

동해산 가다랑어 훈연조미제품의 저장 중 품질변화

이정민 · 김상무*
강릉대학교 해양생명공학부

Quality Changes of Seasoned and Smoked Products of Skipjack Tuna (*Euthynus pelamis*) Captured in the East Sea

Jung Min LEE and Sang Moo KIM*
Faculty of Marine Bioscience & Technology, Gangneung National University,
Gangneung 210-702, Korea

The powder and liquid products of seasoned and smoked skipjack tuna (*Euthynus pelamis*) was manufactured by using small skipjack tuna (1-2 kg, 20-30 cm) captured in the East Sea, Korea. Smoking was done three times at 80°C for 8 hrs to decrease the moisture content below 15%. The seasoned and smoked skipjack tuna powder with liquid smoke showed the lower pH than the control. The pH, VBN, amino nitrogen content, and TBA value were increased slowly as storage period was increased at room temperature. Liquid smoke decreased the production of amino nitrogen and VBN. Vacuum packaging was efficient for inhibiting the deterioration and the microbial growth of the seasoned and smoked skipjack tuna powder product.

Key words: Smoking, Skipjack tuna, Liquid smoke, Vacuum package

서 론

최근 들어 가공식품 및 외식산업의 발전에 따른 소비자들의 기호가 다양해지고 있어 글루탐산소다 및 핵산계 조미료만으로는 미각의 다양화를 꾀하거나 독특한 풍미를 나타내기가 어렵다. 또한 합성조미료는 안전성에 대한 문제 때문에 소비자들은 천연조미료를 요구하고 있다 (Kim et al., 1999). 현재, 수산물을 이용한 천연조미료 연구에는 알카리 처리에 의한 멸치 추출액의 제조 (Kim and Park, 1988), 천연물의 엑스분 및 천연조미료 (Kim et al., 1993), 진주담치 농축 엑스분의 제조 (Lee et al., 1983), 고등어분말스프의 제조 (Lee et al., 1987), 속성멸치간장 엑스분에 관한 연구 (Lee et al., 1989), 참치 자숙액 천연조미료 (Kim, 1999) 등이 보고 된 바 있다. 또한 어패류를 단백질분해효소로 가수분해한 분해물을 이용한 천연조미료의 개발에 관한 연구 보고도 있다 (Lee et al., 1991; Lee et al., 1990; Cha and Kim, 1996). 일본의 대표적인 천연조미료인 부시류는 가다랑어, 정어리 및 고등어 등의 어육을 자숙, 훈건, 일건, 곰팡이 불이기 등의 공정을 거쳐 제조되는 식품 첨가물로 현재 각종 수우프 재료 및 instant 라면 등에 분말 및 slice 형태로 사용되고 있다. 그 중 가다랑어를 원료로 한 가쓰오부시는 특히 우수한 풍미를 가지고 있다고 알려져 있으며, 이에 대한 연구로는 가다랑어의 성분 (Fujinaka et al., 1976; Kikugawa and Kato, 1987; Masato et al., 1995) 및 구조 (Tanaka et al., 1975; Ahida et al., 1971; Ashida et al., 1973), 분말가쓰오부시의 가공조건 및 정미성분 (Oh and Lee, 1988a), 풍미성분 (Oh and Lee, 1988b; Konosu et al., 1960;

Tsuyuri and Abe, 1980), 지질성분 (Oh and Lee, 1989a), 정미성분의 추출조건 및 관능검사 (Oh and Lee, 1989b), 생리활성 (Yoshikawa et al., 2000; Fujita and Yoshikawa, 1999; Fujita et al., 1995; Yokoyama et al., 1992; Ogawa et al., 1990; Kikugawa et al. 1985; Hiroyuki et al., 2001; Hiroyuki and Massaki, 1999) 등이 보고 되고 있다. 우리나라에서 가쓰오부시의 원료로 사용되고 있는 가다랑어 (체장 40-50 cm, 무게 3-4.5 kg)는 전량 수입에 의존하고 있으나 우리나라에서도 다랑어류는 2001년 3,295, 2002년 2,344, 2003년 3,706 M/T (MOMAF, 2004)이 생산되었다. 강원도에서도 2002년 64 M/T가 생산되었으나 강원도에서 어획되는 가다랑어는 크기가 작아 대부분 어분 또는 양어사료로 이용이 되고 있을 뿐 가공제품으로 생산되지 않아 어민들의 소득 증대에는 별로 도움이 되고 있지 않으므로 가공식품화가 시급한 실정이다. 목초액은 초산을 비롯한 유기산이 주성분이며, 그 밖에 칼슘, 칼륨, 마그네슘 등의 무기질 및 비타민 등의 유기물로 구성되어 있다. 목초액은 식품첨가물로 이용이 가능하며, 살균효과 또한 뛰어난 것으로 알려져 있다 (Seo et al., 2000). 특히, Oh and Lee (1988a,b; 1989a,b)에서 전통적인 가쓰오부시 제조 공정 중 곰팡이 불이기를 생략하여도 성공적으로 가쓰오부시를 제조하였다고 하였다. 본 연구에서는 크기가 작은 우리나라 동해산 가다랑어를 가공식품화하기 위하여 작은 크기 가다랑어의 식품원료로서의 약점을 보완하기 위해 가다랑어 부산물 및 다시마 자숙액으로 조미한 다음 참나무 목초액으로 훈연하여 가다랑어 훈연조미제품을 개발하였으며, 저장기간에 따른 품질변화를 분석하였다.

