 글리코겐의 소모가 억제된다고 보고되고 있다. 성장 면에서 이런 장점을 지닌 3배체 어패류는 궁극적으로는 우리 인류의 식량으로서 최종 소비되므로 이들 3배체 어패류의 식품 성분에 대한 평가는 금후 3배체 어패류의 생산 목적을 명확히 하기 위해서도 필요한 일이라고 생각된다. 3배체 양식동물의 식품 성분에 대한 연구로는 3배체 잉어 (*Cyprinus carpio*)의 품질 평가라는 관점에서 3배체 잉어 근육

*Corresponding author: philaqua@nfrdi.go.kr

의 정미 성분 및 영양 성분에 대해 Lee et al. (1989a)이 보고한 바 있고, 3배체 잉어 근육의 지방질 성분을 분석하여 2배체 잉어의 지방질 성분과의 비교 검토를 Lee et al. (1989b)이 한 바 있으며, Palacios et al. (2004)은 2배체와 3배체 가리비 (*Argopecten ventricosus*)의 성숙주기에 따른 패주 크기와 생화학적인 조성비를 비교하였으며, Buchtova et al. (2005)은 유럽산 잉어류인 tench (*Tinca tinca*) 3배체와 2배체의 근육단백질의 아미노산 조성에 대해 성별과 사육기간별로 분석하였으며, Surier et al. (2006)은 혼한가리비류 (*Argopecten irradians*)의 2배체와 3배체에 대해 패주의 세포크기와 생화학적 조성에 대해 조사하였다.

전복의 식품 성분에 대한 연구로는 Kim et al. (1988)이 한국산 주요 전복의 일반 성분의 조성 차이에 대해 보고하였으며 Yoon et al. (1986)은 전복의 지질조성에 대해 보고하였다. 전복의 맛 성분에 관한 연구로는 Konosu (1973)가 전복의 주요 맛 성분은 AMP, glutamic acid 및 glycine 이라고 보고한 것이 있으며, Watanabe et al. (1992)이 까막전복 (*Haliotis discus*) 맛 성분의 계절별 변화에 대해서 연구한 결과, 9월에 제일 높고 2월에 제일 낮아 까막전복은 여름에 맛이 있고 겨울에는 맛이 없다고 한 보고가 있다. 그러나 참전복의 배수 체별 일반 성분 조성, 지질 조성 및 맛 성분을 포함한 아미노산 함량에 대해 비교 분석한 보고는 없는 실정이다. 여기서는 참전복의 배수체별 일반 성분 조성, 지질 조성, 아미노산 함량에 대한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시 료

실험에 사용한 전복은 지온처리에 의해 3배체로 유도되어 (Jee and Chang, 1995) 육상수조에서 우수식으로 다시마 (*Laminaria japonica*)를 먹이로 하여 51개월 동안 사육한 성패 (Jee and Chang, 1997)이었으며 flow cytometry를 사용하여 DNA 함량을 측정 후 3배체로 확인된 전복과 2배체 대조구에서 2배체로 확인된 전복을 식품 성분 분석에 사용하였다. Flow cytometry를 사용한 DNA 함량 측정은 Allen (1983)과 Komaru et al. (1988)의 방법을 약간 변형한 방법을 사용했는데, 전복의 hemolymph를 채취하여 FACStar PLUS (Becton Dickinson Immuno cytometry System, BDIS; Mountain View (A) flow cytometry)를 이용하여 DNA 함량을 측정하였다. 실험에 사용된 전복은 각 실험구당 5마리로 전복의 평균 각장 크기는 66.0 mm였고 평균 전중은 32.6 g이었으며 전복은 육질부와 내장부로 나누어 식품 성분 분석에 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분은 상법에 따라 분석하였다. 즉, 수분은 상압가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법 그리고 조회분은 건식회화법으로 분석하였다 (AOAC, 1984).

지방산 분석

지방산 분석은 Yoon et al. (1986)의 방법에 의해 다음과 같이 하였다. 지질 및 지방산 분석을 위한 총지질의 추출은 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 시료의 5배량의 chloroform:methanol (2:1 v/v) 용액을 암냉소에서 하룻밤 침지한 후, 여과하여 여액과 잔사로 분리하였다. 이 잔사에 대하여 동일한 조작으로 2회 반복하고 모든 여액을 모은 후, 용매를 완전히 제거하여 조제의 총지질을 얻었다. 이것을 정제 ethyl ether에 용해시킨 후 포화 식염수와 증류수으로써 수회 세정하고 무수 Na₂SO₄로 탈수 여과 후 용매를 제거하여 총지질을 정제하였다.

