

전통 수산발효식품인 식해(食醃)류의 생리적 기능성 효과 비교

차용준* · 조두희 · 서정화 · 조우진 · 정은정
 창원대학교 식품영양학과

Comparison of Biological Activities in *Sikhae*, Traditional Fermented Sea Products

Yong-Jun CHA*, Doo-Hee CHO, Jeong-Hwa SEO, Woo-Jin CHO
 and Jeong-Eun JEONG
 Department of Food and Nutrition, Changwon National University,
 Changwon 641-773, Korea

This study investigated and compared chemical properties and biological activities of four commercial *sikhae* products (three flat-fish, *Pleuronectes herzensteini*, *Sikhae*: product A, B, C; one Alaska pollack, *Theragra chalcogramma*, *Sikhae*: product D) and Alaska pollack *Sikhae* (product E). Total acidity, amino nitrogen, salinity and pH in all products were in ranges of 0.47-1.93 g%, 145.94-204.81 mg%, 3.40-4.00% and 4.38-5.55, respectively. All products showed antimicrobial activities against *Bacillus cereus* subtilis, *B. cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, except for *Salmonella typhimurium*. Particularly the activities were more effective with gram positive bacteria than gram negative bacteria. Antioxidative (EDA₅₀; 14.20 mg/mL) and Fibrinolytic (0.95 plasmin unit/mL) activities of product E were much stronger than commercial *Sikhae* products (EDA₅₀; 18.87-34.60 mg/mL and 0.69-0.85 plasmin unit/mL).

Key words: Alaska pollack *Sikhae*, Flat-fish *Sikhae*, Antimicrobial activity, Antioxidative activity, Fibrinolytic activity

서 론

수산발효식품은 염장에 의해 저장성을 부여하고 자가 분해 효소와 미생물에 의해 발효되는 염해법과 발효과정 중 생성된 유기산에 의해 저장성을 부여하는 식해법으로 구분할 수 있다 (Shu, 1987). 이 중 식해법은 우리나라 동해안 및 남해 동부지역에서 성행한 발효법으로서, 소금 이외에 첨가된 맥아가루나 곡류 등의 유기산 발효에 의해 pH가 낮게 유지됨으로 염해법에 비해 비교적 낮은 식염농도 (10% 이하)에서도 미생물의 생육 억제가 가능하다 (Lee et al., 1986).

한편, 식해와 제조 및 발효원리가 같은 김치는 유산균에 의해 발효가 진행되면서 항균성 물질과 유기산이 생성됨으로써 유해 미생물의 성장과 증식을 저해하며, 항돌연변이 효과와 항암 효과가 인정되고 있다 (Park, 1995; Shin, 1990). 따라서 식해는 김치와 유사한 생리 기능적 특성이 기대될 뿐만 아니라 식해의 주재료인 생선류에는 EPA와 DHA의 함량이 다른 식품에 비해서 높고, 숙성후에는 생선의 뼈가 연화되어 가식할 수 있으므로 미네랄 및 단백질 공급원으로도 우수하리라 생각된다.

최근 서구화된 식문화로 청소년층에서도 성인병 발병이 사회문제가 되고 있는 가운데 전통적 우리 식문화를 계승하고 현대 감각에 맞게끔 발전시켜 나가야 하는 것은 우리의 식품 산업에서도 필연적인 사항이라고 생각된다. 하지만 식해에

관한 연구는 최근 일반적인 이화적 및 미생물학적 성상에 관한 연구가 주류를 이루고 있으며 (Jung et al., 1992; Lee et al., 1983; Souane et al., 1987), 식해류의 생리 기능성에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 상업용 식해류의 생리기능성 효과에 대한 연구 및 검토가 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 문헌고증을 통하여 제조한 후 2단 발효법으로 발효한 명태식해 (Cha and Jeong, 2003; Cha et al., 2003)와 상업용 식해류 4종의 생리기능성 효과를 비교, 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

상업용 식해류 4종 (가자미, *Pleuronectes herzensteini*, 식해 3종 및 명태식해 1종)은 전국 소재 식품회사에서 구입하여 사용하였으며, 대조구로 사용한 명태식해는 동결된 명태 (Alaska pollack, *Theragra chalcogramma*)와 부재료, 즉 무, 쌀, 조, 고춧가루, 엿기름 (자굴산 엿기름, 자굴산식품), 마늘, 생강, 소금 (산내들 천일염) 등을 경남 창원시 소재 대형마트에서 구입하여 Cha et al. (2002)의 방법에 따라 제조하여 2 kg 단위로 유리병에 담아 밀봉하여 2단 발효법 (20°C에서 6일간, 5°C에서 7일간 숙성시킨 다음 -2°C에 17일간 저장) (Cha and Jeong, 2003; Cha et al., 2003)으로 총 30일간 발효 숙성시켰다.

