

天然産과 養殖産 꼬막의 유리아미노산 및 脂肪酸 組成에 관한 比較 研究

朱 殷 延
全州 又石大學 食品營養學科

Comparison Free Amino Acid and Fatty Acid Composition Between Wild Cockle Clam
and Cultured One

Joo Eun Jung

Department of Food and Nutrition, Jeon Ju Woo Suk College

=ABSTRACT=

Chemical composition, free amino acid and fatty acid composition of wild and cultured cockle clam were studied.

1. The content of crude protein was higher in *Anadara suberenata* than that in *Anadara granosa*. The contents of crude protein and ash increased after boiling.

2. Free amino acid composition of *Anadara granosa* was similar to that of *Anadara suberenata*. Both glutamic acid and aspartic acid among free amino acid were the most abundant in cockle clam. Next, leucine, arginine and lysine were abundant in order. They all composed of approximately 50% of total amino acid content. Whereas the contents of cystine and methionine were poor.

3. In cockle clam the major fatty acids consisted of C16 : 0, C18 : 0, C18 : 1 and C18 : 3 in order. The level of C16 : 0 was the highest in lipids. The levels of C18 : 0 and C14 : 0 were higher in *Anadara granosa* than those in *Anadara suberenata*, while the levels of C16 : 0, C18 : 3 and C16 : 1 were higher in *Anadara suberenata* than those in *Anadara granosa*.

序 論

養殖技術의 發達에 따라 貝類의 生産量이 날로 增加하고 있으며 消費 또한 크게 늘어날 것으로 전망된다.

우리나라 남해안 일대에서는 養殖꼬막의 生産이 계속 증가하고 있으나 天然꼬막에 比較하면 수 요량이 현저히 낮은 실정이다. 이는 養殖꼬막이

접수일자 : 1987년 10월 19일

외관은 天然꼬막과 비슷하나, 크기와 부채꼴 방 사륵이 다르므로¹⁾ 쉽게 구별되고 맛도 天然꼬막 에 비하여 떨어진다는 것이 일반적인 생각이다.

지금까지 貝類에 관한 연구는 焙乾담치²⁾와 재 첩³⁾의 呈味成分에 관한 研究 및 전복⁴⁾과 강우렁 이⁵⁾의 脂質과 아미노산 조성에 관한 연구가 있 다. 특히 天然産과 養殖産 魚貝類의 構成 成分을 比較한 研究는 담치 및 진주담치의 呈味成分^{2,6)} 과 脂質成分⁷⁾에 관한 연구 및 뱀장어⁸⁾와 은어⁹⁾ 의 地質성분에 관한 比較 연구가 있을뿐이다.

本研究은 앞으로 경제성장과 더불어 動物性 蛋白質 이용률이 增加되므로서 消費도 크게 늘어날 養殖꼬막을 食品營養의인 가치면에서 天然꼬막과 比較하고자 한다. 즉, 일시에 다량 생산되므로서 가격폭락을 가져오는 養殖꼬막을 加工貯藏하므로서 魚民들의 소득증대에 도움이 될수 있으리라 생각되어 養殖꼬막의 加工貯藏方法을 개발하는 기초자료로 이용될 수 있도록 天然產 및 養殖產 꼬막을 생것과 調理된 형태의 것으로 나누어 一般成分, 유리 아미노산 및 지방산 조성을 分析 比較하였다.

實驗材料 및 方法

1) 實驗材料

(1) 材料

1986年 6月30日 전라북도 전주시 남부시장에서 天然꼬막(*Anadara granosa*; 길이 5cm, 폭 3.5cm)과 養殖꼬막(*Anadara suberenata*; 길이 7.5cm, 폭 5cm)을 구입하여 실험에 사용하였다.

(2) 試料處理

天然產 및 養殖產꼬막은 증류수로 씻고 생것과 조리한것을 비교하기 위하여 다음과 같이 처리하였다.