총지질을 구성하고 있는 지방산의 methyl ether는 다음과 같이 조제하였다. 즉, 지질 2-50 mL를 취하여 2 mL의 benzene에 녹이고 여기에 14% BF₃-methanol 2 mL을 가하여 80°C의 water bath에서 30분간 가열하여 methylation하였다. 지방산 methyl ester는 100 mL 분액 깔때기에 옮겨 증류수 20 mL와 petroleum ether 30 mL를 가한 다음 포화 NaHCO₃ 2-3 mL를 가하여 methyl ester를 완전히 petroleum ether 층으로 이행시키고 petroleum ether층을 증류수로 수회 세척한 후, 무수 Na₂SO₄로써 탈수하여 용매를 제거한 다음 분석에 사용하였다.

지방산의 분석은 gas liquid chromatography (GLC)에 의하여 Table 1의 조건 하에서 분석하였으며 지방산의 동정은 표준 지방산 methyl ester의 retention time과의 비교 및 지방산의 이중 결합수와 retention time과의 상관 그래프에 의하였다.

Table 1. Operating conditions for GLC

Items	Conditions
Gas chromatograph	Hewlett Packard 5890 Series II
Column	Ultra-1 (25 m×0.32 mm I.D.)
Film thickness	0.17 micron
Carrier	Helium at 30 cm/sec
Oven	150°C (5 min.) to 220°C (1°C/min.) 220°C (10 min.)
Injection	Split, 100:1 ; 220°C
Detector	FID 250°C

아미노산 분석

총아미노산의 분석은 단백질량으로 30 mg 정도의 시료를 캡시시험관에 취하여 β-mercaptoethanol 0.04%를 함유한 6 N 염산을 단백질량의 1,000배 이상 가하고 질소 가스를 5분간 충전하여 탈기시킨 다음 110°C sand bath 상에서 24시간 가수분해하였다. 가수분해된 것은 진공 증발기로 농축 건조하고 그 잔사를 구연산나트륨 완충액 (0.2 N, pH 2.2)으로써 50 mL로 정용한 다음 아미노산 자동 분석기 (Hitachi, Model 835)로 분석하였다.

통계처리

통계처리는 통계 프로그램 R (Ihaka and Gentleman, 1996)을 이용하여 2개군 (2배체 전복, 3배체 전복)의 평균값에 대해

T-test로 $P < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

결 과

2배체 전복과 3배체 전복의 일반 성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 육질부의 수분 함량은 2배체 및 3배체가 각각 $74.5 \pm 1.3\%$, $74.2 \pm 1.0\%$ 로 유의한 차가 없었으나 조단백질은 2배체가 $15.2 \pm 0.8\%$, 3배체가 $14.1 \pm 0.7\%$ 로서 2배체가 유의적으로 높은 함량을 나타내었다 ($P < 0.05$). 조회분은 2배체가 $2.2 \pm 0.2\%$, 3배체가 $1.9 \pm 0.2\%$ 로서 2배체가 유의적으로 높은 함량을 나타내었고 탄수화물은 2배체가 $7.3 \pm 0.5\%$ 인데 비해 3배체는 $9.0 \pm 0.6\%$ 로서 3배체가 유의적으로 높은 함량을 나타내었다 ($P < 0.05$). 조지방은 둘 다 $0.8 \pm 0.1\%$ 로서 유의한 차가 없었다. 내장부의 수분 함량은 2배체 및 3배체가 각각 $77.6 \pm 1.2\%$, $79.4 \pm 1.3\%$ 로 3배체가 유의적으로 높았으며 탄수화물 함량은 2배체가 $1.8 \pm 0.2\%$, 3배체는 $1.4 \pm 0.3\%$ 로서 2배체가 유의적으로 높았다 ($P < 0.05$). 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 배수체에 따른 유의한 차가 없었다. 내장부는 배수체에 관계없이 육질부보다 수분, 조지방, 조회분의 비율이 높았고

조단백질 및 탄수화물의 비율은 낮았다.