*Corresponding author: smkim@kangnung.ac.kr

재료 및 방법

가다랑어 훈연조미제품의 제조

2001년 12월 동해안 삼척근해에서 어획한 무게 1-2 kg, 길이 20-25 cm의 냉동 가다랑어 (*Euthynus pelamis*)를 해동시켜 머리, 내장을 제거한 후 fillet으로 만들어 다시마 (20 g/L) 및 가다랑어 머리부분 (3-4개/L)으로 1시간 동안 끓인 자숙액에 20분간 조미한 다음 바구니에 옮겨 통풍이 잘 되는 그늘지역에서 실온으로 방냉하였다. 참나무 목초액 (원미식품, 원주) 처리 가다랑어 fillet은 훈연기 (Alto-Shaam Co., USA)로 80°C에서 8시간 훈연을 3차례 반복하였으며 훈연 단계마다 실온에서 15시간 방냉을 하였다. 훈연이 끝난 시료는 분쇄기 (IJK Labotechniques, Malaysia)로 50 mesh 이하로 분쇄하였다. 액상 훈연조미제품은 20 g 가다랑어 훈연분말제품에 물 200 mL를 첨가하여 100°C에서 20분간 가열한 다음 상온으로 자연냉각을 하여 시료로 하였다. 가다랑어 훈연조미 분말시료는 76 cmHg에서 15초간 진공포장 (Hansung MFG, Seoul)을 하여 상온에서 저장하였으며, 액상 시료는 50배로 농축하여 5 및 25°C에서 저장하면서 품질변화를 분석하였다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC (2000)법에 따라 분석하였다. 즉, 수분은 상압가열 건조법, 조단백질은 Semimicro-Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 법, 회분은 건식회화법으로 측정하였으며, 탄수화물은 가감법으로 계산하였다.

pH 측정

pH meter (동우메디칼, 서울)을 사용하여 측정하였다.

아미노 질소 (NH₂-Nitrogen)

Formol 법 (Sorensen, 1907)으로 측정하였다. 즉, 시료 5 g에 증류수 250 mL를 가하여 30분 동안 교반한 후, 교반용액 25 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5로 조정하고, 여기에 pH 8.5 포름알데히드 용액 20 mL를 가하여 pH가 낮아지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.5로 다시 적정하였다. 같은 조작으로 0.1 N NaOH 용액의 공시험을 실시하여 아미노 질소 (NH₂-N) 함량을 측정하였다.

휘발성 염기질소 (Volatile Basic Nitrogen)

Conway unit을 이용한 미량확산법 (Pearson, 1973)으로 측정하였다. 즉 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 1분 동안 교반

한 후, 여과 (Whatman No. 2, England)한 다음 여과액 1 mL 및 과량의 K₂CO₃ 1 mL를 conway unit 외실에, 0.01 N H₂SO₄ 용액 2 mL은 내실에 각각 넣은 다음 37°C에서 3시간 반응하였다. Burnsisk 지시약으로 0.01 N NaOH로 적정하여 측정하였다.

TBA 값

Tarladgis et al. (1962)의 방법으로 측정하였다. 즉, 시료 10 g에 9% percholic acid 15 mL와 증류수 20 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 50 mL로 정용하여 여과지(Whatman No. 2, England)로 여과하였다. 여과액 5 mL에 0.02 M thiobarbituric acid 5 mL를 가한 다음 15시간 암실에 방치한 후 529.5 nm에서 흡광도를 측정하여 teteraethoxy propane을 이용한 표준곡선에서 시료 g 당 malonaldehyde 양 (μg/g)으로 환산하였다. TBA 값은 시료 g 당 malonaldehyde 상당량으로 표시하였다.

