

산 및 열처리에 따른 오징어의 이화학적 특성변화

이혜영 · 김성호 · 김덕진[†]

대구대학교 식품공학과

Changes in Physicochemical Characteristics of Squid upon Acid and Heat Treatment

Hye-Young Lee, Seong-Ho Kim, and Duk Jin Kim[†]

Dept. of Food Science and Technology, Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Korea

Abstract

In order to acquire basic data on the development of squid processing food, we investigated changes in the composition of boiled squid upon heat treatment (100°C), acid treatment (acetic acid, 0~5%), and pre-boiling (55°C, 80°C). The proximate composition of squid was 73~78% moisture and 19~24% crude protein, treatment with acid solution had a significant effect on the proximate composition of boiled squid ($p<0.05$). The major free sugars were ribose and glucose in all treatment samples. The 55°C pre-boiled sample had lower levels of glucose than the other samples. The total free sugar content of the non-peeled sample was the highest, followed by the 80°C pre-boiled sample, whereas the sugar content in the 55°C pre-boiled sample was very low. With regards to amino acid content, proline was the highest in all samples, followed by taurine and histidine. Treatment with acid solution had a significant effect on the total free amino content of boiled squid ($p<0.05$). The total free amino acid content of the 55°C pre-boiled sample was the highest, followed by the 80°C pre-boiled sample and non-peeled sample. Inosine and related compounds were not detected in any of the samples, and the adenosine triphosphate (ATP) content was low. The hypoxanthine contents of the 55°C and 80°C pre-boiled samples were the highest, the adenosine monophosphate (AMP) and inosine monophosphate (IMP) contents were similar, and the IMP content of the non-peeled sample was higher than those of the peeled samples. The palmitic acid content was very high and constituted 40% of total saturated fatty acids. eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) contents were also high and constituted 60% of total unsaturated fatty acids. Of these, DHA content was the highest, followed by palmitic acid and EPA, which accounted for about 85% of total fatty acids. No difference in fatty acid content was observed between acid treatment and pre-boiling. The mineral P content was the highest on average in all boiled squid samples, followed by K, Na, Mg, and Ca contents. In addition, the pre-boiling temperature and acid solution concentration had significant effects on the mineral content. Further, heavy metal, Cd, Pb, and As contents were detected only at trace amounts, and their levels were lower than standard and permissible amounts for food.

Key words: squid, acid treatment, heat treatment, preboiling, physicochemical characteristics

서 론

오징어는 우리나라 전 해역뿐만 아니라 일본 연안 해역을 포함하는 북서태평양의 전 연안 해역에 분포하고 전 세계적으로 약 450여종이 알려져 있으며, 다른 동물과 달리 머리에 10개의 다리가 붙어있는 형태의 두족류(頭足類) 십완목(十腕目)에 속하고 성숙회유와 산란회유를 하는 연체동물이다(1). 오징어 내에는 단백질, 칼슘, 타우린, 핵산과 셀렌 등의 성분이 풍부하며 이 중 함황 아미노산의 일종인 taurine은 일반 어류보다 2~3배, 육류보다 25~66배 더 많이 함유되어 있다(2). 이 taurine은 체내 콜레스테롤 대사, 면역증강작용, 항부정맥작용, 해독작용 등의 기능을 하는 것으로 알려져

있다(3-5). 오징어 내장부에는 일반 어류에 비해 다량의 지질과 비타민 B군, 무기질이, 간에는 ω -3계 지방산 eicosapentaenoic acid(EPA, 20:5), docosahexaenoic acid(DHA, 22:6) 등의 고도불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)을 다량 함유하고 있어 뇌혈관질환, 심장질환, 고혈압과 같은 성인병 예방과 뇌기능 증진 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(6-9).

우리나라의 오징어 소비 형태는 생오징어가 가장 많이 판매되고 건조 또는 반건조 오징어, 조미오징어 및 오징어 젓갈 순이며 이 외에 다른 가공식품의 조미소재로서 소비되고 있다(10). 국내 오징어 가공식품에 관한 연구로는 오징어를 이용한 조미 건조포의 개발(11), 감마선 조사가 조미오징어

[†]Corresponding author. E-mail: djkim@daegu.ac.kr
Phone: 82-53-850-6534, Fax: 82-53-850-6539

의 저장 중 품질특성에 미치는 영향(12), 냉풍건조공정을 이용한 마른오징어의 품질특성(10), 물엿 첨가에 의한 저염 오징어 젓갈의 유통기간 연장에 관한 연구(13) 등 가공 및 저장 관련한 다양한 연구결과가 발표되어 있다. 그러나 오징어 가공식품 제조를 위하여 산업현장에서 원료오징어의 전 처리공정으로 표피제거를 위하여 자숙처리가 행해지고 있으나 표피의 완전제거를 위한 자숙처리 조건의 변화와 자숙조건에 따른 화학적 성분변화에 관한 연구는 부족하다.

따라서 본 연구에서는 오징어 가공처리 과정 중 자숙 시 표피제거를 위한 전 처리공정으로 산 용액을 자숙온도별로 처리를 하였을 때 오징어의 화학적 성분변화에 미치는 영향을 조사하여 가공공정에 필요한 기본 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 오징어(*Todarodes pacificus*)는 2009년 10월에 동해안에서 어획되어 내장 제거 후 빙장한 상태로 운반된 오징어를 구입하여 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 비닐로 포장 후 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 지퍼백에 넣어 -65°C deep freezer(MDF-U3086S, Sanyo Electric Co. Ltd., Osaka, Japan)에서 동결보관하며 실험에 사용하였다.

오징어 자숙 예비가열 산 용액의 조제

오징어 자숙 예비가열에 사용한 산 용액은 식용 acetic acid를 0%, 0.5%, 2.5%, 5%로 농도별로 제조하여 사용하였다.

오징어의 자숙과 탈피

오징어 자숙의 조건은 Fig. 1과 같이 처리하였다. 즉, 냉동보관 중인 오징어를 4°C에서 12시간 동안 해동 후 중량을 측정하여 오징어 중량의 5배의 농도별 산 용액을 가해 각각 55°C 및 80°C의 온도별 항온수조(BW-20G, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 10분간 중탕처리로 예비가열 하였고 외피는 각 조건별로 균질기(HG-15D, Daihan Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)의 칼날이 없는 교반봉으로 2,500 rpm의 회전을 주어 오징어의 표면에 물리적인 힘을 가하여 제거하였다. 그 후 오징어를 흐르는 물(13°C)로 1분 동안 세척 및 냉각시켰고, 100°C의 끓는 물로 3분간 본가열한 뒤 다시 흐르는 물로 1분 동안 냉각 처리한 오징어를 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(14)에 준하여 수분함량은 상압 가열 건조법, 조단백은 자동질소분해증류장치(PN-1430, J.P. Selecta S.A., Barcelona, Spain), 조지방은 soxhlet 추출법, 그리고 조회분은 직접 회화법으로 분석하였고 모든 실험은 3회 반복 측정하였다.

유리당 분석

오징어의 유리당 분석은 Kim과 Kim(15)의 방법을 참고

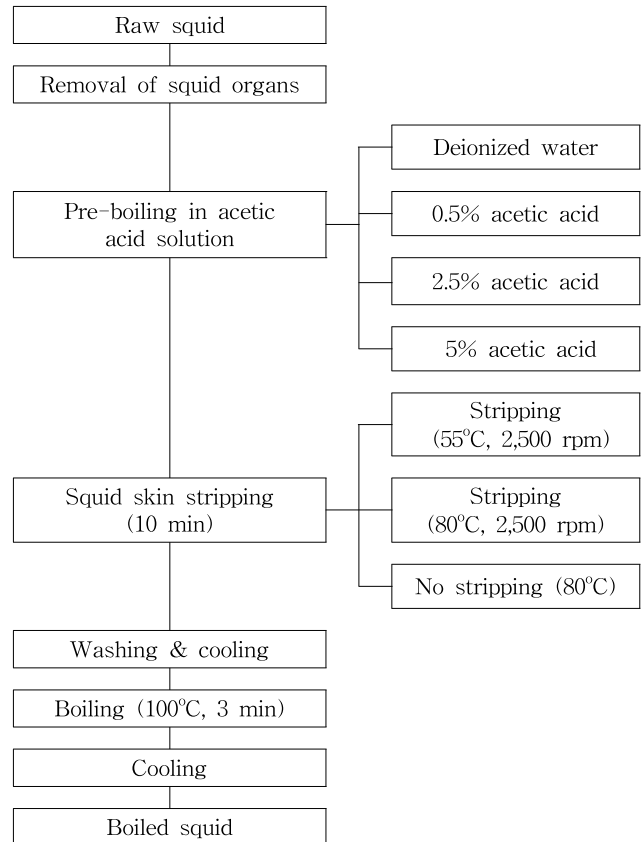


Fig. 1. Flow diagram for the preparation of boiled squid.

하여 분석용 시료를 준비하였다. 즉, 각 조건의 오징어 시료 약 6 g을 75% 에탄올 100 mL를 가하여 균질화한 후 4°C에서 24시간 동안 유리당을 추출하였다. 이 추출액을 8,300×g에서 원심분리한 뒤 상등액을 여과하고, 40°C에서 감압 농축하여 3차 증류수 10 mL를 가해 용해시켰다. 그 후 0.2 μm membrane filter(Advantec MFS, Inc., Dublin, CA, USA)로 여과하여 HPLC(P680, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)로 분석하였다. 이때 HPLC 분석조건은 Prevail™ Carbohydrate ES 5 μm(250×4.6 mm, Alltech, Deerfield, IL, USA) 칼럼, 주입량 20 μL, 이동상 75% acetonitrile 및 유속 1.0 mL/min으로 RI 검출기(RI-101, Shodex, Kawasaki, Japan)를 사용하였다.

