Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal 29(2): 87-91 (2014)
http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2014.29.2.87 ISSN 1225-7119 / eISSN 2288-8268

연구논문

강화갯벌장어의 주요 영양성분 분석에 관한 연구

강창호[1], 구자룡[1], 조규섭[2], 허태련[1], 소재성[1]*

Analyses of Major Nutritional Components of *Gang-Hwa Getbul* Eel

Chang-Ho Kang[1], Ja-Ryong Koo[1], Guey Seob Cho[2], Tae-Ryeon Heo[1], and Jae-Seong So[1]*

접수: 2014년 3월 5일 / 게재승인: 2014년 4월 2일
© 2014 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

Abstract: *Gang-Hwa Getbul* eel is a well known well-being food in the Korean food industry. In this study it was undertaken to analyze crude compositions, minerals, and vitamins of *Gang-Hwa Getbul* eel. As a result of initial analysis, the ranges of moisture, crude protein, crude fat, and crude ash were 56.6±0.0, 17.3±0.4, 14.4±2.9, and 1.2±0.1%, respectively. Regarding mineral compositions, the concentration ranges of Ca, Fe, Mg, P, K and Na were 413.8±91.1, 0.8±0.1, 29.5±7.8, 361.9±118.4, 116.4±43.3, and 131.8±42.4 mg/100 g, respectively. Finally vitamin A was found being present at 2571.3±194.6 I.U/100 g.

Keywords: *Gang-Hwa getbul* eel, Nutritional, Component, Nutrition

1. INTRODUCTION

경골어류 뱀장어목 뱀장어과에 속하는 뱀장어 (*Anguilla japonica*)는 담수에서 성장하여 성숙하면 바다로 내려가 산란하는 대표적인 강하성 어류로 우리나라 전역에 걸쳐 분포되어 있으며, 주로 전라도 지방의 양식장에서 대량 생산되고 있다 [1]. 최근 환경변화와 자원고갈로 생산량이 감소하고 있으며, 어업에 의해 공급되던 뱀장어는 상당량이 양식에 의해 대체되면서 뱀장어 양식은 새로운 수산업으로 정착되고 있다 [2]. 뱀장어는 다른 어종에 비해서 단백질, 지방, 무기질, 비타민 등이 풍부하게 함유되어 있어 수산자원으로서 이용가치가 높은 편이다 [3]. 최근 국내의 뱀장어 양식현장에서는 뱀장어 양식산업에서의 생산비 상승에 대한 대안으로 다양한 해결책이 모색되고 있으며, 고품질 브랜드 뱀장어의 개발로 부가가치를 향상시키려는 시도도 이루어지고 있다 [4-6].

강화도 지역에서 양식되는 강화갯벌장어 (*A. japonica*)는 양식 뱀장어를 자연상태와 유사한 강화도 갯벌어장에서 75일 이상 순치하여 생산하는 뱀장어이다. 이 기간 동안 뱀장어에게 사료와 먹이를 주지 않기 때문에 뱀장어는 갯벌 어장안의 새우, 어류 등의 치어, 게 등을 잡아먹으며 지낸다 [7]. 기온이 낮아지게 되면 갯벌 속으로 1~2 m 정도 파고 들어가기를 반복하기 때문에 몸 속의 지방이 근육으로 바뀌고 지방질이 빠지면서 고기가 담백하고 탄력 있게 된다고 알려져 있다. 또한 단백질, 칼로리, 칼슘, 비타민 A가 풍부하고, 불포화지방산과 레시틴 등이 풍부하여 천연 보양식품으로 알려져 있다 [8].