첫째, 天然 및 養殖꼬막은 껍질을 제거하고, 可食部分만 동결건조하여 마쇄한 후 Sample A₁과 Sample B₁으로 하였다.

둘째, 天然 및 養殖꼬막 400g에 증류수 250ml를 加하고 10분동안 끓인 다음 껍질을 제거하고 동결건조하여 마쇄한 후 Sample A₂와 Sample B₂로 하였다.

처리된 試料는 냉동고에 보관하여 두고 실험에 사용하였다.

2) 實驗方法

(1) 一般成分 分析

粗蛋白, 粗脂肪, 總糖, 조섬유질, 灰分은 AOAC

법¹⁰⁾에 의하여 分析하였다.

(2) 유리 아미노산의 調製

各 試料의 窒素量을 分析하여 질소 성분으로 약 100mg이 함유되도록 시료를 精稱한 후 500ml round bottomed flask에 넣어 performic acid/ hydrogen peroxide oxidation 혼합용액 (5ml 30% hydrogen peroxide+45ml 88% formic acid+250ml phenol) 5ml를 加한 후 30℃에서 1時間 방치후 16시간 동안 0℃의 ice-bath에서 酸化시킨후 0.85g sodium bisulfite를 加하고 9N-HCl 50ml를 加하여 110℃에서 23시간 환류냉각관을 부착하여 hot plate에서 加水分解시켰다. 환류냉각관의 Jacket을 소량의 0.2N Na citrate buffer (pH2.2)로 씻은 후 7.5 N -NaOH로 시료의 pH를 2.2로 조절한 후 같은 buffer로 150ml의 flask에 定溶하여 아미노산 분석 시료로 하였다.

아미노산의 定量은 Mason 등¹¹⁾의 方法에 따라 LKB 4150 Alpha Amino acid Analyzer의 column에 Ultrapac-11 Cation exchange resin(11 μm±2 μm)을 240mm까지 채우고 移動상으로는 0.2M Na-citrate buffer를 사용하여 pH가 3.2, 4.25, 10.1로 순차적으로 변하게 하였고 최종 0.4M-NaOH로 再生하여 다음 分析에 임하였으며 分析에 소요되는 시간은 약 80분이었다. 이때 LKB 제품인 Authentic Standard를 사용하였으며 LKB 2380 integrator를 利用 比較 定量하였다.

(3) 脂肪酸의 定量

① 지질의 추출 및 정제

지질의 추출은 privett 법¹²⁾¹³⁾에 따라 시료에 Chloroform methanol(2=1, v/v) 혼합용매를 10배 정도 넣고 Waring blender에서 5分間 추출한 후 여과하였으며, 남은 잔사는 다시모아 상기 방법과 동일하게 추출한 다음 처음액과 합하여 감압농축하였다. 추출한 지질은 Wuthier 법¹⁴⁾에 따라 정제한 후 3ml의 Chloroform에 녹여 질소 가스로 충전한 후 냉동고에 보관하면서 지방산 분석 시료

Table 1. Instrument and operating conditions for GLC

Instrument	Hitachi model 663-50
Detector	F I D
Column	2m×3mm glass colum
Packing material	15% DEGS on chromosorb W
Injection temp.	250℃
Dector temp.	250℃
Column temp.	initial temp: 150℃ final temp: 210℃ programing temp: 10℃ min
Carrier gas	N ₂ 40ml/min
Chart speed	10mm/min

로 사용하였다.