*Corresponding author: yjcha@changwon.ac.kr

식해류의 총산, 아미노질소, 염도 및 pH

균질화된 시료 10 g을 취하여 증류수 50 mL를 넣고 막자사발에서 10분간 균질화한 다음 100 mL로 정용 및 원심분리 (2,000×g)하여 얻어진 상등액을 취하여 총산은 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정한 양을 젓산량 (mg%)으로 환산하였고, 아미노질소 (amino-N)는 Formol법 (KSFSN, 2000)으로, 염도는 염도계 (TM-30D, Takemura Electric Works, Ltd., Japan)로, pH는 pH meter (pH/ion meter DP-880, Dongwoo Medical System, Korea)로 측정하였다.

생리기능성 물질의 추출방법

생리활성 물질의 추출은 저온실 (4°C)에서 균질화된 생시료 100 g에 6배의 methanol (v/w)을 넣고 6시간 동안 교반 추출한 다음 Whatman No. 2 여과지로 여과한 후 회전식 진공증발기 (Eyela, N-INW, Tokyo Rikakikai Co. Ltd., Japan)로 농축시켜 DMSO (Dimethyl sulfoxide, Kanto, Japan)에 녹인 다음 냉동고 (-20°C)에 보관하면서 검색용 시료로 사용하였다. 혈전용해활성 시험은 균질화된 생시료를 제균한 거즈를 사용하여 무균적으로 신속히 착즙한 것을 검색용 시료로 사용하였다.

항균성 측정

항균성 시험에 사용한 균주는 식중독 및 병원성균으로 그람 양성균 4종, *Bacillus subtilis* (KCTC 1021), *Bacillus cereus* (KCTC 1012), *Staphylococcus aureus* (KCTC 1916), *Listeria monocytogenes* (KCTC 3710) 및 그람 음성균 2종, *Vibrio parahaemolyticus* (KCTC 2471), *Salmonella typhimurium* (KCTC 2515)을 선택하여 사용하였다. 미생물 배양에 사용된 배지는 모두 Difco Co. (USA) 제품을 사용하였으며, 항균력 측정용 배지로는 *Vibrio parahaemolyticus*의 경우 Marine agar를, 그 외 나머지 세균의 경우 Mueller-Hinton agar를 사용하였다. 항균력 시험은 전보 (Cha et al., 2002)에서와 같이 paper disk법을 사용하였다.

항산화성 측정

항산화 효과 시험은 식품영양실험핸드북의 방법 (KSFSN, 2000)에 준하여 DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Aldrich Co., USA) 활성을 측정하여 DPPH에 대한 전자공여능 (Electron donating ability, EDA (%))과 free radical inhibition의 50%

억제 농도인 EDA₅₀ (mg/mL)을 구하여 비교하였다.

혈전용해활성 측정

Astrup의 방법 (Astrup and Mullertz, 1952)을 변형하여 67 mM 인산완충용액 (pH 7.4)으로 fibrinogen을 최종농도가 0.5%가 되도록 완전히 용해시킨 용액 5 mL에 동량의 1% agarose 5 mL를 첨가하여 혼합하였다. 혼합한 용액에 thrombin (50 unit/mL) 0.2 mL를 첨가하여 충분히 혼합한 후 즉시 petri dish에 붓고 고화시켜 fibrin plate를 제조하였다.

고화된 fibrin plate에 pasteur pipet으로 지름 5 mm의 구멍을 만들어 착즙한 각 시료 20 µL를 주입하고 37°C에서 13시간 반응시킨 다음, 이때 생성된 투명한 면적을 계산하였으며 대조구로는 정제된 혈전용해효소인 plasmin (1.0 unit/mL)을 사용하여 대조구의 용해면적에 대한 시료의 용해면적의 상대적인 비율로 환산하였다.

결과 및 고찰

총산, 아미노질소, 염도 및 pH 분석

상업용 식해 4종 (가자미식해 3종 및 명태식해 1종)과 실험실에서 2단 발효법으로 제조한 명태식해의 총산, 아미노질소, 염도 및 pH는 Table 1과 같다. 총산, 아미노질소, 염도 및 pH는 각각 0.47-1.93 g%, 145.94-204.81 mg%, 3.40-4.00% 및 4.38- 5.55의 다양한 범위를 나타내었다. 이는 숙성조건과 주재료, 부재료의 종류 및 조성비의 차이에서 기인된 것으로 추정되었다.