2배체 전복과 3배체 전복의 아미노산 분석 결과는 Table 3과 같다. 육질부의 총아미노산의 함량은 2배체가 133.42 ± 5.65 mg/g, 3배체가 151.46 ± 5.94 mg/g로 3배체가 유의적으로 많았으며 ($P < 0.05$) 전복의 맛 성분이라고 알려진 glutamic acid, glycine (Konosu, 1973)에 있어서 glutamic acid는 2배체가 18.22 ± 0.66 mg/g, 3배체가 21.80 ± 0.93 mg/g으로 3배체 전복이 유의적으로 함량이 많았으나 ($P < 0.05$) glycine 함량은 2배체가 14.21 ± 0.85 mg/g, 3배체가 14.19 ± 0.81 mg/g으로 유의한 차가 없었으며 전체 아미노산 함량에 대한 %비율로는 오히려 2배체 육질부 (10.6%)가 3배체 육질부 (9.4%)보다 유의적으로 높았다 ($P < 0.05$).

내장부의 총아미노산의 함량은 2배체가 114.90 ± 4.57 mg/g, 3배체가 88.12 ± 3.47 mg/g으로 2배체가 유의적으로 많았으며 ($P < 0.05$) 전복의 맛성분인 glutamic acid, glycine (Konosu, 1973)은 2배체가 각각 13.91 ± 0.59 mg/g, 7.5 ± 0.41 mg/g인데 비해, 3배체는 10.59 ± 0.45 mg/g, 5.15 ± 0.33 mg/g으로서 2배체가 유의적으로 많았다 ($P < 0.05$).

Table 2. Proximate compositions of diploid and triploid abalone (*Haliotis discus hannai*) muscle and viscera¹

Ploidy		Proximate composition (%)				
		Moisture	Protein	Fat	Ash	Carbohydrate
Muscle	Diploid	74.5 ± 1.3	15.2 ± 0.8^a	0.8 ± 0.1	2.2 ± 0.2^a	7.3 ± 0.5^b
	Triploid	74.2 ± 1.0	14.1 ± 0.7^b	0.8 ± 0.1	1.9 ± 0.2^b	9.0 ± 0.6^a
Viscera	Diploid	77.6 ± 1.2^b	13.8 ± 0.7	3.6 ± 0.3	3.2 ± 0.2	1.8 ± 0.2^a
	Triploid	79.4 ± 1.3^a	13.1 ± 0.6	3.1 ± 0.4	3.0 ± 0.2	1.4 ± 0.3^b

¹Values are presented as mean \pm SD. Values in the same column having different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Contents of total amino acid in diploid and triploid abalone (*Haliotis discus hannai*) muscle and viscera (mg/g)¹