② 지방산의 분석

지방산 분석은 firestone 등¹⁵⁾의 방법에 준하여 20ml 시료지질을 함유한 용액에 0.5N methanolic NaOH를 4ml넣고 60℃의 water bath에서 환류냉각하면서 10分間 反應시킨후 14% methanolic BF₃ 용액을 5ml 加하고 2分間 더 반응시켰다. 여기에 2ml의 heptan을 주입하고 1분간 반응시킨 다음 포화 식염수를 넣어 heptane 층을 회수하였다. 이렇게 얻은 heptane 용액에 무수 Na₂ SO₄를 첨가하여 탈수시킨 다음 지방산 분석 시료로 사용했으며 GLC 분석조건은 Table 1과 같다. 지방산의 동정은 같은 조건에서 표준 지방산의 retention time 과 탄소수와의 직선 관계를 나타내는 식에 의하여 구성 지방산을 확인하였고 peak 의 면적은

Hitachi 663-50GLC에 부착된 integrator로 계산하여 상대적안 백분율로 表示하였다

結果 및 考察

1) 一般成分의 比較

天然產과 養殖產 꼬막의 일반성분은 Table 2와 같다.

粗蛋白質은 養殖꼬막이 67.31~69.46%로 天然꼬막의 60.50~62.55%보다 높게 나타났으며 灰分은 天然꼬막이 1.6~1.8%로 養殖꼬막 1.1~1.5%에 비하여 높게 나타났다. 특히 끓였을 경우에는 天然產과 養殖產에 관계없이 粗蛋白質과 灰分의 含量은 增加했으나 總糖의 含量은 減少하였다. 이는 유⁷⁾의 天然 및 養殖產 담치의 比較 研究에서 粗蛋白質 粗脂質 總糖 및 灰分의 含量이 담치가 진주담치보다 높고 암컷이 수컷보다 높다는 보고와는 다르다. 그러므로 養殖꼬막을 진주(양식) 담치와 비교했을때 養殖꼬막의 含量은 天然꼬막보다 많아, 蛋白質源으로 더 우수하기 때문에 養殖꼬막의 이용방안을 모색하는 것은 바람직하리라 생각된다.

2) 유리 아미노산 함량의 비교

天然產과 養殖產 꼬막을 생것과 끓인것으로 나누어 分析한 유리 아미노산 조성은 Table 3과 같다.

天然 및 養殖꼬막中 유리 아미노산 조성은 거

Table 2. Chemical composition in raw and boiled cockle clam(%)

Sample		crude protein	crude lipid	total sugar	crude fiber	ash
wild	A ₁ (raw)	60.50	7.99	25.67	0.1	1.6
	A ₂ (boiled)	62.55	6.03	20.94	0.2	1.8
cultured	B ₁ (raw)	67.31	5.12	26.14	0.2	1.1
	B ₂ (boiled)	69.46	7.49	17.96	0.3	1.5

*Moisture free basis

Table 3. Free amino acid composition in raw and boiled cockle clam

Amino acid	Wild				Cultured			
	A ₁ (raw)		A ₂ (boiled)		B ₁ (raw)		B ₂ (boiled)	
	g %	% to total A.A	g %	% to total A.A	g %	% to total A.A	g %	% to total A.A
Asp	4.296	11.08	5.118	11.59	4.716	10.96	5.219	11.51
Thr	1.803	4.65	2.106	4.77	2.807	4.85	2.184	4.82
Ser	1.986	5.12	2.333	5.29	2.268	5.27	2.414	5.32
Glu	6.233	16.07	6.684	15.14	7.122	16.56	7.366	16.24
Pro	1.325	3.42	1.556	3.53	1.592	3.70	1.883	4.15
Gly	2.144	5.53	2.467	5.59	2.617	6.08	2.548	5.62
Ala	2.454	6.33	2.525	5.72	2.650	6.16	2.634	5.81
Cys	0.279	0.72	0.289	0.66	0.292	0.68	0.297	0.65
Val	2.348	6.05	2.096	4.75	1.853	4.31	1.736	3.83
Met	1.209	3.12	1.340	3.04	1.305	3.03	1.390	3.06
Ile	1.360	3.51	1.613	3.65	1.506	3.50	1.386	3.06
Leu	2.977	7.68	3.501	7.93	3.193	7.42	3.447	7.60
Tyr	1.441	3.71	1.826	4.14	1.718	3.99	1.872	4.13
Phe	1.437	3.70	1.811	4.10	1.639	3.81	1.769	3.90
His	1.815	4.68	2.354	5.33	2.307	5.36	2.570	5.67
Lys	2.822	7.28	3.402	7.71	2.946	6.85	3.292	7.26
Arg	2.851	7.35	3.118	7.06	3.213	7.47	3.341	7.37
Total	38.780	100.00	44.140	100.00	43.020	100.00	45.350	100.00