2단 발효법으로 숙성시킨 명태식해의 총산이 가장 높았고, pH도 가장 낮아 관능적으로도 신맛과 신냄새가 가장 강하게 나타났으나, 상업용 식해류에 비해 이화학적 성분은 큰 차이를 나타내지는 않았다. 특히 상업용 식해류의 발효기간을 선행연구의 가자미식해 (Lee et al., 1983)와 명태식해 (Shin, 1997; Jeong, 2003)에서의 이화학적 결과와 비교해 본 결과 7일 이내로 추정되었는데 (Fig. 1), 2단 발효법으로 30일간 발효한 명태식해가 이와 유사한 이화학적 특성을 가지므로 보아, 2단 발효법 의한 명태식해는 저장성이 있었다.

항균성

식해류의 methanol 및 수용성 획분을 취하여 항균성을 측정

Table 1. Total acidity, amino-N, salinity and pH in *Sikhae* products

Type	Products ¹	Total acidity ² (g%)	Amino-N ² (mg%)	Salinity (%)	pH	Organoleptic description		
						Taste	Odor	Color
Flat-fish	A	0.77 (0.01)	153.30 (1.64)	3.40	4.82	sour, umami	acidic, green	redness
	B	1.15 (0.03)	145.94 (0.66)	3.60	4.62	fishy, sour	fishy, acidic	yellowness
	C	1.30 (0.06)	167.45 (1.14)	3.80	4.65	sour, umami	acidic, green	redness
Alaska pollack	D	0.47 (<0.01)	204.81 (1.64)	3.99	5.55	umami, metallic	green, acidic	redness
	E	1.93 (<0.01)	190.44 (2.48)	4.00	4.38	sour, umami	acidic	redness

¹Product A, B, C and D were purchased from local market and internet; namely, A (G Food Co., Gangwondo), B (G Food Co., Incheon), C (D Food Co., Gangwondo), D (S Food Co., Gangwondo) and E (This product was directly made in Lab by 2-step fermentation). ²Mean value (S.D.), (n=3).

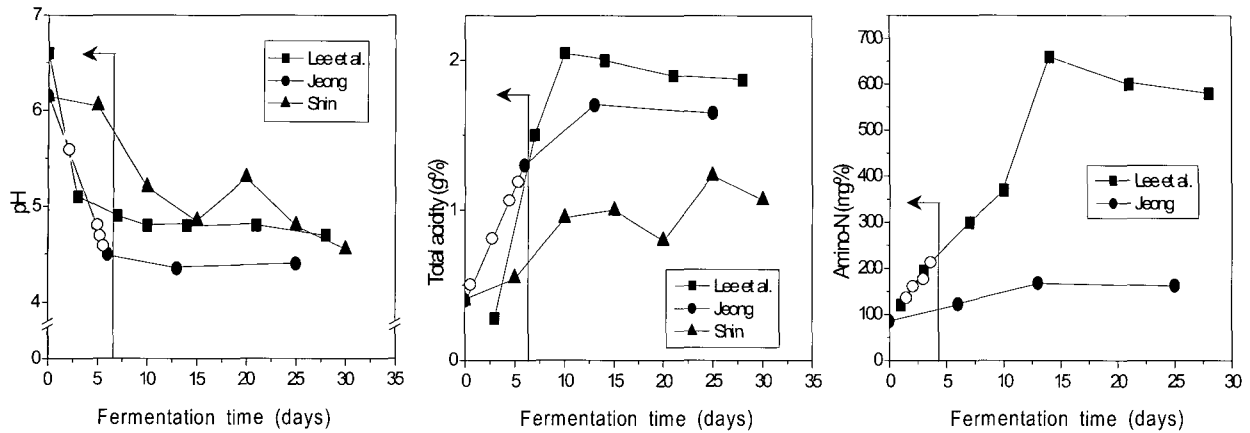


Fig. 1. Prediction of fermentation days of commercial *Sikhae* products by comparing with the previous studies. Reference; Lee et al. (1983); ■, Jeong (2003); ●, Shin (1997); ▲, commercial products; ○ (product A, B, C and D) used in this experiment.