Amino acid	Muscle				Viscera			
	Diploid	(%)	Triploid	(%)	Diploid	(%)	Triploid	(%)
Taurine	12.14 ± 1.11^b	(9.1)	14.00 ± 1.30^a	(9.2)	12.17 ± 0.81^a	(10.6)	9.41 ± 0.53^b	(10.7)
Aspartic acid	11.35 ± 1.04^b	(8.5)	13.24 ± 1.08^a	(8.7)	11.32 ± 0.82^a	(9.8)	8.76 ± 0.45^b	(9.9)
Threonine	5.38 ± 0.28^b	(4.0)	6.29 ± 0.33^a	(4.2)	6.15 ± 0.37^a	(5.4)	4.93 ± 0.29^b	(5.6)
Serine	6.49 ± 0.32^b	(4.9)	7.27 ± 0.48^a	(4.8)	5.31 ± 0.29^a	(4.6)	4.17 ± 0.31^b	(4.7)
Glutamic acid	18.22 ± 0.66^b	(13.7 ^b)	21.80 ± 0.93^a	(14.4 ^a)	13.91 ± 0.59^a	(12.1)	10.59 ± 0.45^b	(12.0)
Glycine	14.21 ± 0.85	(10.6 ^a)	14.19 ± 0.81	(9.4 ^b)	7.50 ± 0.41^a	(6.5 ^a)	5.15 ± 0.33^b	(5.8 ^b)
Alanine	8.48 ± 0.36^b	(6.4)	9.85 ± 0.39^a	(6.5)	6.43 ± 0.27^a	(5.6)	4.98 ± 0.25^b	(5.6)
Cystine	1.20 ± 0.04^b	(0.9 ^a)	1.26 ± 0.05^a	(0.8 ^b)	1.72 ± 0.08^a	(1.5 ^a)	0.86 ± 0.04^b	(1.0 ^b)
Valine	4.66 ± 0.19^b	(3.5)	5.56 ± 0.24^a	(3.7)	5.66 ± 0.33^a	(4.9)	4.52 ± 0.24^b	(5.1)
Methionine	1.91 ± 0.12^b	(1.4 ^a)	2.82 ± 0.19^a	(1.9 ^b)	1.25 ± 0.08^a	(1.1 ^a)	0.86 ± 0.06^b	(1.0 ^b)
Isoleucine	3.73 ± 0.24^b	(2.8)	4.63 ± 0.39^a	(3.1)	4.58 ± 0.38^a	(4.0)	3.55 ± 0.30^b	(4.0)
Leucine	7.68 ± 0.29^b	(5.8 ^b)	9.31 ± 0.41^a	(6.1 ^a)	7.61 ± 0.33^a	(6.6)	5.72 ± 0.29^b	(6.5)
Tyrosine	3.62 ± 0.33^b	(2.7)	4.11 ± 0.39^a	(2.7)	3.52 ± 0.32^a	(3.1)	2.96 ± 0.22^b	(3.4)
Phenylalanine	3.74 ± 0.25^b	(2.8)	4.22 ± 0.39^a	(2.8)	4.66 ± 0.42^a	(4.1)	3.68 ± 0.28^b	(4.2)
Lysine	4.85 ± 0.20^b	(3.6 ^b)	6.02 ± 0.33^a	(4.0 ^a)	5.32 ± 0.29^a	(4.6)	4.19 ± 0.28^b	(4.8)
Ammonia	1.18 ± 0.11	(0.9)	1.19 ± 0.13	(0.8)	1.39 ± 0.10^a	(1.2 ^b)	1.21 ± 0.07^b	(1.4 ^a)
Histidine	2.41 ± 0.17	(1.8 ^a)	2.39 ± 0.16	(1.6 ^b)	2.60 ± 0.17^a	(2.3 ^b)	2.36 ± 0.17^b	(2.7 ^a)
Arginine	13.19 ± 0.59^b	(9.9)	15.49 ± 0.93^a	(10.2)	7.97 ± 0.48^a	(6.9)	5.85 ± 0.47^b	(6.6)
Proline	8.99 ± 0.76^a	(6.7 ^a)	7.81 ± 0.59^b	(5.2 ^b)	5.85 ± 0.40^a	(5.1)	4.40 ± 0.33^b	(5.0)
Total EAA ²	31.94 ± 0.93^b	(23.9 ^b)	38.84 ± 1.17^a	(25.6 ^a)	35.23 ± 1.43^a	(30.7)	27.44 ± 0.99^b	(31.1)
Total	133.42 ± 5.65^b	(100.0)	151.46 ± 5.94^a	(100.0)	114.90 ± 4.57^a	(100.0)	88.12 ± 3.47^b	(100.0)

¹Values are presented as mean \pm SD. Values in the same row having different superscripts are significantly different ($P < 0.05$). Numbers in parentheses are % to total amino acid. ²Total essential amino acid.

필수 아미노산(EAA) 함량은 육질부에서는 2배체가 31.94±0.93 mg/g, 3배체가 38.84±1.17 mg/g로 3배체가 유의적으로 많았으며 전체 아미노산 함량에 대한 %비율도 3배체 (25.6%)가 2배체 (23.9%)보다 유의적으로 높았다 ($P<0.05$). 내장부의 필수 아미노산 함량은 2배체 (35.23±1.43 mg/g)가 3배체 (27.44±0.99 mg/g)보다 유의하게 많았으나 전체 아미노산 함량에 대한 %비율은 2배체 (30.7%)와 3배체 (31.1%)사이에 유의한 차가 없었다.