유리아미노산 분석

유리아미노산 분석을 위한 시료용액은 자숙 오징어 약 6 g을 취해 75% 에탄올 100 mL를 가하여 균질화한 후 4°C에서 24시간 동안 냉장보관하며 추출하였고 이 추출액을 8,300×g로 원심분리한 뒤 상등액을 여과 후 40°C에서 감압 농축하였다. 농축시킨 시료에 0.2 N lithium citrate buffer(pH 2.2) 10 mL를 가하여 용해시킨 뒤 0.2 μm membrane filter로 여과하여 amino acid analyzer(L-8800, Hitachi, Ltd., Tokyo, Japan)로 분석하였다. 이때 분석조건으로 검출기는 photometer(visible mode) channel 1: 570 nm, channel 2: 440 nm였고 칼럼은 PE cation exchange resin column(4.6×60

mm), column 온도 30~70°C, 시료 주입량 10 µL, 이동상으로 pump I 이 lithium citrate buffer, pump II 는 ninhydrin reagents를 사용하였고 유속은 pump I 이 0.35 mL/min, pump II 는 0.3 mL/min이었다.

핵산관련물질의 분석

핵산물질의 분석은 Lee 등(16)과 Zaidy 등(17)의 방법을 참고하여 분석용 시료용액을 준비하였다. 즉, 자숙 오징어 약 5 g을 취해 0°C의 1.2 M cold perchloric acid 25 mL를 가한 후 균질기 11,000 rpm에서 1분 동안 균질화한 뒤 0°C에서 7,350×g로 원심분리 하여 상등액을 여과하였다. 이 상등액을 1 M KOH로 중화(pH 6.5±0.3)시켜 4°C cold chamber (DR-601, Daeryun Sci. Co., Seoul, Korea)에서 30분간 안정화시킨 뒤 침전된 potassium perchlorate를 여과시키고 최종 시료용액이 50 mL가 되도록 3차 증류수로 희석하였다. 준비된 시료용액을 0.2 µm membrane filter로 여과하여 HPLC (Ultimate 3000, Dionex, Idstein, Germany)로 분석하였다. 이때 HPLC 분석조건으로 Pinnacle® II C₁₈ 칼럼(5 µm, 250×4.6 mm, Restek Co., Bellefonte, PA USA), 검출기는 UV detector(252 nm)이었고, 시료 주입량은 20 µL, 이동상은 0.04 M KH₂PO₄:0.06 M K₂HPO₄(1:1)로 유속 1.5 mL/min이었다.

지방산 분석

오징어의 지방산은 Morrison과 Smith(18)의 방법과 AOAC (14)의 지방산 분석 방법에 준하여 분석하였다. 즉, 자숙 오징어 약 10 g에 chloroform과 methanol 혼합 유기용매(2:1) 50 mL를 가하여 균질기로 2,500 rpm에서 3분간 균질화하고 여과지(No. 02, Whatman, Maidstone, England)로 여과하여 지질을 추출하는 과정을 3회 반복하였다. 추출된 여액을 분액여두에 넣고 0.5% KCl 30 mL를 가해 12시간 동안 상온에서 정치시킨 후 유기용매인 하층을 수집하고 이를 무수 Na₂SO₄를 이용해 용액 내의 수분을 흡착 여과, 제거한 뒤 45°C로 감압 농축하여 순수한 지질을 얻었다. 이때 얻어진 순수 지질 약 23 mg을 cap tube에 취해 내부표준용액 1 mL를 가한 뒤 0.5 N methanol-NaOH 1.5 mL를 가해 뚜껑을 덮은 뒤 혼합하고 100°C에서 5분간 가열한 후, 30°C로 냉각하였다. 냉각된 시료에 14% BF₃-methanol 2 mL를 가해 뚜껑을 덮은 뒤 혼합하고 100°C에서 30분간 가열한 후, 30°C로 냉각하여 2 mL의 isooctane을 가해 뚜껑을 덮고 30초간 진탕한 뒤 포화 NaCl 용액을 5 mL 가하여 1분간 혼합 후 30분간 정치시켰다. 수층과 분리된 isooctane층을 취하여 무수 Na₂SO₄를 가해 탈수시키고 여과한 뒤 질소가스를 충전시켜 측정 전까지 밀봉하여 보관하면서 GC(Model Clarus 500, PerkinElmer, Shelton, CT, USA)로 분석하였다. 이때 GC의 분석조건으로 칼럼은 Capillary GC column SP 2560™(100×0.25 mm, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)으로 oven 온도 200°C, 주입기 온도 220°C, 검출기 온도 250°C, 운반

가스는 N₂, gas 유속은 2.0 mL/min으로 FID검출기를 사용하였다.

무기질 및 중금속 분석

무기질 분석은 AOAC(14)의 건식분해법에 따라 자숙 오징어를 약 5 g씩 채취 후 건조한 뒤 550°C에서 회화시켰다. 회화 후 회화 잔류물을 증류수 1 mL와 염산을 3 mL 가해 증발 건조시킨 후 0.5 N 질산을 가해 가온하여 용해시킨 뒤 이를 여과하여 0.5 N 질산으로 총 시료 양을 25 mL로 맞추어 시험용액으로 하고 ICP-OES(Optima 7300DV., PerkinElmer)를 사용하여 분석하였다. 이때 ICP-OES조건은 Ar gas를 사용하여, RF power 1,300 W, nebulizer gas 유속 0.8 L/min, coolant gas 유속 15 L/min, axially gas 유속 0.2 L/min, sample uptake 유속 1.5 mL/min으로 실행하였고, 무기질과 중금속의 표준액은 Cd, Pb, As, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Na, Ca (CertiPUR®, Merck Co., Darmstadt, Germany)과 P(Cica-reagent standard solution, Kanto Chemical Co., Tokyo, Japan)을 사용하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하여 결과를 평균과 표준편차로 나타내었고 SAS v 9.2(SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA)로서 Duncan's multiple range test를 이용하여 평균값에 대한 유의성을 검증(최소 유의차이 p<0.05)하였다.

결과 및 고찰

일반성분

실험에 사용된 생오징어 및 각 조건에서 자숙된 오징어 시료의 일반성분의 함량은 Table 1과 같다. 원료 생오징어의 일반성분은 수분이 78.61%로 대부분을 차지하고 조단백, 조지방, 조회분 함량이 각각 19.20%, 0.74%, 1.45%였다. 표피 제거 생오징어의 일반성분도 비슷한 함량을 보였으며, Kim과 Kim(15), Park 등(19), Oh와 Cho(20), Cho 등(21)의 생오징어 일반성분 측정결과와 유사한 경향을 보였고, 약간의 차이는 어획 장소 및 시기 또는 개체간의 차이에 의한 것으로 생각되어진다. 각 조건에서 예비가열시의 산 무처리 시료의 수분함량이 대체로 낮았고 온도간의 산 농도에 따라서 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 예비가열 55°C와 80°C 처리 후 껍질 제거 군은 산 농도가 높을수록 증가하였으나(p<0.05), 80°C 처리 후 표피 비제거 군은 산 농도간의 차이가 거의 없었다(p>0.05). 예비가열 온도간의 차이보다 산농도간의 유의적인 차이가 나타났다. 조단백 함량은 상대적으로 산의 농도가 높을수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며(p<0.05), 예비가열 80°C 처리 후 표피 비제거 군은 산 농도간의 유의적인 차이가 없었고(p>0.05), 다른 처리군은 수분함량과 마찬가지로 산 농도에 따라 유의적인 차이를 보였으나 처리온도간의 유의적인 차이는 크지 않은 것으로 나타

Table 1. Proximate composition of boiled squids at different condition

Samples ¹⁾	Acetic acid conc. (%)	Proximate composition (%)			
		Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
S55	Raw	78.61±0.31 ^{2)a3)}	19.20±0.27 ^g	0.74±0.01 ^h	1.45±0.02 ^a
	0	73.83±0.08 ^f	24.29±0.08 ^a	0.71±0.00 ⁱ	1.17±0.00 ^g
	0.5	75.29±0.13 ^{cd}	22.54±0.07 ^d	0.88±0.01 ^g	1.29±0.01 ^{bc}
	2.5	77.02±0.29 ^b	20.78±0.04 ^f	0.97±0.01 ^e	1.23±0.01 ^{ef}
	5	77.03±0.21 ^b	20.94±0.07 ^f	0.71±0.01 ⁱ	1.32±0.01 ^b
S80	0	74.14±0.14 ^{cf}	23.61±0.13 ^b	1.03±0.01 ^d	1.22±0.01 ^f
	0.5	75.80±0.04 ^c	22.00±0.08 ^e	0.90±0.00 ^g	1.30±0.00 ^{bc}
	2.5	74.64±0.43 ^{de}	23.12±0.10 ^c	1.05±0.02 ^d	1.19±0.02 ^g
	5	76.56±0.12 ^b	20.85±0.12 ^f	1.30±0.00 ^a	1.29±0.00 ^{bc}
NS80	0	73.60±0.17 ^f	24.15±0.16 ^a	0.94±0.01 ^f	1.31±0.01 ^b
	0.5	75.21±0.10 ^{cd}	22.39±0.05 ^d	1.13±0.01 ^c	1.27±0.00 ^{cd}
	2.5	74.73±1.07 ^{de}	22.91±0.56 ^c	1.11±0.05 ^c	1.25±0.05 ^{def}
	5	75.22±0.28 ^{cd}	22.33±0.20 ^{de}	1.19±0.01 ^b	1.26±0.01 ^{de}

¹⁾S55: Skin stripping after pre-boiling at 55°C, S80: Skin stripping after pre-boiling at 80°C, NS80: No skin stripping after pre-boiling at 80°C.