의 유사하였으며 가장 함량이 많은 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, arginine 및 lysine 이었으며 그다음이 alanine, glycine 順이었고, 가장 함량이 적은 아미노산은 cystine 과 methionine 이었다. 함량이 많은 유리 아미노산의 총유리 아미노산에 대한 비율은 天然꼬막의 생것은 glutamic acid 16.07%, aspartic acid 11.08%, leucine 7.68%, arginine 7.35% 그리고 lysine 7.28% 로서 이들 5종의 아미노산이 차지하는 비율은 49.46% 였고, 끓인것은 glutamic acid 15.14%, aspartic acid 11.59%, leucine 7.93%, lysine 7.71% 그리고 arginine 7.06% 로서 이들 5종의 아미노산이 49.43% 를 차지하였다. 양식꼬막의 경우 생것은 glutamic acid 16.56%, aspartic acid 10.96%, arginine 7.47%, leuci-

ne 7.42% 그리고 lysine 6.85% 로서 5종의 아미노산이 차지하는 비율은 49.26% 였고, 끓인것은 glutamic acid 16.24%, aspartic acid 11.51%, leucine 7.6%, arginine 7.37% 그리고 lysine 7.26% 로서 이들 5종 아미노산이 49.98% 로 이들 5종이 차지하는 아미노산은 총유리 아미노산의 50% 以下로서 모든 아미노산이 고루 분포되어져 있었다.

天然 및 養殖꼬막의 총유리 아미노산 함량은 天然꼬막의 생것 38.78g%, 끓인것 44.14g% 였으며, 養殖꼬막은 생것 43.02g%, 끓인것 45.35g% 로서 끓였을때 유리 아미노산 함량이 각각 13.82%, 5.42% 增加하였다. 특히 養殖꼬막이 천연꼬막에 비하여 유리 아미노산 함량이 생것은 10.9%, 끓인것은 2.74% 높았다.

水産動物의 體蛋白 構成 아미노산은 種類에 따라 크게 다르지 않고¹⁶⁾¹⁷⁾ 몇 종류의 아미노산이 총유리 아미노산의 태반을 차지하는 경우가 많았다. 즉, 담치와 진주담치의 유리 아미노산²⁾은 taurine, glycine, serine, glutamic acid, alanine 및 arginine 함량이 월등히 많으며 이들 6종의 아미노산이 총유리 아미노산에 대하여 담치가 91.3%, 진주담치가 89.8%였고, 미더덕의 유리 아미노산¹⁸⁾은 taurine, proline, glutamic acid, glycine, alanine 및 serine 순으로 이들 6종의 아미노산이 총유리 아미노산의 89.5%를 차지하였다. 그외에도 貝注의 유리 아미노산중¹⁹⁾에는 taurine, glycine 및 arginine이, 바지락의 유리 아미노산중¹⁹⁾에는 taurine, glycine, glutamic acid 그리고 arginine이 양적으로 많다고 보고 하였으나 本實驗에서는 가장 많은 아미노산 함량이 차지하는 비율이 50% 이하이며 全유리 아미노산에 걸쳐 유사하게 분포되어 있으므로 魚貝類는 種類에 따라 유리 아미노산의 함량과 분포가 다를 수 있다.