2배체 전복과 3배체 전복의 지방산 조성을 GLC로 분석하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 육질부의 지방산 조성 중에서 2배체는 C_{16:0}산 (28.62%), C_{18:1}산 (16.26%) 및 C_{20:1}산(9.46%) 등이 주요 지방산으로 나타났고 3배체의 경우는 C_{16:0}산 (29.75%), C_{18:1}산 (17.35%) 및 C_{18:0}산 (8.81%) 등이 주요 지방산으로 나타났다. 3배체 전복은 포화 지방산 (49.73±0.83%)과 monoene산 (31.05±0.43%)의 함량이 유의적으로 높았고 2배체 전복에서는 polyene산 (19.22±0.76%)의 함량이 유의적으로 높았다 ($P<0.05$).

내장부의 지방산 조성은 2배체에서 C_{16:0} (26.76%), C_{18:1} (22.79%) 및 C_{20:5} (11.70%) 등이 주요 지방산으로 나타났고 3배체에서도 C_{16:0} (25.19%), C_{18:1} (22.52%) 및 C_{20:5} (14.90%) 등이 주요 지방산으로 나타났다. 2배체 전복은 포화 지방산 (46.55±0.86%) 함량이 유의적으로 높았고 3배체 전복은 monoene산 (33.63±0.48%), polyene산 (24.70±1.05%)의 함량이 유의적으로 높았다 ($P<0.05$).

고 찰

2배체 전복과 3배체 전복의 일반 성분 분석 결과, 전복의 가식부인 육질부의 수분 및 조지방 비율은 2배체와 3배체 사이에 유의한 차가 없었는데 비해 조단백질 및 조회분은 유의한 차가 있어 2배체가 3배체보다 각각 1.08배, 1.16배 높았으며 탄수화물도 3배체와 2배체사이에 유의한 차가 있어 3배체가 2배체보다 약 1.23배 높았다. 이러한 결과는 Lee et al. (1989)이 같은 시기에 시료를 입수한 3배체 잉어와 2배체 잉어의 등쪽 근육의 일반 성분 분석 결과, 수분과 조지방의 비율은 거의 비슷하였으나 조단백질과 조회분은 2배체가 3배체보다 각각 1.03배, 1.11배 높았다는 결과와 같은 경향을 나타냈다. 또한 Palacios et al. (2004)은 가리비 (*Argopecten ventricosus*)의 경우 2배체보다 3배체 근육부의 탄수화물이 유의적으로 많았고, 이것은 3배체가 불임이기 때문에 근육에서 생식소로 갈 탄수화물의 이동이 줄어들었기 때문이라고 하였다. 이러한 결과는 참전복 3배체 육질부가 2배체 육질부보다 탄수화물이 약 1.23배 높았다는 본 실험의 결과와 같은 경향을 나타냈다. Surier et al. (2006)은 혼한가리비 (*Argopecten irradians*)의 2배체와 3배체에 대해 3배체 유도 후 1년 5개월이 지난 2004년 12월에 생화학적 조성에 대해 조사하였는데, 3배체의 단백질과 탄수화물의 조성비는 2배체보다 높았고, 지질의 조성비는 2배체보다 낮았지만 유의한 차이는 아니었다고 보고하고 있다. 이러한 결과는 단백질의 경우만 제외하고 본 실험의 결과와 거의 같은 경향을 나타냈다. 단백질의 차이는 가리비 비성

Table 4. Fatty acid composition of whole lipid fractions from diploid and triploid abalone (*Haliotis discus hannai*) muscle and viscera (area %)¹