²⁾All values are the mean±SD (n=3).

³⁾Means with different letters in the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

났다. 조지방 및 조회분 역시 산 농도에 따른 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). Kim과 Kim(15)은 오징어는 건조 시 수분함량이 감소되면서 상대적으로 조단백, 조지방 및 조회분 함량이 증가한다고 하였다. 이와 달리 자숙 오징어는 자숙 후에도 70% 이상의 수분을 함유하고 있었다. 또한 표피를 제거하지 않은 시료는 산 농도에 따른 일반성분의 함량에 큰 차이를 보이지 않았으며, 수분, 조단백, 조지방 및 조회분 함량도 표피 제거 시료와 큰 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서 모든 자숙 오징어군은 생오징어에 비해 수분함량이 약 4~5% 감소되었으나 상대적으로 조단백질과 조지방의 함량은 약간 증가하는 경향을 보였으며, 이는 Cho 등(21)의 연구와 유사한 결과를 보였다.

유리당 함량

예비가열 조건에 따른 자숙오징어의 유리당 함량의 변화

는 Table 2에 나타내었다. 생 오징어의 유리당은 ribose가 52.88 mg%, fructose는 31.91 mg%로 나타났고 rhamnose와 glucose는 검출되지 않았다. 예비가열 55°C에서 산 용액의 처리농도에 따른 유리당 조성으로 rhamnose가 검출되지 않았고 유리당 중 ribose 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 특히 ribose는 산 0.5% 처리시료에서 88.70 mg%로 함량이 가장 높았고 산 5% 처리시료가 22.17 mg%로 가장 낮았다(p<0.05). 산 무처리 시료는 fructose 함량이 ribose 다음으로 높았고 glucose 함량이 가장 적었으나 산용액 처리 모든 시료는 glucose 함량이 fructose보다 높았고(p<0.05) 산 0.5%와 2.5% 시료는 fructose가 검출되지 않았다. 예비가열 80°C에서 산 용액의 농도에 따른 유리당 조성으로 모든 시료에서 fructose가 검출되지 않았다. 산 무처리 시료는 rhamnose 함량이 107.40 mg%로 가장 높았고 ribose, glucose 순이었으나

Table 2. Free sugar contents in the boiled squids at different condition

Samples ¹⁾	Acetic acid conc. (%)	Free sugars (mg%)				Total
		Rhamnose	Ribose	Fructose	Glucose	
S55	Raw	ND ²⁾	52.88±3.23 ^{3)f4)}	31.91±1.89 ^a	ND	84.80±7.23 ^f
	0	ND	34.11±1.05 ^b	7.11±0.33 ^b	4.55±0.42 ^{hi}	45.77±3.01 ^g
	0.5	ND	88.70±4.32 ^d	ND	1.98±0.23 ^{hi}	90.69±1.77 ^f
	2.5	ND	44.69±2.33 ^g	ND	7.61±0.18 ^h	52.29±3.56 ^g
	5	ND	22.17±1.23 ⁱ	5.78±0.21 ^c	18.52±0.68 ^g	46.48±1.35 ^g
S80	0	107.40±7.55 ^b	60.01±2.22 ^{ef}	ND	33.34±1.32 ^f	200.75±5.65 ^c
	0.5	ND	17.12±0.23 ⁱ	ND	157.33±7.69 ^a	174.45±8.98 ^{de}
	2.5	ND	99.40±3.68 ^c	ND	86.26±5.32 ^c	185.65±8.55 ^d
	5	44.99±3.56 ^d	65.79±2.56 ^e	ND	57.26±6.57 ^d	168.04±9.01 ^e
NS80	0	117.17±8.75 ^a	160.75±9.23 ^a	ND	42.70±3.25 ^e	320.62±9.12 ^a
	0.5	ND	58.28±4.65 ^f	ND	104.13±6.89 ^b	162.42±8.66 ^c
	2.5	69.83±3.23 ^c	105.20±5.88 ^c	ND	40.02±2.33 ^{ef}	215.06±6.76 ^b
	5	42.85±1.76 ^d	114.57±5.31 ^b	ND	24.26±3.23 ^g	181.68±8.25 ^d

¹⁾Samples: Refer to Table 1. ²⁾ND: Not detected. ³⁾All values are the mean±SD (n=3).

⁴⁾Means with different letters in the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

산 0.5% 시료는 glucose가 157.33 mg%로 시료 중 가장 높은 수치를 보였고 ribose가 17.12 mg%로 가장 낮게 나타났다. 산 2.5% 시료는 ribose 함량이 가장 높았고 산 0.5%와 2.5% 시료는 rhamnose가 검출되지 않았다. 5% 시료는 ribose 함량이 가장 높았고 rhamnose 함량이 가장 낮았다. 표피제거군의 총 유리당 함량에서 산 농도간의 차이보다 예비가열 온도간의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

예비가열 80°C 처리 후 표피 비제거 모든 시료는 fructose가 검출되지 않아 80°C에서 표피를 제거한 시료와 동일한 결과를 보였다. 예비가열 80°C 처리 후 표피 비제거 시료는 rhamnose가 검출되어 표피조직에 rhamnose 함량이 높은 것으로 추측된다. 산처리군 대부분 ribose 함량이 높은 것으로 나타났고 rhamnose, glucose 순이었다. 표피 비제거군은 산농도간의 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$).

모든 시료에서 자숙 오징어의 유리당은 ribose와 glucose는 가열 조건에 상관없이 모두 검출되었으며 함량이 높은 것으로 나타나, Jone과 Burt(22)의 연구에서 어패류의 주요 유리당은 ribose와 glucose라는 결과와 유사하였다. 또한 총 유리당 함량은 80°C에서 예비가열 한 시료와 표피를 제거하지 않은 시료가 55°C에서 예비가열 한 시료보다 높은 함량을 보였는데 이는 고온에서 유리당으로 분해가 촉진되어 총 유리당 함량이 증가된 것으로 생각된다.

유리아미노산 함량

유리아미노산은 오징어의 맛에 큰 영향을 미치는 중요한 품질의 지표인 단백질 분해산물이다. 생오징어의 유리아미노산 함량은 proline이 711.81 mg%로 가장 많은 양이 함유되어 있었고 taurine, arginine 및 alanine의 순이었다(Table 3). 55°C 예비가열 시 산 용액의 농도에 따른 유리아미노산 조성으로 모든 시료가 proline 함량이 가장 높은 것으로 나타났고 taurine, histidine 순이었으며 이 외에 glycine, alanine, cysteine 및 leucine도 다량 함유되어 있었다. Proline은 오징어의 담백한 단맛에 영향을 미치고 alanine과 glycine은 오징어의 식미에 밀접한 관련이 있다(19,20). 산 용액의 농도 5%로 처리하였을 때 총 유리아미노산 함량이 가장 높은 경향을 보였다($p < 0.05$). 80°C 예비가열 시 산 용액의 농도에 따른 유리아미노산 조성으로 0%와 0.5% 시료는 proline 함량이 가장 높고 taurine, histidine 순으로 나타났으나 2.5% 시료는 proline, taurine, arginine, histidine 순이었고 5% 시료는 proline, taurine, arginine, alanine, histidine 순이었다. 총 유리아미노산 함량은 0%와 5% 시료가 각각 609.98 mg%, 607.52 mg%로 높게 나타났고 0.5% 시료가 520.04 mg%로 가장 낮았다($p < 0.05$). 예비가열 후 표피제거군은 산 농도와 예비가열 온도에 따른 부분적으로 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$).

표피존제 시 산 용액의 농도에 따른 유리아미노산 조성으로 산 2.5% 시료는 proline, taurine, arginine 순으로 함량이 높았으나 다른 산농도 시료는 모두 proline, taurine, histi-

dine 순으로 함량이 높게 나타났다. 총 유리아미노산 함량은 표피 제거 시료와 달리 0.5% 시료가 높았고 5% 시료가 가장 낮았다($p < 0.05$). 자숙오징어의 총 유리아미노산의 함량은 55°C 예비가열 시료가 가장 높았고 80°C 예비가열 표피존제 시료가 가장 낮은 것으로 나타났다.

자숙 시 생오징어에 비해 총 유리아미노산 함량이 크게 감소하여 오징어 자숙 시 총 유리아미노산 함량이 감소한다는 Cho 등(21)의 결과와 일치하였고 Hong 등(10)의 건오징어에서도 동일한 결과를 보였다. 특히 유리아미노산 중 alanine과 arginine이 크게 감소되어 자숙 오징어는 생오징어와 달리 proline, taurine 및 histidine이 주요 유리아미노산으로 나타났다. 이러한 유리아미노산의 감소는 자숙 중 유리아미노산이 자숙 용액으로 이행되기 때문이라고 한다(21).