이에 본 연구에서는 강화갯벌장어의 다양한 활용방안을 모색하고 고품질 장어를 개발하기 위한 기초자료로 제시하고자 대조군으로 양식뱀장어와 자연산뱀장어와의 영양성분을 비교 · 분석하였다.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. 실험재료

강화갯벌장어는 인천시 강화군에 위치한 강화갯벌장어 양식장 2곳 (외포리 양식장, 소루지 양식장)에서 구입하였으며,

[1]인하대학교 생물공학과
[1]Department of Biological Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea
Tel: +82-32-860-8666, Fax: +82-32-872-4046
e-mail: sjaeseon@inha.ac.kr

[2]인천광역시청 수산과
[2]Fisheries Division, Incheon Metropolitan City Hall, Incheon 405-750, Korea

길이는 각각 평균 61.7±4.7, 60.0±4.1 cm이다. 대조군인 양식 뱀장어와 자연산뱀장어는 인천시 강화군 내리 어촌계에서 구입하였으며, 길이는 56.0±2.4 cm이다. 시료는 구입직후 냉장상태를 유지하며 실험실로 운반하였으며, 분석은 시료를 채취한 날 바로 실시하였다.

2.2. 일반성분 분석

일반성분 분석 (수분, 조단백, 조지방, 회분)은 AOAC [9]에 준하여 분석하였다. 단백질은 단백질 자동분석기 (B324, Buchi, Swiss)를 이용하여 분석하였으며, 지방은 Soxhlet법을 이용하여 분석하였다. 수분은 105°C 상압가열 건조법으로 분석하였고, 회분은 550°C 회화법으로 분석하였다.

2.3. 무기성분 분석

무기성분은 식품공전 시험법 [10]에 의하여 분석하였다. 즉, 시료 1 g을 회화용기에 넣고 예비탄화를 시킨 후 550°C에서 2시간 동안 회화하였다. 여기에 증류수 10 mL 가량을 가한 후, 3~4 mL의 50% 질산을 가하였다. 이에 열을 가해서 여분의 질산을 증발시킨 후 다시 회화로에서 1시간 더 가열하였다. 가열 후 염산을 1:1로 가하여 용해시킨 후 50 mL 용량 플라스크로 옮겨서 증류수로 정용하여 분석용 시료로 사용하였다. 칼슘, 철, 마그네슘, 칼륨, 나트륨은 Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (Optima 5300DV, Perkin Elmer, USA)로 측정하였고, 인은 몰리브덴청 비색법에 따라서 분광광도계 (LAMBDA 45, Perkin Elmer, USA)로 650 nm에서 측정하였다. 비타민 A는 장어 0.5 g을 95% 에탄올 (EtOH) 30 mL과 pyrogallol 10%/EtOH 1 mL을 넣어 잘 섞는다. 여기에 3 mL 50% KOH 용액을 더하고 95°C 수욕조에서 30분 동안 비누화한 다음 얼음을 이용하여 급속 냉각하였다. 냉각된 시료에 30 mL의 증류수와 석유에테르를 넣고 잘 섞은 다음 석유에테르 층만을 회수하는 과정을 3회 반복하고 회수된 석유에테르 층은 무수 Na_2SO_4를 사용하여 수분을 제거한 다음 회전농축기를 사용하여 농축하였다. 농축액은 비타민 A 분석을 위해서는 1 mL isopropyl alcohol에 용해시킨 다음 0.22 μM pore membrane filter를 사용하여 여과한 다음 HPLC 분석에 이용하였다. HPLC 분석 컬럼은 μ-Porasil column (4.6×250 nm, Waters, USA), 이동상으로는 ethanol: water (95:5, v/v)를 0.5 mL/min의 flow rate로, 그리고 검출은 UV/VIS 검출기 (Waters Model 2489, USA)를 사용하여 VA는 340 nm의 조건으로 수행하였다.

2.4. 항생제 및 중금속 검사

강화갯벌장어에 대한 항생제 및 중금속 검사는 식품공전 시험법 [10]에 의하여 분석하였다. 항생제는 옥시테트라사이클린, 옥소린산, 클로람페니콜을 분석하였으며, 중금속은 총수은과 납을 분석하였다.