Fatty acid	Muscle		Viscera	
	Diploid	Triploid	Diploid	Triploid
12:0	3.22±0.97	2.52±0.62	1.45±0.28 ^a	0.81±0.21 ^b
12:1	3.43±0.50 ^b	8.37±0.95 ^a	0.26±0.09 ^b	2.27±0.60 ^a
14:0	6.42±1.33 ^b	8.51±1.75 ^a	9.17±1.78	8.36±1.33
14:1	0.28±0.04	0.28±0.05	0.20±0.06 ^a	0.06±0.02 ^b
16:0	28.62±3.79	29.75±2.94	27.76±3.07	25.19±1.99
16:1	1.27±0.12	1.43±0.17	0.38±0.10 ^b	2.82±0.41 ^a
17:0	1.57±0.12 ^a	1.30±0.18 ^b	0.84±0.13 ^a	0.66±0.10 ^b
18:0	8.17±1.80	8.81±1.35	6.26±1.23	5.64±0.85
18:1n9	9.26±0.59	9.33±0.62	9.70±0.77 ^a	8.42±0.79 ^b
18:1n6	7.00±0.85 ^b	8.02±0.88 ^a	13.09±2.37	14.10±2.80
18:2	3.05±0.42	3.31±0.63	5.51±1.02	6.49±1.56
19:1	0.35±0.17	-	0.17±0.07	0.14±0.06
20:0	1.73±0.59 ^a	0.48±0.11 ^b	1.07±0.34	1.01±0.32
20:1	9.46±1.43 ^a	6.17±1.12 ^b	5.58±1.17	5.82±1.22
20:2	3.09±0.78 ^a	0.49±0.23 ^b	1.48±0.63	1.03±0.49
20:3	0.25±0.10	-	0.54±0.26	-
20:4	0.32±0.16 ^b	0.98±0.50 ^a	0.95±0.48	1.03±0.46
20:5	8.75±1.45 ^a	6.91±1.62 ^b	11.70±1.57 ^b	14.90±1.86 ^a
22:4	3.76±1.12	3.34±1.06	3.89±1.26 ^a	1.25±0.45 ^b
Saturate	49.73±0.83 ^b	51.37±0.80 ^a	46.55±0.86 ^a	41.67±1.00 ^b
Monoene	31.05±0.43 ^b	33.60±0.57 ^a	29.38±0.78 ^b	33.63±0.48 ^a
Polyene	19.22±0.76 ^a	15.03±0.65 ^b	24.07±0.81 ^b	24.70±1.05 ^a

¹Values are presented as mean±SD. Values in the same row having different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

숙시기인 12월에 조사 분석하였으므로 조사 분석시기의 차이에서 생기는 것으로 판단된다.

2배체 전복과 3배체 전복의 아미노산 분석 결과, 육질부의 총아미노산의 함량은 2배체가 133.42 ± 5.65 mg/g, 3배체가 151.46 ± 5.94 mg/g으로 3배체가 유의적으로 많았으나 내장부의 총아미노산의 함량은 2배체가 114.90 ± 4.57 mg/g인데 비해 3배체가 88.12 ± 3.47 mg/g으로 2배체가 유의적으로 많았다. 전복의 주요 아미노산은 taurine (Tau), arginine (Arg), glutamine (Gln), glycine (Gly), glutamic acid (Glu), alanine (Ala) 및 leucine (Leu)이라고 보고하고 있는데 (Watanabe et al., 1992) 이 주요 아미노산만을 대상으로 비교해 보면 2배체 육질부는 73.92 mg/g 인데 비해 3배체 육질부는 84.64 mg/g으로 3배체가 2배체보다 약 1.15배 많았다. 이 중 전복의 주요 맛 성분은 AMP, glutamic acid 및 glycine이라고 Konosu (1973)는 보고하고 있는데 본 연구에서 glutamic acid는 3배체 (21.80 ± 0.93 mg/g)가 2배체 (18.22 ± 0.66 mg/g)보다 유의적으로 함량이 많았으나 ($P < 0.05$), glycine 함량은 2배체 (14.21 ± 0.85 mg/g)와 3배체 (14.19 ± 0.81 mg/g) 사이에 유의한 차가 없었고 전체 아미노산 함량에 대한 %비율로는 오히려 2배체 (10.6%)가 3배체(9.4%)보다 유의적으로 높아 ($P < 0.05$) 배수체에 따른 맛 성분의 차이가 있다고 할 수 없었다.

2배체 전복과 3배체 전복의 지방산 조성 분석 결과, 전복 육질부의 지방산 조성 중에서 포화 지방산과 monoene산은 3배체가, polyene산은 2배체가 유의적으로 높았다 ($P < 0.05$). 이러한 결과는 Lee et al. (1989b)이 2배체와 3배체 잉어의 근육부의 지방산 조성 중에서 포화산과 monoene산의 조성은 2배체 (각각 28.0%, 39.8%)보다 3배체 (각각 32.4%, 43.4%)가 높고 polyene산의 조성은 2배체 (32.2%)가 3배체 (24.2%)보다 높다는 결과와 같은 경향을 나타냈다. 또한 전복 육질부의 주요 지방산인 $C_{16:0}$ 및 $C_{18:1}$ 의 비율은 3배체가 2배체보다 높았는데, Lee et al. (1989b)은 3배체 잉어에서 역시 $C_{16:0}$ 및 $C_{18:1}$ 의 비율이 2배체보다 높았다고 보고하고 있어 본 연구결과와 같은 경향을 나타냈다.