모든 시료에 다량 함유되어 있는 taurine은 교감신경 작용을 억제하여 혈압강하, 뇌졸중 예방 등에 효과적이며 부정맥이나 심부전증의 예방에도 효과가 있다(23). 일반적으로 taurine은 열에 매우 약하여 열처리 시 파괴된다고 보고되어 있으나(24) 본 연구에서는 자숙 후에도 다량 함유되어 있어 위의 열에 약하다는 보고와 차이가 있었으며 이는 Cho 등(21)의 결과와도 일치하였다. 감칠맛 성분인 aspartic acid는 모든 시료가 총 유리아미노산 함량의 1% 이하로 함량이 매우 낮아 Park 등(19)의 건조 오징어 유리아미노산 함량과 유사한 경향을 보였다. 이 외에 glycine과 함황 아미노산인 cysteine 그리고 필수아미노산인 threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine 등의 아미노산도 검출되었으며 자숙 오징어의 유리아미노산 조성은 Hong 등(10), Park 등(19), Chiou 등(25)의 결과와 유사한 경향을 보였다.

핵산관련물질의 함량

생오징어의 핵산관련물질의 함량은 hypoxanthine이 7.167 mg%로 가장 높았고 IMP, ADP, AMP의 순이었으며 ATP 함량이 0.056 mg%로 가장 낮았고(Table 4), 산 용액에서 예비가열 후에도 inosine은 검출되지 않았고(no data) ATP는 핵산관련물질 중 가장 낮은 함량을 보였다. ATP는 어획 직후 대부분이 분해되어 소실된다고 알려져 있다(26). 55°C 예비가열 시료의 핵산관련물질의 함량으로 hypoxanthine이 가장 높았고 AMP와 IMP 함량의 순으로 높은 것으로 나타났다. 산 용액 0.5%와 2.5% 처리 시료는 AMP보다 IMP 함량이 높은 반면 0%와 5% 시료는 IMP보다 AMP 함량이 더욱 높게 나타났다. 80°C 예비가열 시료 모두 hypoxanthine 함량이 가장 높았고 ATP 함량이 가장 낮았다. 산 0% 시료는 IMP보다 AMP 함량이 높은 것으로 나타났으나 다른 시료는 모두 IMP 함량이 더욱 높았다. AMP 함량은 산 용액 5% 시료가 1.645 mg%로 산 용액 처리 시료 중 가장 낮은 수치를 보였고 다른 산 농도의 시료간의 함량은 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 또한 검출된 모든 핵산관련물질은 예비가열 온도간의 유의적인 차이도 나타나지 않은 것으로 나타

Table 3. Free amino acid content of boiled squid at different condition

Samples ¹⁾	S55					S80					NS80			
	Raw	0	0.5	2.5	5	0	0.5	2.5	5	0	0.5	2.5	5	
Free amino acid (mg%)	Acetic acid concentration (%)													
Phosphoserine	0.91± 0.02 ²⁾³⁾	7.48± 0.23 ^b	6.27± 0.32 ^c	6.40± 0.14 ^c	5.98± 0.12 ^d	2.83± 0.05 ⁱ	5.21± 0.10 ^f	4.42± 0.08 ^g	4.30± 0.01 ^g	5.60± 0.06 ^c	7.89± 0.04 ^a	5.77± 0.05 ^{de}	4.03± 0.01 ^h	
Taurine	178.91± 1.23 ^a	122.47± 2.13 ^d	99.22± 1.14 ^f	136.32± 1.34 ^b	135.55± 2.21 ^d	105.90± 3.25 ^e	105.40± 1.11 ^e	129.56± 5.23 ^c	105.55± 2.35 ^e	73.55± 2.22 ^g	98.13± 3.14 ^f	103.73± 1.89 ^e	74.08± 2.23 ^g	
Aspartic acid	1.62± 0.05 ^f	1.65± 0.03 ^f	1.65± 0.02 ^f	2.48± 0.02 ^c	3.10± 0.03 ^a	2.46± 0.10 ^c	2.19± 0.05 ^d	2.04± 0.08 ^e	2.02± 0.06 ^e	1.99± 0.05 ^e	3.15± 0.09 ^a	2.75± 0.08 ^b	1.96± 0.01 ^e	
Threonine	14.07± 0.96 ^a	8.24± 0.51 ^e	11.11± 0.56 ^b	9.75± 1.23 ^c	9.59± 1.11 ^{cd}	8.54± 0.11 ^e	6.26± 0.16 ^f	8.47± 0.35 ^c	8.66± 0.26 ^{de}	5.01± 0.12 ^g	6.42± 0.09 ^f	7.83± 0.21 ^e	5.91± 0.16 ^{fg}	
Serine	15.82± 0.65 ^a	5.93± 1.11 ^{de}	5.73± 1.21 ^{def}	7.83± 0.98 ^{bc}	8.79± 0.58 ^b	5.57± 0.62 ^{ef}	4.63± 0.35 ^f	6.76± 0.55 ^{cd}	6.77± 0.08 ^{cd}	3.30± 0.08 ^g	4.70± 0.01 ^f	6.43± 0.11 ^{de}	4.64± 0.05 ^f	
Glutamic acid	30.22± 1.02	ND ⁴⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Glycine	46.64± 1.54 ^a	18.08± 1.02 ^d	11.38± 0.65 ^{gh}	17.19± 0.96 ^{de}	20.84± 1.12 ^c	13.57± 0.62 ^f	15.41± 0.37 ^e	17.95± 0.52 ^d	16.96± 0.65 ^{de}	12.38± 1.23 ^{fg}	24.04± 1.56 ^b	16.04± 1.09 ^c	10.25± 0.98 ^h	
Alanine	85.08± 1.23 ^a	23.16± 0.89 ^{efg}	30.00± 2.13 ^e	43.73± 3.21 ^c	38.31± 1.13 ^d	23.36± 0.86 ^g	24.31± 0.64 ^{fg}	27.90± 0.56 ^{ef}	50.20± 1.26 ^b	17.01± 0.65 ^h	24.14± 1.18 ^{fg}	26.91± 1.35 ^{efg}	26.69± 1.25 ^{efg}	
Valine	11.35± 0.02 ^a	5.31± 0.06 ^g	8.84± 0.08 ^d	10.95± 0.06 ^b	9.31± 0.12 ^c	6.21± 0.09 ^e	4.31± 0.05 ⁱ	6.14± 0.11 ^e	8.89± 0.15 ^d	3.19± 0.08 ^j	5.22± 0.05 ^g	5.65± 0.08 ^f	4.94± 0.02 ^h	
Cystein	68.95± 1.23 ^a	21.13± 1.17 ^c	47.01± 1.11 ^b	22.94± 1.56 ^{de}	18.62± 0.89 ^f	31.08± 1.16 ^c	16.36± 0.32 ^g	21.94± 0.56 ^e	29.40± 1.10 ^e	21.24± 2.01 ^c	24.47± 1.86 ^d	16.37± 1.24 ^g	24.88± 1.61 ^d	
Methionine	13.12± 0.42 ^b	9.23± 0.69 ^d	15.25± 0.23 ^a	12.91± 1.11 ^b	16.07± 0.56 ^a	8.59± 0.56 ^d	9.55± 0.11 ^d	8.95± 0.88 ^d	9.15± 0.71 ^d	6.50± 0.06 ^e	8.81± 1.07 ^d	10.81± 0.06 ^c	6.20± 0.08 ^e	
Isoleucine	9.44± 0.32 ^a	5.88± 0.89 ^{cd}	5.95± 0.13 ^{cd}	7.52± 0.52 ^b	6.61± 0.28 ^c	6.25± 0.15 ^{cd}	5.02± 0.05 ^{ef}	6.12± 0.56 ^{cd}	5.42± 0.57 ^{de}	3.34± 0.06 ^g	5.01± 0.03 ^{ef}	6.20± 1.01 ^{cd}	4.27± 0.08 ^f	
Leucine	18.13± 0.24 ^a	12.48± 1.25 ^{def}	12.82± 1.13 ^{cde}	16.97± 1.52 ^a	15.07± 1.65 ^b	14.01± 0.09 ^{bcd}	11.07± 0.06 ^{fg}	13.66± 0.14 ^{bcd}	12.98± 0.21 ^{cd}	7.60± 0.03 ^h	11.21± 1.15 ^{efg}	14.45± 1.24 ^{bc}	9.97± 0.05 ^g	
Tyrosine	7.05± 0.12 ^a	4.75± 0.19 ^{de}	4.11± 0.05 ^f	5.87± 0.42 ^{bc}	6.08± 0.31 ^b	4.33± 0.25 ^{ef}	4.04± 0.05 ^f	4.88± 0.15 ^{de}	4.84± 0.20 ^{de}	2.62± 0.20 ^g	3.89± 0.05 ^f	5.39± 1.05 ^{cd}	3.71± 0.02 ^f	
Phenylalanine	3.26± 0.04 ⁱ	5.80± 0.05 ^d	4.67± 0.11 ^g	7.63± 0.08 ^b	8.04± 0.13 ^a	5.46± 0.04 ^e	5.05± 0.01 ^f	5.90± 0.01 ^d	5.37± 0.06 ^e	3.19± 0.02 ⁱ	4.65± 0.03 ^g	7.45± 0.04 ^c	4.53± 0.03 ^h	
β-Alanine	1.06± 0.02 ^b	0.99± 0.05 ^c	0.84± 0.01 ^d	0.87± 0.02 ^d	1.28± 0.03 ^a	0.57± 0.01 ^f	0.60± 0.05 ^f	0.73± 0.06 ^c	0.57± 0.02 ^f	0.31± 0.01 ^g	0.56± 0.02 ^f	0.59± 0.06 ^f	0.54± 0.08 ^f	
Lysine	12.41± 0.95 ^a	2.65± 0.85 ^{ef}	3.36± 0.61 ^e	5.26± 0.73 ^{cd}	5.99± 0.27 ^c	2.65± 0.11 ^{ef}	2.46± 0.08 ^{ef}	4.44± 0.05 ^d	8.78± 1.26 ^b	1.62± 0.06 ^f	2.74± 0.03 ^e	4.56± 0.04 ^d	2.93± 0.03 ^e	
Histidine	78.69± 1.45 ^{ab}	63.32± 2.56 ^{bcd}	63.06± 1.74 ^{bcd}	54.43± 2.56 ^{cdef}	95.16± 3.82 ^a	67.42± 1.56 ^{bc}	36.88± 2.52 ^{figh}	44.41± 1.84 ^{defg}	36.44± 1.52 ^{cde}	40.99± 2.56 ^{cefigh}	52.56± 4.01 ^{cdef}	23.41± 1.27 ^h	32.53± 2.09 ^{gh}	
Arginine	110.82± 2.23 ^a	28.30± 1.11 ^f	20.74± 1.85 ^h	54.97± 0.98 ^c	57.43± 2.11 ^c	25.81± 1.16 ^{fg}	24.43± 1.32 ^g	48.81± 1.44 ^d	77.83± 1.68 ^b	16.33± 2.22 ⁱ	32.39± 1.67 ^e	28.25± 1.56 ^f	24.22± 1.33 ^g	
Proline	711.81± 6.25 ^a	255.30± 3.45 ^b	222.51± 8.53 ^{de}	165.06± 2.35 ^h	159.58± 6.42 ^{hi}	262.16± 4.38 ^b	224.21± 5.77 ^d	212.99± 7.15 ^{ef}	198.13± 8.42 ^g	203.59± 8.65 ^{fg}	236.63± 5.35 ^c	149.77± 4.32 ⁱ	163.29± 2.56 ^h	
Total	1419.33± 5.51 ^a	605.75± 5.73 ^c	574.52± 6.03 ^e	588.43± 5.15 ^d	621.14± 8.49 ^b	596.77± 7.86 ^{cd}	507.39± 8.82 ^g	576.07± 3.95 ^e	592.26± 9.41 ^d	429.36± 5.08 ⁱ	556.61± 5.77 ^f	442.36± 7.06 ⁿ	409.57± 3.99 ^f	