그러나 김등²⁰⁾이 미꾸라지의 아미노산 조성 연구에서 glutamic acid가 가장 높고 lysine, arginine, aspartic acid 함량이 많음을 보고하였고 성등²¹⁾에 의한 담수어의 유리 아미노산 함량은 glut-

amic acid, aspartic acid, lysine, 및 leucine 순으로 이들 4종의 아미노산이 차지하는 비율은 41.83%~48.7%였으며, glutamic acid와 aspartic acid가 魚種에 관계없이 그 함량이 많은것은 本實驗과 일치하였다.

天然 및 養殖꼬막의 유리 아미노산 함량은 다른 貝類와 마찬가지로 glutamic acid, glycine, arginine 및 alanine 함량이 많으며, lysine, leucine, threonine 및 methionine을 비롯한 모든 필수 아미노산 함량이 필수아미노산 표준구성(provisional amino acid pattern)²²⁾보다 높으므로 곡류가 주식인 우리나라 사람들에게는 動物性 蛋白質源으로 養殖꼬막을 이용하는 것은 바람직하다고 할 수 있다. 특히 맛을 내는 amino 酸인 glutamic acid, glycine, alanine, serine의 함량은 養殖꼬막이 天然꼬막보다 약간 높게 나타났으나 큰 차이는 없으므로 天然꼬막의 맛이 더 좋다는 일반적인 생각은 유리 아미노산의 영향은 아니기 때문에 앞으로 유리 아미노산을 제외한 呈味成分인 핵산 관련물질 및 유기산의 분석과 관능검사도 함께 고려 되어져야 할 것이다.

3) 脂肪酸 組成의 比較

天然 및 養殖꼬막을 생것과 끓인것으로 나누어

Table 4. Fatty acid composition in raw and boiled cockle clam (%)

Fatty acid	wild		cultured	
	A ₁ (raw)	A ₂ (boiled)	B ₁ (raw)	B ₂ (boiled)
13:0	1.02	1.96	0.47	1.38
14:0	9.87	13.41	7.77	9.83
15:0	2.07	3.06	3.01	3.55
16:0	29.15	24.98	33.67	29.43
16:1	7.86	9.23	8.44	9.40
17:0	2.98	1.94	4.68	3.10
18:0	21.02	22.33	14.86	12.21
18:1	13.25	14.10	12.71	16.58
18:3	10.91	6.93	12.88	12.56
21:0	1.87	2.06	1.51	2.26
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

抽出한 脂肪酸을 GLC에 의하여 分離 定量한 結果는 Table 4와 같다.

天然꼬막의 脂肪酸 組成은 생것이 C16:0, 29.15%로 가장 많고, C18:0, 21.02%, C18:1, 13.25% 및 C18:3, 10.91% 順이었으며, 끓인것은 C16:0, 24.98%로 가장 많고 C18:0, 22.33%, C18:1, 14.10% 및 C14:0, 13.41% 順이었다.

養殖꼬막의 脂肪酸 組成은 생것이 C16:0, 33.67%로 가장 높고 다음이 C18:0, 14.86%, C18:3, 12.88% 및 C18:1, 12.71% 順이었고, 끓인것은 C16:0, 29.43%로 가장 높으며 C18:1, 16.58%, C18:3, 12.56% 및 C18:0, 12.21% 順이었다.

天然 및 養殖꼬막의 脂肪酸 組成中에 불포화지방산이 차지하는 비율은 養殖꼬막이 34.03~38.54%로서 천연꼬막 30.26~32.02%보다 약간 높았다.