2.5. 갯벌환경 검사

강화갯벌장어를 양식하는 양식장 갯벌의 무기성분 및 환경상태를 확인하기 위해, 양식장의 갯벌을 채취하였으며, 시료 채취는 표층에서 2 cm 깊이까지를 표층퇴적물로 취하여 500 mL 용량의 입구가 넓은 고밀도 폴리에틸렌병 (wide mouth HDPE bottle)에 담아서 시료로 사용하였다. 해양환경공정시험기준방법 [11]에 따라 화학적 산소요구량은 시료 1 g을 전처리한 후, 0.1 N 티오황산나트륨용액으로 적정하여 분석하였으며, 산휘발성 황화물은 황화수소 검지관법으로 분석하였다.

2.6. 통계처리

모든 실험은 3반복으로 측정하여 측정치를 평균값±표준편차로 나타내었으며, 실험결과의 통계적 유의성은 Student's *t*-test에 의해 시료간의 유의적 차이 ($p<0.05$)를 검정하였다.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. 일반성분 분석

장어류 (뱀장어, 갯장어, 붕장어, 먹장어)는 일반어류와 달리 단백질, 고도불포화지방산 및 비타민 A의 함량이 높아 오늘날 수산자원으로서 이용가치가 매우 높다. 또한 맛이 좋으며 조직감이 유연하고 불가식 부위가 적어 수율 측면에서도 가공상의 여러 장점을 갖고 있다 [13]. 강화군은 한강, 임진강, 예성강 하구에 위치하여 바닷물과 민물이 만나는 기수지역으로 뱀장어의 먹이가 되는 새우, 게, 각종 어류의 치어 등이 풍부하기 때문에 뱀장어 서식지로 적합한 지리적 여건을 갖추고 있다. 강화갯벌장어는 강화도 갯벌을 막아 만든 축제식 양식장에서 천연 먹이 생물을 이용하여 75일 이상 자연 순치하여 양식한 뱀장어이다. 일반성분의 결과는 Table 1에 나타내었다. 양식뱀장어와 자연산뱀장어, 강화갯벌장어의 일반성분비가 수분함량은 각각 63.2, 51.0, 56.6%, 조단백질 함량은 각각 16.0, 16.5, 17.3%였으며, 조지방과 조회분 함량은 각각 21.4, 19.1, 14.4% 및 1.7, 1.2, 1.2%로 확인되었다. Cho 등 [12]의 양식뱀장어에 대한 일반성분 함량을 보면, 수분함량은 61.9~63.3%, 조단백질은 16.0~17.44%, 조지방은 16.9~18.9% 그리고 조회분은 1.0~1.24%의 분포로, 본 연구결과와 유사하게 조사되었다. 또한 Lee 등 [13]이 보고한 자연산뱀장어와 양식뱀장어의 영양성분을 분석한 결과를 보면, 자연산뱀장어가 양식뱀장어에 비해 수분이 낮고, 단백질함량이 높은 것으로 확인되었다. Kim 등 [14,15]의 연구에서는 양식뱀장어가 자연산뱀장어에 비해 조지방과 회분함량이 높게 나타났는데, 이는 양식기간 동안 높은 지방질 함유사료 및 성장조건의 차이에 기인한 것으로 고려되고 있다. 물론 이러한 일반성분은 성장과 산란 등 생육시기에 따른 증감도 있는 것으로 알려져 있다 [16]. 본 연구에서 사용한 시료는 동일한 시기와 동일한 크기의 시료임을 고려하면, 강화갯벌장어와 대조군의 일반성분의 함량은 유의적 차이 ($p<0.05$)를 나타내고 있는 것을 확인할 수 있다.