Table 2. Antimicrobial effect in *Sikhae* products

Bacteria	Extraction ¹	conc. (μg/disk)	Type					
			Flat-fish			Alaska pollack		
			A ²	B ²	C ²	D ²	E ²	
Gram (+)	<i>Bacillus subtilis</i>	M	500	9.5	9.5	10.0	9.5	10.0
		M	1000	10.0	10.5	10.5	10.5	11.0
		W	- ³	-	-	-	-	
	<i>Bacillus cereus</i>	M	500	9.5	9.5	10.0	9.5	10.0
		M	1000	10.0	10.0	10.5	10.0	11.0
		W	-	-	-	-	-	
<i>Staphylococcus aureus</i>	M	500	9.0	9.0	9.0	9.5	9.5	
	M	1000	10.0	10.0	10.0	10.5	11.0	
	W	-	-	-	-	-		
<i>Listeria monocytogenes</i>	M	500	9.5	9.5	10.0	10.0	10.0	
	M	1000	10.5	10.0	10.5	10.5	10.5	
	W	-	-	-	-	-		
Gram (-)	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	M	500	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
		M	1000	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
		W	-	-	-	-	-	
	<i>Salmonella typhimurium</i>	M	500	-	-	-	-	-
		M	1000	-	-	-	-	-
		W	-	-	-	-	-	

¹M; Methanol extraction, W; water extraction. ²Products refer to comment in Table 1. ³Not detected.

하였다 (Table 2). 모든 식해류에서 항균활성이 나타났는데, 이는 식해 제조시에 첨가된 마늘, 생강, 고춧가루와 같은 부재료들의 영향인 것으로 추정되었다 (Kim and Park, 1995). 또한 숙성발효과정에서 항균활성에 젖산균의 역할이 클 것으로 추측되었으나 7일 이내의 숙성기간을 가지는 것으로 판단된 상업용 식해류와 2단 발효에 의한 명태식해 간에 항균활성은 큰 차이를 나타나지 않았다. 이는 상업용 식해류의 대부분이 비슷한 숙성발효조건을 가지는 것으로 추측되며, 2단 발효법

으로 제조한 명태식해는 30일의 숙성발효기간에도 불구하고 상업용 식해류와 비슷한 항균활성을 나타내어 2단 발효법에 의한 젖산균의 대사 제어에 의해 저장성 연장 효과가 나타난 것으로 추정되었다 (Cha et al., 2004a). 따라서 식해류의 저장성 연장을 통한 상업화 측면에서 2단 발효법 (20°C에서 6일간, 5°C에서 7일간 숙성시킨 다음 -2°C에서 숙성발효)이 우수한 방법으로 판단되었다.

한편 추출방법에 따라 항균활성이 서로 달리 나타났는데,

methanol 추출물의 경우 500, 1000 µg/disk 농도로 첨가하였을 때 *S. typhimurium*을 제외한 나머지 균류에서 9.0-11.0 mm의 저지환이 나타났으나, 수용성 획분의 경우는 모든 균에서 항균활성이 나타나지 않았다. 그리고 gram 양성균에서는 모두 항균활성을 나타내었지만 gram 음성균에서는 *V. parahae-molyticus*에서만 항균활성이 나타났다. 김치의 저장기간 및 품질에 중요한 영향을 미치는 것으로 알려진 *Leuconostoc*속은 명태식해 (20°C)에서 숙성 3일경에 최고치를 나타낸 후 급속히 감소한 다음 그 이후에는 *Lactobacillus*와 *Pediococcus* 등의 젖산균류가 대부분을 차지한다고 하였는데 (Cha et al., 2004a), 식해의 저장성 연장을 위해 이러한 균의 생육조건을 조절하는 것이 중요한 것으로 생각되었다. 또한 이러한 젖산균은 생체 조절기능이 있는 발효산물인 probiotics를 생성하여 다양한 항균물질을 생산할 수 있는 것으로 알려져 있어 (Kim, 2001), 식해류의 경우도 probiotics에 의한 bacteriocin과 부재료가 함께 복합적으로 작용하여 항균활성이 나타난 것이라고 판단되었다.

항산화성

식해류의 항산화 효과는 1.45-3.52% (EDA₅₀=34.60-14.20 mg/mL)의 범위로 큰 차이를 나타내지는 않았으나 (Table 3), 2단 발효법에 의한 명태식해가 비교적 높은 항산화 활성을 가져 기능성 효과가 있는 멸치액젓 (Park et al., 1999)에 비해 활성이 높았다.