지금까지 魚貝類의 脂質成分에 관하여 보고된 미꾸라지²⁰⁾, 뱀장어⁸⁾²⁰⁾, 전복⁴⁾ 담치⁷⁾들의 주된 脂肪酸은 C18:1, C16:0, C16:1이었으며, 담수어인 잉어²²⁾는 海産魚油에 비하여 C18:1, C18:2, C18:3의 함량이 多量 含有되어 있었다. 특히 유⁷⁾의 천연 및 養殖産 담치의 脂質成分 보고에서 주요 구성 지방산은 C16:0, C16:1, C18:1였고, 그중 C16:0의 비율이 17.6%~21.97%로 가장 높았으며 김⁸⁾, 하²⁰⁾ 등의 천연 및 養殖産 뱀장어의 脂質成分 研究에서 주요 構成 脂肪酸이 C18:1, C16:0, C16:1였고, 그중 C18:1의 비율이 19.1~42.7%로 가장 높았다.

本實驗에서는 천연 및 養殖産에 관계없이 C16:0이 24.98~33.67%로 함량이 가장 높아 담치와는 일치하고, 뱀장어와는 다르므로 魚類와 貝類의 脂肪酸 組成의 差異를 알수 있으며, 천연꼬막이 養殖꼬막보다 C14:0와 C18:0 비율이 다소 높고 養殖꼬막은 천연꼬막보다 C16:0, C18:3 및 C16:1 비율이 높게 나타난 結果는 유⁷⁾, 김⁸⁾ 등의 천연 및 養殖産 담치와 뱀장어 脂質成分 地較와는 일치하지 않았으나 養殖産이 천연産보다 C18:1, C18:2 및 C22:6 비율이 높다는 보고는 본실험에서 양식산 꼬막이 천연꼬막보다 불포화 지방산 함량이 더 많은 결과와 유사함을 알수있다. 그리고 養殖꼬

막에 비하여 linolenic acid 함량이 특히 많았으며, 천연 및 양식산에 관계없이 생것은 C16:0과 C18:0의 함량이 높고, 끓인것은 생것에 비하여 불포화 지방산인 C16:1과 C18:1이 높게 나타났다.

結 論

경제성장과 더불어 동물성 단백질의 이용률이 높아지고, 양식기술의 발달로 생산량이 계속 증가될 전망이다. 養殖꼬막을 食品營養的인 가치면에서 천연꼬막과 比較 評價하였다. 즉 養殖꼬막의 加工貯藏方法 개발의 기초자료를 얻기 위한 目的으로 천연 및 養殖꼬막을 생것과 끓인것으로 나누어서 一般成分, 유리 아미노산 및 脂肪酸 含量을 測定하였는데 그 結果는 다음과 같다.

1) 粗蛋白은 養殖꼬막이 67.31%로서 천연꼬막 60.50%보다 높고, 灰分 含量은 천연꼬막이 1.6%로 養殖꼬막 1.1%에 비하여 높게 나타났다. 그리고 천연 및 養殖産에 관계없이 생것에 비하여 끓인것이 粗蛋白과 灰分 含量은 增加하였다.

2) 천연産과 養殖産 꼬막의 유리 아미노산 組成은 거의 유사하였으며 가장 함량이 많은 유리 아미노산은 glutamic acid와 aspartic acid였고, 그다음은 leucine, arginine 및 lysine이었으며, cystine과 methionine 함량이 가장 낮았다.

가장 많은 5종 아미노산의 함량의 총유리 아미노산에 대한 비율은 모두 50% 이하였다.

3) 천연産과 養殖産 꼬막의 주요 구성 지방산은 C16:0, C18:0, C18:1 및 C18:3이며, 그중 C16:0의 비율이 24.98~33.67%로 가장 높았다.

천연꼬막은 養殖꼬막에 비하여 C14:0와 C18:0이 높고, 養殖꼬막은 천연꼬막에 비하여 C16:0, C18:3, C16:1이 높게 나타났다.