Table 1. Major nutrients compositions of class

	Anguilla japonica (Cultured Eel)	Anguilla japonica (Wild Eel)	*Gang-Hwa Getbul* eel
Moisture (%)	62.0 ± 2.0[1)a2)]	51.0 ± 0.3[c]	56.6 ± 0.0[b]
Crude protein (%)	16.4 ± 0.7[bc]	16.5 ± 0.5[b]	17.3 ± 0.4[a]
Crude fat (%)	18.7 ± 0.5[b]	21.4 ± 0.2[a]	14.4 ± 2.9[c]
Crude ash (%)	1.4 ± 0.3[ab]	1.7 ± 0.1[a]	1.2 ± 0.1[bc]
Ca (mg / 100 g)	384.0 ± 136.3[ab]	235.0 ± 103.0[bc]	413.8 ± 91.1[a]
Fe (mg / 100 g)	1.0 ± 0.4[ab]	1.1 ± 0.1[a]	0.8 ± 0.1[bc]
Mg (mg / 100 g)	23.1 ± 1.5[ab]	14.5 ± 3.7[c]	29.5 ± 7.8[a]
P (mg / 100 g)	400.2 ± 75.7[a]	229.7 ± 66.0[bc]	361.9 ± 118.4[ab]
K (mg / 100 g)	73.6 ± 4.2[ab]	58.8 ± 9.0[ab]	116.4 ± 43.3[a]
Na (mg / 100 g)	73.1 ± 2.1[b]	61.1 ± 11.0[bc]	131.8 ± 42.4[a]
Vitamin A (I.U / 100 g)	1238.9 ± 30.2	3285.7 ± 300.5	2571.3 ± 194.6

[1)]All values are mean±SD of three replications.

[2)]Means with different superscripts within a row indicate significant difference (p<0.05).

Table 2. Major nutrients compositions of body size of *Gang-Hwa Getbul* eel

	Body Size (cm)		
	55	60	65
Weight (g)	322.8 ± 20.5[1)a2)]	384.8 ± 25.2[b]	427.1 ± 23.5[b]
Moisture (%)	56.6 ± 0.7[a]	56.6 ± 1.3[ab]	56.6 ± 0.7[ab]
Crude protein (%)	17.4 ± 0.6[a]	17.6 ± 0.6[ab]	17.0 ± 0.4[ab]
Crude fat (%)	11.6 ± 0.8[a]	14.2 ± 2.1[ab]	17.4 ± 3.7[ab]
Crude ash (%)	1.1 ± 0.1[a]	1.4 ± 0.1[b]	1.2 ± 0.1[ab]
Ca (mg / 100 g)	620.1 ± 37.7[a]	639.4 ± 111.4[ab]	666.0 ± 101.9[ab]
Fe (mg / 100 g)	1.1 ± 0.1[a]	1.0 ± 0.2[ab]	1.1 ± 0.2[ab]
Mg (mg / 100 g)	35.3 ± 2.2[a]	40.0 ± 3.7[ab]	40.4 ± 1.3[b]
P (mg / 100 g)	600.5 ± 45.0[a]	636.4 ± 35.6[ab]	683.9 ± 11.7[b]
K (mg / 100 g)	183.6 ± 5.9[a]	190.0 ± 7.4[ab]	205.5 ± 2.1[c]
Na (mg / 100 g)	172.4 ± 0.6[a]	180.4 ± 6.7[ab]	182.7 ± 7.6[ab]
Vitamin A (I.U / 100 g)	809.5 ± 7.3[a]	1473.2 ± 35.8[b]	2450.2 ± 40.1[c]

[1)]All values are mean±SD of three replications.

[2)]Means with different superscripts within a row indicate significant difference (p<0.05).