¹⁾Samples: Refer to Table 1. ²⁾All values are the mean±SD (n=3).

³⁾Means with different letters in the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ND: Not detected.

예비가열과 산 농도에 의한 핵산관련물질의 함량의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(p>0.05).

표피를 제거하지 않은 시료의 IMP 함량은 전반적으로 표피제거 시료보다 높게 나타나 표피제거 하지 않은 시료가 오징어의 맛은 더욱 우수할 것으로 생각된다. 이 중 0%와 0.5% 시료의 IMP 함량은 각각 4.951 mg%, 4.963 mg%로 hypoxanthine보다 함량이 높았다. 2.5%와 5% 시료는 hypoxanthine 함량이 가장 높았고 IMP, AMP, ADP, ATP 순이었다. 또한 표피제거 시료와 마찬가지로 온도와 산 농도간

의 유의적인 차이는 거의 없는 것으로 나타났다(p>0.05).

Terasaki 등(27)의 연구에서 동물의 사후 근육 내 ATP 분해경로는 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine(HxR), hypoxanthine(Hx) 순으로 분해가 일어난다고 하였다. 패류 및 연체동물의 ATP 분해경로는 일반어류와 달리 AMP deaminase가 없거나 활성이 약한 대신 adenosine monophosphatase 활성이 높기 때문에 ATP가 감소함에 따라 ADP와 AMP의 축적은 일어나지만 IMP는 거의 축적되지 않는다고 한다(16). 그러나 본 실험에서는 이와 달리 IMP 함량이 높게

Table 4. Nucleic acid related compounds content of boiled squids at different condition

Samples ¹⁾	Acetic acid conc. (%)	Nucleoside (mg%)				
		ATP	ADP	AMP	IMP	Hypoxanthine
S55	Raw	0.056±0.13 ^{2)a3)}	1.656±0.44 ^a	1.126±0.30 ^b	4.578±0.01 ^{ab}	7.167±0.02 ^a
	0	0.129±0.02 ^a	0.526±0.00 ^b	3.779±0.19 ^a	2.823±0.06 ^d	4.770±0.14 ^b
	0.5	0.154±0.02 ^a	1.198±0.20 ^{ab}	3.008±0.24 ^{ab}	3.902±1.19 ^{bc}	4.777±0.37 ^b
	2.5	0.118±0.07 ^a	1.296±0.11 ^{ab}	2.940±0.06 ^{ab}	4.436±0.14 ^{ab}	4.794±0.51 ^b
	5	0.136±0.07 ^a	0.629±0.67 ^b	3.713±2.40 ^a	3.099±1.26 ^{cd}	5.187±0.03 ^b
S80	0	0.123±0.02 ^a	0.590±0.02 ^b	2.583±0.59 ^{ab}	2.327±0.01 ^d	4.448±0.03 ^b
	0.5	0.141±0.01 ^a	0.498±0.04 ^b	2.820±1.53 ^{ab}	3.990±0.00 ^{bc}	4.863±0.03 ^b
	2.5	0.129±0.09 ^a	0.524±0.05 ^b	2.745±1.85 ^{ab}	2.840±0.15 ^d	5.106±0.21 ^b
	5	0.218±0.08 ^a	0.554±1.20 ^b	1.645±0.09 ^{ab}	3.975±0.18 ^{bc}	4.726±0.17 ^b
NS80	0	0.073±0.02 ^a	0.485±0.12 ^b	2.486±0.41 ^{ab}	4.951±0.09 ^a	4.360±0.21 ^b
	0.5	0.128±0.41 ^a	0.626±0.43 ^b	2.951±1.75 ^a	4.963±0.38 ^a	4.638±2.10 ^b
	2.5	0.101±0.08 ^a	0.716±0.01 ^b	2.315±1.72 ^{ab}	4.990±0.22 ^a	5.051±1.03 ^b
	5	0.089±1.15 ^a	0.642±0.11 ^b	2.375±0.05 ^{ab}	5.102±0.47 ^a	5.311±1.44 ^b

¹⁾Samples: Refer to Table 1. ²⁾All values are the mean±SD (n=3).

³⁾Means with different letters in the column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

나타났는데 이 결과는 IMP가 열에 상당히 안정적인 성질을 가지고 있다는 보고(28)에서처럼 자숙 시 분해량이 적어 축적되어 있는 것으로 보인다. AMP와 IMP는 맛에 영향을 미치는 물질로 AMP의 정미 발현력은 IMP의 약 1/5~1/30 정도밖에 되지 않는 수준이지만(29) 각 가열 조건에 따른 자숙 오징어 모두 AMP와 IMP의 함량이 높게 나타나 본 조건의 오징어는 풍미가 우수할 것으로 예상된다.

어류는 inosine 축적형과 hypoxanthine 축적형 및 그 중간형으로 나눌 수 있다(30). 본 결과에서 생오징어의 핵산관련 물질 조성은 inosine이 검출되지 않았고 hypoxanthine이 약 7.0 mg% 이상으로 나타나 오징어는 hypoxanthine 축적형을 알 수 있었으며 이 결과는 Lee 등(16)의 오징어 핵산관련 물질 측정 결과 및 Park과 Lee(26)의 왜문어의 핵산관련 물질 측정결과와 일치하였다. 본 연구에서 자숙 오징어의 핵산관련물질은 ADP가 낮고 AMP가 높아지는 것으로 보아 ADP의 분해가 일어난 것으로 추측되며 hypoxanthine은 생오징어보다 낮은 것으로 나타났으나 이는 자숙 용액으로 유실이 있었을 것으로 보인다.

지방산 조성

예비가열 조건에 따른 자숙 오징어의 지방산 조성을 측정 한 결과(Table 5) 자숙 오징어는 전반적으로 palmitic acid (C16:0) 약 30%, EPA(C20:5, n3) 약 15%, DHA(C22:6, n3) 약 40% 내외로 이 3가지 지방산이 전체의 약 85% 내외를 차지하는 주요 지방산이었으며 오징어는 계절에 따라 그 조성비가 현저하게 차이 나지만 palmitic acid, EPA 및 DHA가 지방산 조성의 대부분을 차지한다는 Kim 등(31)의 보고와 일치하였고 오징어의 근육부위 지방산을 측정 한 Kim 등(32)과 왜문어의 지방산을 측정 한 Miliou 등(33)의 결과와 유사한 경향을 보였다. 지방산 조성은 55°C 예비가열 시 DHA 함량이 가장 높았고 palmitic acid, EPA 순이었으며 다른 지방산은 모두 6% 이하로 함량이 낮았다. 80°C 예비가

열 시료와 표피존재 시료도 대부분 이와 유사한 경향을 보였으며 주요 지방산 함량은 처리온도와 산 용액의 농도에 따른 유의적인 차이가 크지 않았다. 모든 처리군에서 linolenic acid (C18:3, n3)는 검출되지 않아 Kim 등(32)의 오징어의 근육에는 linolenic acid가 없다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 자숙 오징어의 지방산은 불포화지방산이 약 60%를 차지해 포화지방산보다 함량이 높았고 불포화지방산은 대부분 다가불포화지방산이었다. 수산물의 지질은 불포화지방산의 함량이 높아 영양적으로 우수하지만 불포화지방산은 산화가 잘되는 단점이 있어 수산물의 품질에 큰 영향을 미친다(34).