Yoon et al. (1986)은 참전복의 총지질 지방산 조사 결과, 포화 지방산이 36.08%로 가장 많았고 polyene산 34.24%, monoene산 26.69%의 순이라고 보고하고 있는데, 본 연구에서는 2배체, 3배체 다 같이 포화 지방산, monoene산, polyene산의 순으로 많아 Yoon et al. (1986)의 결과와는 차이를 나타내고 있다. 이것은 Sato (1975)가 해조류 지질의 지방산 조성과 전복의 지방산 조성을 비교한 결과, 서로 비슷한 경향을 보여 전복의 주요 지방산은 섭취하는 먹이와 밀접한 관계가 있다고 보고하고 있으므로, Yoon et al. (1986)이 자연산 참전복을 사용했던데 비해, 본 연구에서는 실내 수조에서 다시마 한 종만으로 장기간 사육한 참전복이므로 섭취하는 먹이가 달랐기 때문인 것으로 생각된다. 또한 같은 다시마라도 산지에 따라 지방산 조성이 달라지는데 Ha (1977)는 삼천포산 다시마에 대해 지방산 조성을 분석한 결과, 포화지방산이

53.2%, monoene산이 30.5% 및 polyene산이 2.2%라고 보고하고 있는데 비해, Jeong et al. (1993)은 기장산 다시마에 대해 분석한 결과, 포화지방산이 45.04%, monoene산이 7.32% 및 polyene산이 47.63%라고 보고하고 있어 산지에 따라 지방산 조성이 달라짐을 알 수 있다. 따라서 지역에 따라 자연산 전복이라도 지방산 조성이 달라진다고 하겠다. 이상의 결과에서 3배체 참전복은 2배체 참전복보다 탄수화물 함량이 많을 뿐만 아니라 전복의 주요 아미노산 및 필수아미노산 함량도 많아 식품 원료학적으로 가치가 있다고 할 수 있겠다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원의 지원(참굴, 전복 육종학적 연구, RP-2008-AQ-113)으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Akashige, S. and T. Fushimi. 1992. Growth, Survival, and Glycogen Content of Triploid Pacific Oyster *Crassostrea gigas* in the Waters of Hiroshima, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 1063-1071.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th edition. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA, 1-1141.
- Allen, Jr. S.K., P.S. Gagnon and H. Hidu. 1982. Induced triploidy in the soft-shell clam: Cytogenetic and allozymic confirmation. *J. Hered.*, 73, 421-428.
- Arai, K., F. Naito and K. Fujino. 1986. Triploidization of the pacific abalone with temperature and pressure treatments. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52, 417-422.
- Beaumont, A.R. and M.H. Contaris. 1988. Production of triploid embryos of *Tapes semidecussatus* by the use of cytochalasin B. *Aquaculture*, 73, 37-42.
- Beaumont, A.R. and J.E. Fairbrother. 1991. Ploidy manipulation in molluscan shellfish: a review. *J. Shellfish Res.*, 10, 1-18.
- Buchtova, H., M. Smutna, L. Vorlova, Z. Svobodova and M. Flaj times hans. 2005. Amino Acid Composition of Muscle Proteins of Diploid and Triploid Tench (*Tinca tinca*, Linnaeus 1758). *Acta Veterinaria (Brno)*, 74, 329-337.
- Chaiton, J.A. and S.K. Allen Jr. 1985. Early detection of triploidy in the larvae of pacific oyster, *Crassostrea gigas*, by flowcytometry. *Aquaculture*, 48, 35-43.
- Downing, S.L. and S.K. Allen Jr. 1987. Induced triploidy in the pacific oyster, *Crassostrea gigas*: Optimal treatment with cytochalasin B depend on temperature. *Aquaculture*, 60, 1-15.
- Folch, J., M. Lees and G.H. Stanley. 1957. A simple method