3.2. 무기성분 분석

양식뱀장어와 자연산뱀장어, 강화갯벌장어의 무기성분의 조성차이를 확인해보았다 (Table 1). 양식뱀장어와 자연산뱀장어, 강화갯벌장어의 무기성분함량은 칼슘은 각각 384.0, 235.0, 413.8 mg/100 g, 마그네슘은 23.1, 14.5, 29.5 mg/100 g, 인은 400.2, 229.7, 361.9 mg/100 g, 칼륨은 73.6, 58.8, 116.4 mg/100 g, 나트륨은 73.1, 61.1, 131.8 mg/100 g으로 확인되었다. Hong 등 [17]의 연구에 따르면, 양식뱀장어의 무기질 함량이 칼슘이 341.0 mg/100 g, 인이 320.2 mg/100 g, 칼륨이 182.1 mg/100 g, 그리고 나트륨이 253.4 mg/100 g으로 알려져 있으며, 이는 본 연구와 유사한 결과값을 나타내었다. Kim 등 [14]은 어류의 뼈에서 무기질 함량을 조사한 결과 칼슘의 함량이 가장 높았으며, 그 다음이 인, 나트륨, 칼륨, 철의 순서로 함량이 낮다고 보고하였다. 양식뱀장어와 자연산뱀장어, 강화갯벌장어의 비타민A 함량은 각각 1238.9, 3285.7, 2571.3 I.U/100 g으로 분석되었다. Cho 등 [12]에 따르면 자연산 뱀장어의 비타민 A의 함량은 일반적으로 3,500 I.U/100 g 정도 함유하는 것으로 알려져 있지만, *Anguilla* 종과 크기에 따라 함량이 차이가 나는 것으로 알려져 있다 [18].

3.3. 강화갯벌장어 크기별 성분분석

강화갯벌장어에 대한 일반성분의 분석 결과를 크기와 어체중에 따른 유의성과 상호관계를 Table 2에 나타내었다. 일반성분의 경우, 55, 60, 65 cm의 크기에 따라 수분은 모두 56.6%로 같은 함량을 나타냈고, 회분은 각각 1.1, 1.4, 1.2%, 단백질 함량은 각각 17.4, 17.6, 16.8%, 지방함량은 11.6, 14.2, 17.4%로 일반성분에서는 크기에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Jeon 등 [19]의 연구에 따르면 자연산 뱀장어의 경우 어체중에 따른 수분, 조단백질, 조회분의 함량은 차이가 없는 것으로 알려져 있으며, 이는 본 연구와도 일치한다고 할 수 있다. 무기성분의 경우에도 크기 별로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 칼륨과 비타민 A의 함량에서만 크기에 따른 유의적인 차이를 보이며 크기가 커짐에 따라 함유량이 증가한 것을 확인할 수 있었다. Edisbury 등 [18]에 따르면 자연

Table 3. Concentrations of mineral compositions in the study area

	Oepori farm		Soruji farm	
	Before	After	Before	After
Ca (%)	0.72 ± 0.01	0.35 ± 0.00	0.69 ± 0.02	0.32 ± 0.02
Fe (%)	2.39 ± 0.05	2.46 ± 0.00	2.85 ± 0.05	3.12 ± 0.01
Mg (%)	0.08 ± 0.01	0.63 ± 0.03	0.11 ± 0.01	0.86 ± 0.01
P (%)	0.041 ± 0.002	0.038 ± 0.001	0.034 ± 0.002	0.024 ± 0.004
K (%)	5.10 ± 0.10	3.42 ± 0.02	5.22 ± 0.00	3.26 ± 0.07
Na (%)	1.48 ± 0.03	0.98 ± 0.02	1.42 ± 0.02	0.92 ± 0.05

산 뱀장어의 비타민 A의 함량은 종에 따라 차이를 보이고 개체의 크기가 커질수록 함량은 증가한다고 알려져 있다.

3.4. 항생제 및 중금속 검사

강화갯벌장어에 대하여 항생제 및 중금속 분석을 실시한 결과 총 수은은 0.4 mg/kg이 검출되었으나 식품위생법상의 기준치 (0.5 mg/kg)를 초과하지 않은 것으로 나타났다. 또한 납, 옥시테트라싸이클린, 옥소린산, 클로람페니콜은 연구기간 동안 모두 불검출되었다.