Table 3. Antioxidative activity in *Sikhae* products

Type	Products ¹	Antioxidative activity (%)	EDA ₅₀ ² (mg/mL)
Flat-fish	A	2.65 (0.11) ³	18.87
	B	2.12 (0.11)	23.66
	C	1.45 (0.06)	34.60
Alaska pollack	D	2.01 (0.18)	24.96
	E	3.52 (0.07)	14.20
Salt-fermented anchovy sauce ⁴		66.405	

¹Products refer to comment in Table 1. ²EDA₅₀ means the concentration to inhibit 50% of antioxidant activity ratio. ³Mean value (S.D.)/1,000 ppm of sample (n=3). ⁴Reference; Park et al. (1999). ⁵Activity %/100 mg of sample.

한편 Matsushita et al. (1963)은 hypoxanthine 및 xanthine과 같은 핵산관련물질이 항산화 효과가 크다고 하였으나, Cha et al. (2004b)은 명태식해 숙성기간 중 핵산관련물질은 총 10 mg/100 g 미만의 소량이 존재하였으며, 숙성기간동안에도 hypoxanthine의 뚜렷한 증가를 볼 수 없어 핵산관련물질에 의한 항산화 효과는 크지 않을 것으로 추정되었다. 따라서 이러한 항산화 효과는 김치에서와 같이 식해의 마늘, 고춧가루, 생강 등과 같은 부재료 (Cheigh and Hwang, 2000)와 식해 발효숙성동안 젖산균이 생성한 bacteriocin이 복합적으로 항산화성에 크게 기여하였을 것으로 추정되었다. 또한 김치를

시료로 한 Hwang et al. (2000)의 연구에서도 숙성기간동안 젖산발효가 진행됨에 따라 항산화성이 더욱 우수하였다고 하였다. 그 외 peptide류의 항산화 효과도 잘 알려져 있는데 (Yeum et al., 1997), 저장·숙성기간중 나타난 최대 항산화활성은 어육단백질의 가수분해에 의해 증가된 peptide류가 크게 영향을 미쳤을 것으로 추정되었으나, 본 연구에서 사용한 식해류간에 항산화 효과는 크게 차이가 나지 않았다.

혈전용해 활성

식해류의 혈전용해 활성을 분석해 본 결과 (Table 4), 0.70-0.95 (plasmin unit/mL)의 범위였으며, 2단 발효법에 의한 명태식해에서 비교적 높은 활성을 나타내었다. 김치에서는 pH가 감소함에 따라 혈전 용해 활성이 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 젖산발효에 의해 생성된 유기산에 의한 것으로 lactic acid가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다 (Jeong et al., 1995). 본 연구에서도 가장 낮은 pH (4.38)와 높은 산도 (1.93 g%)를 가진 명태식해 (제품 E)가 가장 높은 혈전용해 활성을 나타낸 결과와 일치하였다.

Table 4. Fibrinolytic activity in *Sikhae* products

Type	Products ¹	Fibrinolytic activity	
		Plasmin unit/mL ²	Area (cm ²) ³
Flat-fish	A	0.70 (0.03) ⁴	1.16
	B	0.82 (0.25)	1.34
	C	0.85 (0.20)	1.40
Alaska pollack	D	0.69 (0.11)	1.13
	E	0.95 (0.04)	1.58
Kimchi ⁵			1.2-4.0

¹Products refer to comment in Table 1. ²Activity; dimension of clear zone of sample/dimension of clear zone of plasmin. ³Activity; dimension of clear zone of sample. ⁴Mean value (S.D.), (n=3). ⁵Reference; Jeong et al. (1995).

한편 부재료로서 고춧가루, 마늘 및 젓갈에서 혈전 용해 활성이 있다고 보고되나 (Jeong et al., 1995), Kim et al. (1998)은 고춧가루나 마늘등의 수용성 획분은 혈전 용해능이 없다고 하였다.

참 고 문 헌

- Astrup, T. and S. Mullertz. 1952. The fibrin plate method for estimating fibrinolytic activity. Arch. Biochem. Biophys., 40, 346-352.
- Cha, Y.J. and E.J. Jeong. 2003. Patent Application No. 10-2003-0010837 Korea (2003. 2. 20), Technical development for growth prologation of *Leuconostoc* species in Alaska pollack sikhae.
- Cha, Y.J., E.J. Jeong and S.J. Kim. 2003. Patent Application No. 10-2003-0008772 Korea (2003. 2. 14), Processing for shelf-life extension of Alaska pollack