무기질 함량

가열 조건에 따른 자숙 오징어의 무기질 조성은 Table 6에 나타내었다. 생오징어의 무기질 함량은 칼륨(K)이 1,039.00 mg%로 가장 많았고 나트륨(Na), 인(P), 마그네슘(Mg) 및 칼슘(Ca) 순이었으며 그 함량은 각각 682.43 mg%, 540.93 mg%, 215.33 mg%, 21.26 mg%였다. 55°C 예비가열 산 무처리 시료의 무기질 함량은 인의 함량이 가장 높았고 칼륨, 나트륨, 마그네슘, 칼슘 순이었다. 산 2.5% 처리 시료가 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 인, 아연 및 구리의 함량이 다른 시료보다 유의적으로 높게 나타났(p<0.05). 이에 반해 칼슘은 산 무처리 시료가 가장 많이 함유되어 있었고 철은 0.5% 시료가 1.953 mg%로 유의적으로 가장 높게 함유되어 있었다(p<0.05). 80°C 예비가열 시 자숙 오징어의 무기질 함량으로 55°C 예비가열 시료와 마찬가지로 인, 칼륨, 나트륨, 마그네슘 및 칼슘 순으로 많이 함유되어 있었다. 표피존재 시료의 무기질 함량으로 표피 제거 시료와 마찬가지로 인의 함량이 가장 높았으며 칼륨, 나트륨, 마그네슘, 칼슘 순이었다. 모든 자숙 오징어는 생오징어보다 칼슘, 마그네슘, 칼륨, 나트륨 및 인의 함량이 크게 감소되는 경향을 보였으며 산 용액의 농도, 예비가열 온도 및 표피제거 여부에 따른 모든 조건에서 유의적인 차이의 경향을 보였다(p<0.05). 그리고 산 무처리 자숙

Table 5. Fatty acid compositions of boiled squids at different condition

Fatty acids (%)	S55				S80					NS80			
	Acetic acid concentration (%)												
	Raw	0	0.5	2.5	5	0	0.5	2.5	5	0	0.5	2.5	5
C14:0	1.81± 0.15 ^{2)d3)}	1.61± 0.11 ^e	2.11± 0.08 ^c	2.05± 0.07 ^c	1.83± 0.05 ^d	1.78± 0.03 ^d	4.30± 0.10 ^a	2.08± 0.13 ^c	1.86± 0.07 ^d	2.48± 0.17 ^b	2.37± 0.08 ^b	2.50± 0.03 ^b	1.56± 0.09 ^e
C14:1	0.72± 0.03 ^{ef}	0.88± 0.05 ^{bc}	0.84± 0.02 ^c	0.66± 0.03 ^{ef}	0.83± 0.11 ^c	0.52± 0.01 ^g	0.82± 0.02 ^{cd}	0.72± 0.11 ^e	0.73± 0.09 ^{de}	1.11± 0.01 ^a	1.21± 0.06 ^a	0.96± 0.01 ^b	0.60± 0.04 ^{fg}
C16:0	28.70± 2.56 ^{bc}	28.31± 3.18 ^{bc}	28.07± 2.07 ^{bc}	29.25± 0.81 ^{bc}	31.65± 1.72 ^b	26.95± 0.32 ^c	26.08± 3.56 ^c	29.95± 2.22 ^{bc}	28.19± 1.51 ^{bc}	30.92± 3.05 ^{bc}	32.29± 2.18 ^b	30.48± 1.87 ^{bc}	26.97± 1.51 ^c
C16:1	1.54± 0.15 ^{cd}	1.21± 0.05 ^{efg}	1.51± 0.06 ^{cd}	1.96± 0.12 ^b	1.33± 0.08 ^{defg}	1.08± 0.30 ^g	2.41± 0.08 ^a	1.17± 0.05 ^{fg}	1.15± 0.14 ^g	1.36± 0.09 ^{cde}	1.68± 0.17 ^c	1.45± 0.11 ^{cdef}	1.25± 0.12 ^{defg}
C17:0	0.18± 0.05 ^e	0.22± 0.03 ^{de}	0.29± 0.02 ^c	0.40± 0.03 ^b	0.29 ±0.07 ^c	0.65± 0.03 ^a	ND ⁴⁾	ND	0.21± 0.02 ^e	ND	0.28± 0.03 ^{cd}	ND	0.22± 0.07 ^{de}
C18:0	4.42± 0.14 ^e	5.84± 0.09 ^a	5.62± 0.16 ^{ab}	4.94± 0.21 ^{cd}	ND	6.00± 0.52 ^a	5.65± 0.38 ^{ab}	4.72± 0.26 ^{de}	4.84± 0.17 ^{de}	4.48± 0.21 ^c	5.31± 0.25 ^{bc}	5.82± 0.17 ^a	5.68± 0.26 ^{ab}
C18:1	1.97± 0.09 ^a	1.20± 0.11 ^{ef}	ND	1.10± 0.01 ^f	1.95± 0.08 ^a	1.39± 0.12 ^{de}	1.25± 0.03 ^{de}	1.43± 0.07 ^{bc}	1.38± 0.02 ^{cd}	1.39± 0.01 ^c	1.54± 0.13 ^b	1.26± 0.06 ^{de}	1.66± 0.12 ^{bc}
C18:2	0.18± 0.03 ^d	ND	ND	ND	ND	1.01± 0.04 ^a	ND	ND	ND	ND	0.24± 0.01 ^c	ND	0.44± 0.03 ^b
C18:3 (n6)	3.79± 0.18 ^{de}	4.23± 0.31 ^c	4.03± 0.18 ^{cd}	4.08± 0.25 ^{cd}	4.59± 0.09 ^{ab}	4.22± 0.20 ^c	4.86± 0.15 ^a	3.87± 0.08 ^d	4.13± 0.25 ^{cd}	3.99± 0.07 ^e	3.32± 0.08 ^e	4.32± 0.01 ^{bc}	4.02± 0.11 ^{cd}
C20:4	2.11± 0.05 ^{bcd}	2.26± 0.08 ^{bc}	ND	ND	2.70± 0.10 ^a	2.33± 0.03 ^b	2.23± 0.07 ^{bcd}	2.06± 0.32 ^{cd}	1.84± 0.17 ^e	2.26± 0.17 ^{bc}	2.75± 0.05 ^a	2.10± 0.09 ^{cd}	3.30± 0.05 ^{de}
C20:5 (n3)	13.62± 2.02 ^a	15.13± 1.14 ^a	14.68± 3.51 ^a	13.76± 2.75 ^a	14.74± 0.98 ^a	14.58± 3.01 ^a	14.19± 2.01 ^a	15.37± 2.78 ^a	15.31± 3.95 ^a	15.30± 3.11 ^a	13.08± 2.18 ^a	15.59± 1.95 ^a	15.18± 1.84 ^a
C22:6 (n3)	40.96± 3.02 ^{ab}	39.11± 2.56 ^{ab}	42.85± 1.32 ^a	41.80± 1.89 ^{ab}	40.09± 5.01 ^{ab}	39.49± 5.08 ^{ab}	38.21± 3.18 ^{ab}	38.65± 4.75 ^{ab}	40.36± 3.95 ^{ab}	36.71± 3.85 ^{ab}	35.93± 3.73 ^b	35.52± 4.11 ^b	39.12± 1.06 ^{ab}
SFA	35.11± 3.52 ^{bc}	35.98± 3.48 ^{bc}	36.09± 1.01 ^{bc}	36.64± 4.05 ^{bg}	33.77± 3.08 ^c	35.38± 1.21 ^{bc}	36.03± 2.08 ^c	36.73± 3.15 ^{bc}	35.10± 2.89 ^{bc}	37.88± 2.06 ^{bc}	40.25± 3.04 ^b	38.80± 1.18 ^{bc}	34.43± 2.76 ^c
UFA	64.89± 2.89 ^a	64.02± 2.81 ^a	63.91± 5.18 ^a	63.36± 2.72 ^a	66.23± 5.38 ^a	64.62± 5.05 ^a	63.97± 3.23 ^a	63.27± 3.05 ^a	64.90± 4.28 ^a	62.12± 3.76 ^a	59.75± 4.59 ^{ab}	61.20± 3.61 ^a	65.57± 3.55 ^a
MUFA	4.23± 0.09 ^c	3.29± 0.10 ^f	2.35± 0.09 ^b	3.72± 0.05 ^{de}	4.11± 0.03 ^c	2.99± 0.01 ^g	4.48± 0.26 ^b	3.32± 0.03 ^f	3.26± 0.11 ^f	3.86± 0.14 ^d	4.43± 0.03 ^b	3.67± 0.06 ^c	4.79± 0.07 ^a
PUFA	60.66± 3.32 ^{ab}	60.73± 4.11 ^{ab}	61.56± 4.05 ^a	59.64± 3.22 ^{ab}	62.12± 1.89 ^a	61.63± 1.18 ^a	59.49± 3.82 ^{ab}	59.95± 3.55 ^{ab}	61.64± 3.05 ^a	58.26± 0.76 ^{ab}	55.32± 3.92 ^b	57.53± 1.98 ^{ab}	60.78± 2.68 ^{ab}
UFA/SFA	1.85± 0.08 ^{abc}	1.78± 0.03 ^{bc}	1.77± 0.11 ^{bc}	1.73± 0.14 ^{bc}	1.96± 0.07 ^{ab}	1.83± 0.08 ^{abc}	1.78± 0.03 ^{bc}	1.72± 0.17 ^{bc}	1.85± 0.13 ^a	1.64± 0.05 ^{bc}	1.48± 0.01 ^{cd}	1.58± 0.03 ^{bc}	1.90± 0.02 ^{ab}
MUFA/SFA	0.12± 0.01 ^{ab}	0.09± 0.01 ^{bcd}	0.07± 0.02 ^d	0.10± 0.02 ^{bcd}	0.12± 0.01 ^{ab}	0.08± 0.03 ^{cd}	0.12± 0.02 ^{ab}	0.09± 0.01 ^{bcd}	0.09± 0.02 ^{bcd}	0.10± 0.01 ^{bcd}	0.11± 0.03 ^{abc}	0.09± 0.02 ^{bcd}	0.14± 0.02 ^a
PUFA/SFA	1.73± 0.02 ^{ab}	1.69± 0.06 ^{abc}	1.71± 0.15 ^{abc}	1.63± 0.08 ^{bcd}	1.84± 0.06 ^a	1.74± 0.12 ^{ab}	1.65± 0.02 ^{bcd}	1.63± 0.05 ^{bcd}	1.76± 0.04 ^{ab}	1.54± 0.02 ^{cd}	1.37± 0.09 ^e	1.48± 0.16 ^{de}	1.77± 0.14 ^{ab}
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