따라서 천연꼬막이 養殖꼬막보다 우수하다는 일반적인 생각과는 다르게 蛋白質 組成은 유사하지만 蛋白質과 필수지방산 함량은 오히려 養殖꼬

막이 높게 나타났으므로 加工貯藏할 충분한 가치가 있다고 생각되며, 앞으로 맛에 영향을 주는 성분인 유기산 및 핵산 관련물질 분석과 관능검사가 함께 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) 동아원색 세계대백과사전. 동아출판사 3:124-125, 1982
- 2) 유병호, 이용호. 배건담치의 정미성분에 관한 연구. 한국수산학회지 11(2): 65-83, 1978
- 3) 이용호, 허우덕. 재첩의 정미성분에 관한 연구. 부산수산대학 연보 20: 31, 1980
- 4) 조용규, Mitsuo HATA. 전복의 지질에 관한 연구(II). 한국수산학회지 12(3): 181-189, 1979
- 5) 차연수, 이태규, 양희천. 강우렁이의 영양학적 연구. 전주우석대학논문집 제6집: 159-168, 1984
- 6) 유병호. 담치 및 진주담치 건재품의 정미성분에 관한 연구. 부산수산대학 박사학위 논문 1977
- 7) 유병호, 하미숙, 김동석, 이성호. 천연산과 양식산 담치의 지질성분. 한국영양학회지 19(3): 199-203, 1986
- 8) 김경삼, 오광수, 이용호. 양식 및 천연산 어류의 화학성분에 관한 연구.
- 9) 新聞彌一郎, 田口修子. 天然および 養殖アユの 脂肪酸組成について. Bull Jap Soci Sci Fish 30(11): 918-925, 1964
- 10) AOAC Methods of Analysis 13th ed Washington. D.C method 14: 285-305, 1980
- 11) Mason VC, Bech AS, Rudemo M. On protein metabolism and nutrition. Proc 3rd EAAD symp, May(1), 1980
- 12) Privett OS, Dougherty KA, Erdahl WL, Stolyhwo A. J Am Oil Chem Soc 50(12): 516-519, 1980
- 13) Singh H, Privett OS. Studies on the glycolipid and phospholipid of immature soybean. Lipid 5(8): 692-697, 1970
- 14) Wuthier RE. Purification of lipid from nonlipid contaminants on sephadex bead columns. J Lip Res 7: 558-561, 1966
- 15) Firestone D, Horwitz W. IUPAC gas chromatographic method for determination of fatty acid composition. J Asso Off Anal Chem 62: 709-714, 1979
- 16) 성낙주, 이용호, 하봉석. 담수어의 식품학적 연구. (3) 은어, 누치, 쏘가리 및 밀어 배육의 핵산관련 물질 및 아미노산조성. 한국영양식량학회지 13(2): 163-168, 1984
- 17) 이용호, 정승용, 하진항, 성낙주, 조전옥. 미더덕의 유리아미노산. 한국수산학회지 8(3): 177-180, 1975
- 18) 藤田眞未, 葉守仁, 池田靜徳. アユヤガイ肉の化學成分に 關する研究 I. 貝注肉のエキス成分. 日本水産學會誌 34(2): 146-149, 1968
- 19) 鴻巢章二, 藤本健四郎, 高島良子. アサリのエキス 成分な並びに蛋白のアミノ酸組成. 日本水産學會誌 31(9): 680-686, 1965
- 20) 김희숙, 이현기. 미꾸라지의 영양성분에 대한 연구. 한국식량영양학회지 14(3): 296-300, 1985
- 21) 성낙주, 심기환, 이종호, 이종미. 담수어의 식품학적 연구(I). 잉어육의 화학성분. 한국영양학회지 13(1): 59-64, 1980
- 22) 성낙주, 심기환. 담수어의 식품학적 연구(II). 한국영양학회지 14(2): 80-86, 1981
- 23) 이혜수. 영양학 2nd ed 교문사, 서울 43-44, 1980
- 24) 하봉석, 정태명, 양민석. 수산물의 지질에 관한 연구(제1보). 담수산뱀장어 근육육의 지방산 및 Sterol 조성. 한국수산학회지 9(3): 203-208, 1976