- Sikhae*.
- Cha, Y.J., S.J. Kim, E.J. Jeong, H. Kim and W.J. Cho. 2004a. Microbiological and enzymatic characteristics in Alaska pollack *Sikhae* during fermentation. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 33, 1709-1714.
- Cha, Y.J., S.J. Kim, E.J. Jeong, H. Kim, W.J. Cho and M.Y. Yoo. 2004b. Studies on taste compounds in Alska pollack *Sikhae* during fermentation. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 33, 1515-1521.
- Cha, Y.J., C.E. Lee, E.K. Jeong, H. Kim and J.S. Lee. 2002. Physiological functionalities of traditional Alaska Pollack *Sikhae*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 31, 559-565.
- Cheigh, H.S. and J.H. Hwang. 2000. Antioxidative characteristics of *Kimchi*. Food Ind. Nutr., 5, 52-56.
- Hwang, J.H., Y.O. Song and H.S. Cheigh. 2000. Fermentation characteristics and antioxidative effect of red mustard leaf *Kimchi*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 29, 1009-1015.
- Jeong, E.J. 2003. Shelf-life extension of Alaska pollack *Sikhae* by low temperature fermentation technology. M.S. Thesis, Changwon National University, Changwon, Korea. pp. 13-72.
- Jeong, Y.K., W.S. Yang, J.O. Kang, I.S. Kong and J.O. Kim. 1995. Fibrinolysis of fermented *Kimchi*. Kor. J. Life Sci., 5, 203-210.
- Jung, H.S., S.H. Lee and K.L. Woo. 1992. Effect of salting levels on the changes of taste constituents of domestic fermented flounder *Sikhae* of hamkyeng-do. Kor. J. Food Sci. Technol., 24, 59-64.
- Kim, M.J., Y.S. Song and Y.O. Song. 1998. The fibrinolytic acitivity of *Kimchi* and its ingredients *in vivo* and *in vitro*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 27, 633-638.
- Kim, S.J. and K.H. Park. 1995. Antimicrobial activities of the extracts of vegetable *Kimchi* stuff. Kor. J. Food Sci. Technol., 27, 216-220.
- Kim, S.Y. 2001. Function of lactic acid bacteria and their medicine application. Nutraceutical and Immunity, Proceedings of the 3rd Natural and Medicine Symposium 55th Anniversary of the Konkuk University, pp. 41-56.
- KSFSN (The Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Food science part. The Korean Society of Food Science and Nutrition, ed. Hyoil Press, Seoul. pp. 198-200, 651-652.
- Lee, C.H, T.S. Cho, M.H. Lim, J.W. Kang and H.C. Yang. 1983. Studies on the *Sikhae* fermentation made by flat-fish. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng, 11, 53-58.
- Lee, C.H., E.H. Lee, M.H. Lim, S.H. Kim, S.K. Chae, K.W. Lee and K.H. Koh. 1986. Characteristics of Korean fish fermentation technology. Kor. J. Diet. Cult., 1, 267-278.
- Matsushita, S., F. Ibuki and A. Aoki. 1963. Chemical reactivity of the nucleic acids and their related substances on the oxidation of unsaturated fatty acids. Arch. Biochem. Biophys., 102, 446-451.
- Park, J.O., M.S. Yoon, E.J. Cho, H.S. Kim and B.H. Ryu. 1999. Antioxidant effects of fermented anchovy. Kor. J. Food Sci. Technol., 31, 1378-1385.
- Park, K.Y. 1995. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *Kimchi*. J. Kor. Soc. Food Nutr., 24, 169-182.
- Shin, D.H. 1990. Researches on the natural antimicrobial compounds from edible plants and their food application. Food Sci. Ind., 23, 68-77.
- Shin, S.M. 1997. Effects of preparing method and fermentation period on physicochemical and sensory properties of *Myungtae Sikhae*, Korean fermented fishery food. Ph.D. Thesis, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea. pp. 30-112.
- Shu, H.K. 1987. A study on the regional characteristics of Korean chotkal. The ways of preservation of chotkal. Kor. J. Diet. Cult., 2, 149-161.
- Souane, M., Y.B. Kim, C.H. Lee. 1987. Microbial characterization of Gajami *Sikhae* fermentation. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng, 15, 150-157.
- Yeum, D.M., T.G. Lee, Y.H. Park and S.B. Kim. 1997. Antioxidative activity of enzymatic hydrolysates derived from anchovy muscle protein. J. Kor. Fish. Soc., 30, 842-849.

2005년 1월 13일 접수
2005년 2월 23일 수리