3.5. 갯벌 환경 검사

무기성분은 일반적으로 자연수 중에 극미량으로 존재하며, 생물에게 필수 원소로 작용한다. 강화갯벌장어를 순치하는 두 양식장 갯벌의 무기질 함량에 대한 분석결과를 살펴보면 (Table 3), 칼슘(Ca)은 0.32~0.72%를 나타내었다. 철(Fe)은 2.39~3.12%, 마그네슘(Mg)은 0.08~0.86%, 인(P)은 0.024~0.041%, 칼륨(K)은 3.26~5.22%, 그리고 나트륨(Na)은 0.96~1.45%를 나타내었다. 양식뱀장어를 순치하기 전의 갯벌의 무기질 함량과 순치가 끝난 75일 후의 갯벌의 무기질 함량을 조사해본 결과, Ca, K, Na의 함량이 순치한 후에 감소하였으며, 유의적 차이 (p<0.05)를 나타내고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 순치기간 동안 강화갯벌장어의 무기질 함량의 변화와 비교해보면, 양식뱀장어에 비해 Ca, K, Na의 함량이 증가한 것을 확인할 수 있었다. Jung [7]의 연구에 의하면, 양식기간 동안 사료와 먹이를 주는 양식뱀장어와 달리 강화갯벌장어의 경우 75일의 순치기간 동안 사료와 먹이를 주지 않기 때문에 갯벌과 함께 작은 새우, 게 등을 먹고 자라면서 갯벌의 무기질 함량의 변화가 갯벌장어의 무기질함량의 변화에 영향을 주었을 것이라 사료된다. 국토해양부에서 시행된 갯벌생태계 조사 및 지속가능한 이용방안 연구 [20]에서 제시한 갯벌 등급기준을 참고로 하여 강화갯벌장어 양식장에 대한 갯벌의 퇴적물 오염도 등급을 보면, I등급에 속하며, 이는 퇴적물 오염도가 가장 낮은 환경으로 분류되어 있다.

4. CONCLUSION

본 연구에서는 강화갯벌장어의 주요 영양성분에 대해 양식뱀장어와 자연산뱀장어를 대조군으로 비교 · 검사하여 평가하였다. 강화갯벌장어를 대조군과 비교해 본 결과, 일반 영양성분에서 양식뱀장어에 비해 수분과 지방은 낮고 단백질은 증가하였다. 이는 순치기간 동안 별도로 사료와 먹이를 주지 않고, 수온 및 생활생태에 있어서 갯벌을 수직으로 이동하는 강화갯벌장어의 특징에 따른 것이라 사료된다. 무기질 함량에서도 강화갯벌장어가 대조군에 비해 모두 높은 함량을 나타내었는데, 이는 양식뱀장어에 들어있는 무기질 함량에 강화갯벌장어를 순치하여 키우는 갯벌에 함유되어 있는 무기성분이 순치되는 동안 추가 섭취됨에 따라, 강화갯벌장어의 무기질 함량이 양식뱀장어에 비해 높게 나타나는 것이라 사료된다. 강화갯벌장어가 양식되는 갯벌의 환경상태는 갯벌퇴적물에 대한 오염도 등급기준에서 등급으로 매우 청정한 상태인 것을 확인할 수 있다. 본 연구를 통해서 강화갯벌장어는 갯벌에 함유되어 있는 풍부한 무기성분과 청정상태의 환경상태에서 순치하는 생활을 통해서 대조군에 비해 단백질과 무기성분(Ca, K, Na), 비타민 A 등 주요 영양성분에서 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

Acknowledgements

본 연구는 인천광역시 강화군청과 인하대학교의 지원에 의하여 이루어진 연구이며 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Kang, E. J., K. S. Kim, S. R. Park, and S. G. Sohn (2000) Species Identification of Japanese, American, and European Eel Elvers, and Changes in Morphometric Characters According to Growth. *Korean J. Ichthyol*. 12: 244-249.
2. Kim, K. H., M. R. Song, S. N. Choe, M. S. Choe, and K. H. Park (1998) Oxolinic acid Residue in the cultured Eel Tissues and its Change to Heating Process. *J. Fd. Hyg. Safety*. 13: 14-19.
3. Cho, H. S. and B. H. Park (2000) Effect of Onion and Garlic Juice on the Lipid Oxidation and Quality Characteristics during the Storage of Conger Eel (*Astroconger myriaster*). *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 135-142.
4. Bae, J. Y., K. Han, J. H. Lee, S. E. Kim, J. Y. Lee, and S. C. Bai (2008) Effects of Dietary Quartz Porphyry and Feed Stimulants, BAISM Supplementation on Growth Performance and Disease Resistance of juvenile eel *Anguilla japonica*. *J. Aquaculture.* 21: 26-33.