- for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- Ha, B.S. 1977. Studies on the lipid of aquatic products (Part 2) A comparative study on fatty acid composition of marine benthic algae. *Bull. Korean Fish Soc.*, 10, 199-204.
- Ihaka, R. and R. Gentleman. 1996. R: a Language for Data Analysis and Graphics. *J. Compt. Graphic. Stat.*, 5, 299-314.
- Jee, Y.J. and Y.J. Chang. 1995. Induction of triploid abalone, *Haliotis discus hannai* and its biological characteristics I. Induction of triploid abalone. *J. Aquacult.*, 8, 159-170.
- Jee, Y.J. and Y.J. Chang. 1997. Induction of triploid abalone, *Haliotis discus hannai* and its biological characteristics III. Growth and survival rate of triploid abalone. *J. Aquacult.*, 10, 123-131.
- Jeong, B.Y., D.M. Cho, S.K. Moon and J.H. Pyeun. 1993. Quality factors and functional components in the edible seaweeds 1. Distribution of n-3 fatty acids in 10 species of seaweeds by their habitats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 22, 621-628.
- Kim, Y., Y.J. Jee, S.H. Kim, J.M. Baek and S.G. Yang. 1988. Interspecific Characteristic of Abalones in the Southern Waters of Korea. *Bulletin of National Fisheries Research and Development Institute*, 42, 71-80.
- Komaru, A., Y. Uchimura, H. Ieyama and K.T. Wada. 1988. Detection of induced triploid scallop *Chlamys nobilis*, by DNA microfluorometry with DAPI staining. *Aquaculture*, 69, 201-209.
- Konosu, S. 1973. Taste of fish and shellfish with special reference to taste-producing substances. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 20, 432-439.
- Lee, E.H., B.G. Chung, J.S. Kim, C.B. Ahn and K.S. Oh. 1989a. Studies on the food components of triploid carp muscle 1. The taste compounds of triploid carp muscle. *Bull. Korean Fish Soc.*, 22, 154-160.
- Lee, E.H., B.G. Chung, J.S. Kim, C.B. Ahn, D.S. Joo and K.S. Oh. 1989b. Studies on the food components of triploid carp muscle 2. Lipid components of triploid carp muscle. *Bull. Korean Fish Soc.*, 22, 161-189.
- Palacios, E., I.S. Racotta, A.M. Ibarra, J.L. Ramirez, A. Millan and S. Avila. 2004. Comparison of biochemical composition and muscle hypertrophy associated with the reproductive cycle of diploid and triploid scallops, *Argopecten ventricosus*. *J. Shellfish Res.*, 23, 483-489.
- Quillet, E. and P.J. Penelay. 1986. Triploidy induction by thermal shocks in the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. *Aquaculture*, 57, 271-279.
- Sato, S. 1975. Fatty acid composition of lipids in some species of marine algae. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 41, 1177-1183.
- Shimma, Y. and H. Taguchi. 1964. A comparative study on fatty acid composition of shellfish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 30, 153-160.
- Stanley, J.G., H. Hidu and S.K. Allen Jr. 1984. Growth of American oyster increased by polyploid induced by blocking meiosis I but not meiosis II. *Aquaculture*, 37, 147-155.
- Stanley, J.G., S.K. Allen Jr. and H. Hidu. 1981. Polyploidy induced in the American oyster, *Crassostrea virginica*, with cytochalasin B. *Aquaculture*, 23, 1-10.
- Surier, A., C.B. Zarnoch and R.C. Karney. 2006. Biochemical composition and adductor muscle cell size of triploid and diploid Bay scallop *Argopecten irradians*. *J. Shellfish Res.*, 25, 1-780.
- Tabarini, C.L. 1984. Induced triploidy in the bay scallop, *Argopecten irradians*, and its effect on growth and gametogenesis. *Aquaculture*, 42, 151-160.
- Wada, K.T., A. Komaru and Y. Uchimura. 1989. Triploid induction in the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata martensii*. *Aquaculture*, 76, 11-19.
- Watanabe, H., H. Yamanaka and H. Yamakawa. 1992. Seasonal variations of extractive components in the muscle of disk abalone. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 921-925.
- Yamamoto, S. and Y. Sugawara. 1988. Induced triploidy in the mussel, *Mytilus edulis*, by temperature shock. *Aquaculture*, 72, 21-29.
- Yoon, H.D., H.S. Byun, S.B. Kim and Y.H. Park. 1986. Lipid composition of purple shell and abalone. *Bull. Korean Fish Soc.*, 19, 446-452.

2008년 10월 9일 접수

2008년 11월 28일 수리