¹⁾Samples: Refer to Table 1. ²⁾All values are the mean±SD (n=3).

³⁾Means with different letters in the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ND: Not detected.

SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid, MUFA: monounsaturated fatty acid, PUFA: polyunsaturated fatty acid.

오징어의 무기질 조성은 인, 칼륨, 나트륨, 마그네슘 및 칼슘 순으로 함유되어 있는 것은 Kang 등(11)의 조미 오징어포의 무기질 함량과 유사한 경향을 보였다.

중금속 함량

가열 조건에 따른 오징어의 중금속 함량은 Table 7에 나타내었다. 중금속류인 카드뮴(Cd)과 납(Pb)은 생체 축적성이 강하며 만성중독을 일으키기 쉽고 비소(As)는 발암성 원소로 알려져 있다(34). 카드뮴은 생오징어와 자숙 오징어 모두 미량으로 검출되었으며 우리나라의 연체류에 대한 카드

뮴 기준치(35)인 0.2 mg%보다 훨씬 낮은 수치였다. 일반 환경 중의 카드뮴 농도는 상당히 낮지만 수산물인 패류, 해조류 등에 높은 것으로 알려져 있으며 특히 패류에 상대적으로 많은 양이 함유되어 있다(36). 본 시험의 모든 시료 오징어의 납 함량은 0.005 mg%~0.023 mg%로 Lee 등(37)이 발표한 우리나라 어패류의 평균 납 함량인 0.005 mg%보다 다소 높은 수치를 나타냈으나 기준치인 0.2 mg%에 미치지 못하는 수준이었다. 비소는 3가지 중금속 중 가장 미량이었으며 대부분 유의적인 차이가 없거나 수치의 차이가 크지 않은 것으로 나타나 Sung과 Lee(38)의 비소 함량은 어종별로 그리고

Table 6. Mineral contents of boiled squids at different condition

Samples ¹⁾	Acetic acid conc. (%)	Minerals (mg%)			
		Ca	Mg	K	Na
S55	Raw	21.26±0.06 ^{2a3)}	215.33±2.49 ^a	1039.00±12.17 ^a	682.43±7.26 ^a
	0	12.02±0.09 ^c	43.83±0.09 ^d	126.83±2.37 ^g	85.47±2.16 ^{ef}
	0.5	11.75±0.08 ^d	40.82±0.54 ^{efg}	120.83±1.79 ^g	78.65±0.89 ^g
	2.5	9.76±0.01 ^{gh}	49.93±0.55 ^b	205.03±3.12 ^b	110.13±2.40 ^c
	5	8.94±0.11 ⁱ	39.28±0.73 ^{gh}	135.03±2.00 ^f	95.26±2.22 ^d
S80	0	12.94±0.02 ^b	47.43±0.53 ^c	111.73±1.88 ^h	105.20±3.20 ^c
	0.5	9.91±0.01 ^f	41.95±0.45 ^e	123.60±1.51 ^g	80.95±2.53 ^{fg}
	2.5	8.86±0.08 ⁱ	43.68±0.55 ^d	165.33±2.35 ^d	107.50±2.10 ^c
	5	11.51±0.05 ^e	40.89±0.49 ^{ef}	91.92±1.64 ⁱ	84.09±2.39 ^{ef}
NS80	0	9.65±0.07 ^h	39.75±0.16 ^{fg}	155.10±1.91 ^e	89.86±2.36 ^e
	0.5	8.45±0.03 ^k	39.51±0.23 ^{gh}	152.77±1.47 ^e	87.59±1.55 ^c
	2.5	8.66±0.11 ^j	38.83±0.63 ^h	162.07±2.22 ^d	81.23±2.89 ^{fg}
	5	9.85±0.04 ^{fg}	46.86±0.92 ^c	178.97±1.36 ^c	123.80±1.75 ^b

Samples ¹⁾	Acetic acid conc. (%)	Minerals (mg%)			
		P	Fe	Zn	Cu
S55	Raw	540.93±1.46 ^a	0.693±0.009 ^h	2.962±0.037 ^a	0.358±0.005 ^c
	0	212.83±0.29 ^j	0.830±0.006 ^g	1.439±0.012 ^g	0.138±0.001 ^k
	0.5	209.87±1.70 ^k	1.953±0.018 ^a	1.603±0.025 ^d	0.186±0.001 ⁱ
	2.5	289.33±1.21 ^b	1.514±0.010 ^d	1.829±0.009 ^b	0.231±0.002 ^g
	5	221.70±0.44 ⁱ	1.604±0.017 ^c	1.356±0.009 ^b	0.185±0.002 ⁱ
S80	0	247.03±3.16 ^f	0.873±0.009 ^f	1.586±0.015 ^d	0.557±0.007 ^a
	0.5	228.00±2.10 ^h	0.352±0.003 ^j	1.525±0.015 ^e	0.323±0.005 ^c
	2.5	251.67±1.33 ^e	0.695±0.001 ^h	1.444±0.007 ^g	0.344±0.003 ^d
	5	228.20±1.55 ^h	0.963±0.006 ^e	1.789±0.006 ^c	0.380±0.002 ^b
NS80	0	232.60±1.10 ^g	1.623±0.012 ^b	1.343±0.005 ^h	0.194±0.003 ^h
	0.5	228.50±0.52 ^h	0.456±0.006 ^j	1.498±0.002 ^f	0.238±0.002 ^f
	2.5	257.73±1.93 ^d	0.420±0.005 ^k	1.418±0.010 ^g	0.172±0.003 ^j
	5	266.20±0.79 ^c	0.546±0.013 ⁱ	1.812±0.005 ^{bc}	0.226±0.003 ^g

¹⁾Samples: Refer to Table 1. ²⁾All values are the mean±SD (n=3).

³⁾Means with different letters in the column significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 7. Heavy metal contents of boiled squids by pre-boiling condition

Samples ¹⁾	Acetic acid conc. (%)	Heavy metal (mg%)		
		Cd	Pb	As
S55	Raw	0.019±0.000 ^{2a3)}	0.019±0.002 ^b	0.008±0.002 ^a
	0	0.011±0.000 ^d	0.009±0.003 ^{cde}	0.007±0.001 ^a
	0.5	0.010±0.000 ^e	0.011±0.002 ^c	0.003±0.000 ^{bc}
	2.5	0.009±0.000 ^f	0.011±0.004 ^c	0.007±0.001 ^a
	5	0.009±0.000 ^f	0.008±0.003 ^{cde}	0.004±0.000 ^b
S80	0	0.010±0.000 ^e	0.021±0.000 ^{ab}	0.001±0.000 ^d
	0.5	0.012±0.000 ^c	0.010±0.000 ^{cd}	0.003±0.000 ^{bc}
	2.5	0.012±0.000 ^c	0.012±0.004 ^c	0.001±0.000 ^d
	5	0.010±0.000 ^e	0.023±0.001 ^a	0.004±0.000 ^b
NS80	0	0.006±0.000 ^h	0.006±0.000 ^{de}	0.004±0.000 ^b
	0.5	0.008±0.000 ^g	0.005±0.000 ^e	0.002±0.000 ^{cd}
	2.5	0.009±0.000 ^f	0.008±0.001 ^{cde}	0.003±0.000 ^{bc}
	5	0.013±0.000 ^b	0.006±0.001 ^{de}	0.007±0.001 ^a

¹⁾Samples: Refer to Table 1. ²⁾All values are the mean±SD (n=3).

³⁾Means with different letters in the column significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

어종 내에서도 개체별로 분석 함량의 차이가 심하다는 보고와는 다른 결과를 보였다. 수산물에 함유된 비소는 대부분 유기형으로 생물 내 섭취되어 95% 이상이 그 생물에 필요한 무독한 화합물 형태로 변화하기 때문에 인체에 큰 해가 없는 것으로 알려져 있다(39).