5. Choi, Y. J., N. J. Lee, Y. J. Cho, and S. C. Bai (2002) Identification of feeding Stimulants to Improve Efficiency of Diet for flatfish. *J. Kor. Fish. Soc.* 35: 196-200.
6. Han, Y. O. (2003) Synergistic effects of mineal dusts. *J. Miner. Soc. Kor.* 10: 1-17.
7. Jung, C. H. (2008) *Study on seasonal change in the taste of the eels for the foodservice industry*. PhD thesis. University of Chosun, Gwang-Ju, Korea.
8. Lyu, E. S. (2007) Sauce recipe development and nutritional analysis of *conger* eel (abstract no. P2-53). In: Abstracts: 2007 International symposium and annual meeting. October 17-19, Carnival Hall, Muju Resort, Muju, Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* Busan, Korea.
9. AOAC. (1990) *Official Methods of Analysis.* 15th ed. p. 788. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
10. Korean Food Standards Codex. (2011) Korea Food & Drug Administration, Seoul, Korea.
11. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. (2010) Marine Environment Standards Codex.
12. Cho, H. S., J. H. Choi, H. B. Ko, J. S. Seo, and J. C. Ahn (2011) Evaluation of Major Nutrients of Domestic Farmed Eels *Anguilla japonica*. *J. Aquaculture.* 44: 237-242.
13. Lee, K. Y., C. H. Kim, J. S. Kim, H. J. Bae, J. Y. Park, H. R. Park, H. S. Lee, and Y. S. Song (1999) Analyses of Major Nutritional Components of Wild and Cultured Eel. Abstract No P2-09 presented at 46th Annual Meeting of the Institute of the korean society of food science and nutrition. Korea.
14. Kim, H. Y., C. C. Park, H. B. Lee, B. J. Ahn, J. W. Hur, S. O. Lee, and D. J. Cho (1995) Studies on the tastes compounds of wild and cultured fishes (II). *The report of National Institute of Health* 32: 647-666.
15. Kim, H. Y., J. W. Shin, G. C. Sim, H. O. Park, H. S. Kim, S. M. Kim, J. S. Kim, and Y. M. Jang (2000) Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and snake head. *Korean J. Food Technol.* 32: 1058-1067.
16. Hirano, T., H. Nakamura, and M. Suyama (1980) Quality of wild and cultured ayu-II seasonal variation of proximate composition. *Bull. Japan Soc. Fish.* 46: 75-78.
17. Hong, S. P., S. Y. Kim, D. Y. Jeong, P. H. Jeong, and D. H. Shin (2005) Mineral contents and fatty acid composition in bone and flesh of cultured eel. *J. Fd. Hyg. Safety.* 20: 98-102.
18. Edisbury, J. R., J. A. Lovern, and R. A. Morton (1937) Distribution of vitamin A in the tissues of the eels *Anguilla vulgaris* and A. *aucklandi. Rich. Biochem. J.* 31: 416-423.
19. Jeon, M. J., K. M. Han, J. H. Yoo, K. A. Lee, and S. C. Bai (2003) Nutritional propertities of body composition based on captured location and size in wild eels, *Anguilla japonica*. *J. Aquacult.* 16: 273-278.
20. KORDI. (2005) Sudies on Inventories and a Sustainable Use of Tidal Flats in Korea, p. 25-81. MOMAF, Seoul, Korea.