요 약

본 연구는 오징어 가공식품개발의 기초자료확보를 위하여 산(acetic acid, 0~5%) 처리와 예비가열(55°C, 80°C) 후 열처리(100°C)에 따른 오징어의 이화학적 성분 변화를 조사

하였다. 일반성분 함량은 수분이 약 73~78%, 조단백이 약 19~24%였으며 자숙 오징어의 일반성분 함량은 산 농도에 따라서 유의적인 차이가 있었다. 자숙 오징어의 모든 시료에서 주요 유리당은 ribose와 glucose이었으며, 55°C 예비가열 시료는 다른 시료보다 glucose 함량이 낮은 것으로 나타났다. 총 유리당 함량은 표피 무제거 시료와 80°C 예비가열 시료 순으로 높았고 55°C 예비가열 시료가 상대적으로 매우 낮았다. 모든 시료들의 유리아미노산 함량은 proline 함량이 가장 높았고 taurine, histidine 순으로 많이 함유되어 있었으며, 모든 자숙 오징어군에서 산 용액 처리농도에 따른 유의적인 영향을 보였다($p < 0.05$). 총 유리아미노산 함량은 55°C 예비가열 시료가 가장 높았고 80°C 예비가열, 표피 무제거 시료 순으로 나타났다. 핵산관련물질은 모든 시료에서 inosine이 검출되지 않았고 ATP 함량이 가장 낮았다. 55°C와 80°C 예비가열 시료는 hypoxanthine 함량이 가장 높고 AMP와 IMP 함량이 비슷한 수치를 보였으나 표피 무제거 시료는 IMP 함량이 표피제거 시료보다 높았다. 지방산은 포화지방산이 약 40%로 palmitic acid 함량이 매우 높았고 불포화지방산은 약 60%로 EPA와 DHA 함량이 높았다. 지방산중 DHA 함량이 가장 높고 palmitic acid, EPA 순으로 나타났으며 이 세 가지가 총 지방산의 약 85%를 차지하고 있었다. 지방산은 산 처리와 가열 방법에 따른 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 무기질의 함량은 인의 함량이 가장 높았고 칼륨, 나트륨, 마그네슘, 칼슘 순이었으며 예비가열 온도 또는 산 용액 농도에 따른 유의적인 영향을 받았다. 그리고 중금속류인 카드뮴, 납, 비소는 미량으로 나타나 식품 기준치보다 낮은 수준이었다.

감사의 글

이 논문은 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문으로서 지원에 감사드립니다.

문헌

- Je JK, Yoo JM. 1990. Preliminary study on the cephalopod molluscs of the Korean waters. Report of Korea Ocean Research Development Institute. Korea Ocean Research & Development Institute, Ansan, Korea. p 103-106.
- Mochizuki H, Oda H, Yokogoshi H. 1998. Increasing effect of dietary taurine on the serum HDL-cholesterol concentration in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 62: 578-579.
- Sugiyama K, Kanamori H, Takeuchi H. 1992. Effect of cholesterol-loading on plasma and tissue levels in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 56: 676-677.
- Sugiyama K, Ohishi A, Ohnuma Y, Muramatsu K. 1989. Comparison between the plasma cholesterol-lowering effects of glycine and taurine in rats fed on high cholesterol diets. *Agric Biol Chem* 53: 1647-1652.
- Sakaguchi T. 1989. The metabolism, biological function and nutritional availability of taurine. *Health Digest* 4: 1-9.
- Jo JH. 1995. Studies on the utilization of squid by product. Report of Korea Food Research Institute, Sungnam, Korea. p 1-104.
- Breslow JL. 2006. n-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 83: 1477S-1482S.
- Connor W, Neuringer E, Reischick S. 1992. Essential fatty acids: the importance of n-3 fatty acids in the retina and brain. *Nutr Rev* 50: 21-29.
- Johnson EJ, Schaefer EJ. 2006. Potential role of dietary n-3 fatty acids in the prevention of dementia and macular degeneration. *Am J Clin Nutr* 83: 1494S-1498S.
- Hong JH, Bae DH, Lee WY. 2006. Quality characteristics of dried squid (*Todarodes pacificus*) by cold air drying process. *Korean J Food Sci Technol* 38: 635-641.
- Kang KT, Heu MS, Kim JS. 2007. Development of seasoned and dried squid slice. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 116-120.
- Noh JE, Kim BK, Kim HK, Kwon JH. 2004. Effects of γ -irradiation on the quality of seasoned cuttle during storage. *Korean J Food Culture* 19: 516-523.
- Jang MS, Koh BH, Shin SU. 1999. Studies on shelf-life extension low salted squid-jeotkal using corn syrup. *Bull Yosu Nat'l Univ* 14: 343-349.
- AOAC. 1997. *Official methods of analysis*. 16th ed. The Association of Official Analysis Chemists (No. 934.06), Arlington, VA, USA.
- Kim DS, Kim YM. 1989. Studies on the free sugars composition of squid extracts by extract condition. *J Korean Soc Food Nutr* 18: 199-204.
- Lee EH, Koo JG, Ahn CB, Cha YJ, Oh KS. 1984. A rapid method for determination of ATP and its related compounds in dried fish and shellfish products using HPLC. *J Bull Korean Fish Soc* 17: 368-372.
- Zaidy G, Juan C, Ramon PA, Maria E, Gisela CR, Guillermina GS. 2010. Partial characterization of an effluent produced by cooking of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle. *Bioresour Technol* 101: 600-605.
- Morrison WR, Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride methanol. *J Lipid Res* 5: 600-608.
- Park JH, Hong JH, Lee WY. 2005. Quality characteristics of dried squid (*Todarodes pacificus*) by warm air drying. *Korean J Food Preserv* 12: 417-423.
- Oh SC, Cho JS. 2002. The changes of non-volatile organic acids in low salt fermented squid affected by adding to squid ink. *J Korean Oil Chemists' Soc* 20: 64-71.
- Cho SY, Joo DS, Park SH, Kang HJ, Jeon JK. 2000. Change of taurine content in squid meat during squid processing and taurine content in the squid processing waste water. *J Korean Fish Soc* 33: 51-54.
- Jone NR, Burt JR. 1960. The separation and determination of sugar phosphates with particular reference to extract of fish tissue. *Analyst (London)* 85: 810-814.
- Woo KJ, Endo K. 1996. The effects of salt and temperature on changes of adenosine triphosphate related compounds and free amino acids in mackerel muscle during storage. *J East Asian Diet Life* 6: 93-103.
- Yamaguchi K. 1985. Bioactivity of sulfur containing amino acids. *Food Chem* 7: 56-63.
- Chiou TK, Chang HK, Lo L, Lan HL, Shiau CY. 2000. Changes in chemical constituents and physical indices during processing of dried seasoned squid. *Fish Sci* 66: 708-715.
- Park YH, Lee EH. 1972. Degradation of acid soluble nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. *Korean J Food Sci Technol* 4: 317-321.

27. Terasaki M, Kajikawa M, Fujita E, Ishii K. 1965. Studies on the flavor of meats: formation and degradation of inosinic acids in meats. *Agric Biol Chem* 29: 208-214.
28. Choi SD, Cho YU, Joo OS. 1994. The change of compositions with thermal treatment condition in the fish. *J Industrial Technology Res Inst Chinju Nat Univ* 1: 97-103.
29. Oh KS, Heu MS, Park HY. 1998. Taste compounds and re-appearance of functional flavoring substances from low-utilized shellfishes. *J Korean Fish Soc* 31: 799-805.
30. Ehira S, Uchiyama H, Uda F, Matsumiya H. 1970. A rapid method for determination of the acid-soluble nucleotides in fish muscle by concave gradient elution. *Bull Japan Soc Fish* 36: 491-496.
31. Kim SM, Cho YJ, Lee KT. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) *sikhæ* in Kang-Nung district: 2. The effects of fermentation temperatures and periods on chemical and microbial changes, and the partial purification of protease. *Bull Korean Fish Soc* 27: 223-231.
32. Kim KD, Kang JY, Jeong JB, Moon SK, Jeong BY. 2006. Lipid class and fatty acid composition of muscle of common squid *Todarodes pacificus*. *J Korean Fish Soc* 39: 367-375.
33. Miliou H, Fintikaki M, Kountouris T, Tzitzinakis M, Verriopoulos G. 2007. Nucleic acids and fatty acids of the common octopus, *Octopus vulgaris*, in relation to the growth rate. *Aquacult Res* 38: 1693-1701.
34. You BJ, Lee KH. 1988. Quality evaluation and shelf-life of dried squid. *Bull Korean Fish Soc* 21: 169-176.
35. KFDA. 2010. *Food Codex*. Seoul, Korea. p 2-1-8.
36. Hwang YO, Kim SU, Ryu SH, Ham HJ, Park GY, Park SG. 2009. Contents of mercury, lead, cadmium and arsenic in dried marine products. *Anal Sci Technol* 22: 336-344.
37. Lee JO, Kim MH, Sho YS, Hu SJ, Park SK, Jung SY, Kang CK, Kim EJ, Lee KS. 2003. The monitoring of heavy metals in food: heavy metal contents in fishes. *Annu Rep KFDA* 7: 98-103.
38. Sung DW, Lee YW. 1993. A study on the content of heavy metals of marine fish in Korean coastal water. *Kor J Food Hyg* 8: 231-240.
39. Storelli MM, Marcotrigiano GO. 2000. Organic, inorganic arsenic and lead in fish from the South Adriatic Sea, Italy. *Food Addit Contam* 17: 763-768.

(2012년 1월 10일 접수; 2012년 3월 6일 채택)