생균수 측정

생균수 (total viable cell)는 standard plate agar (DIFCO, USA)로 37°C에서 24시간 배양한 다음 생성된 집락을 계수하였다.

결과 및 고찰

일반성분의 변화

원료, 분말 및 액상제품의 일반성분을 Table 1에 나타내었다. 원료의 단백질, 수분, 지방 및 회분의 함량은 각각 23.1, 72.9, 1.5 및 2.3%이었으며, 분말제품 (훈액 첨가구 및 미첨가구)에 있어서는 조단백은 78.5 및 78.2%, 수분은 12.9 및 13.8%, 지방은 4.9 및 4.8%, 회분은 3.6 및 3.2%이었다. 분말제품의 경우 건조 및 훈연 가공 공정을 거치면서, 수분함량은 감소하면서 상대적으로 조단백, 지방 및 회분 함량이 증가하였다.

pH의 변화

가다랑어 훈연조미 분말제품 (훈액 첨가구 및 미첨가구) 및 액상제품의 저장 기간에 따른 pH의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 훈액 미첨가구 분말 제품에 있어서 대조구 및 진공포장한 제품은 저장 초기 pH는 5.79로 나타내었으며, 저장 중 진공포장 제품의 pH는 변화가 거의 없었으나, 대조구는 저장 60일째 약간 낮아진 감소한 다음 그 후 일정한 값을 유지하였다. 훈액분말제품에의 대조구 및 진공포장구는 저장 초기 pH는 5.45이었으며, 저장 60일째 각각 5.35 및 5.39로 약간 낮아졌다가 그 후 일정한 값을 유지하였으며, Oh and Lee (1988a)의

Table 1. Proximate composition of raw skipjack tuna, and seasoned and smoked skipjack tuna powder products

Sample	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)
Raw skipjack tuna	72.9	23.1	1.5	0.1	2.3
SSP ¹⁾	13.8	78.2	4.8	0.1	3.2
SSPL ²⁾	12.9	78.5	4.9	0.1	3.6

¹⁾Seasoned and smoked skipjack tuna powder product.

²⁾Seasoned and smoked skipjack tuna powder product with liquid smoke.

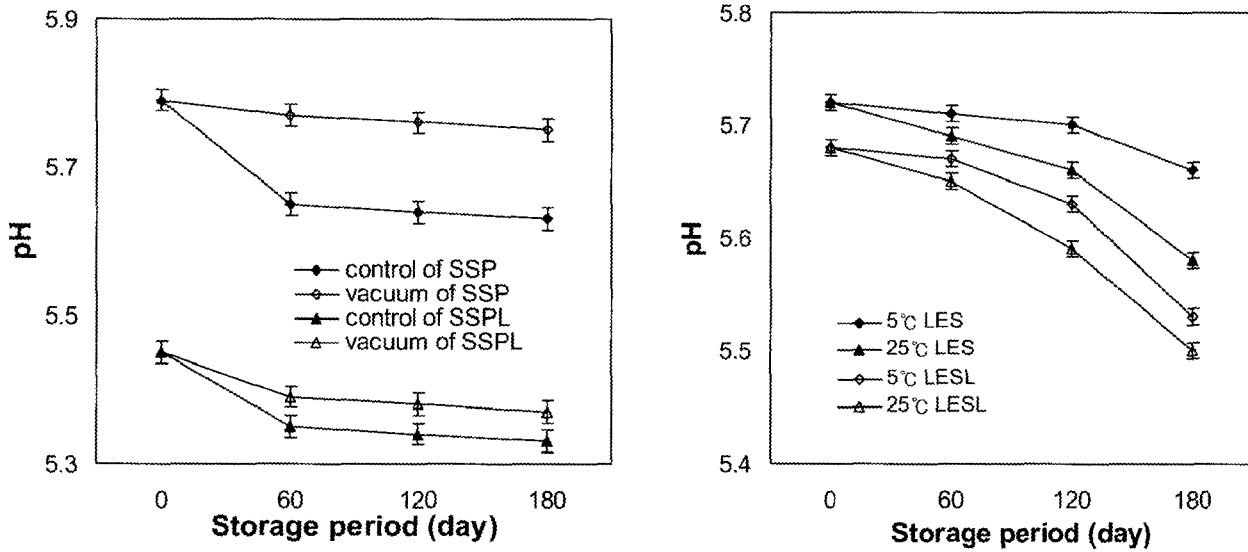


Fig. 1. pH changes of seasoned and smoked skipjack tuna powder and liquid products. SSP, seasoned and smoked skipjack tuna powder product; SSPL, seasoned and smoked skipjack tuna powder product with liquid smoke LES, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder; LESL, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder with liquid smoke.

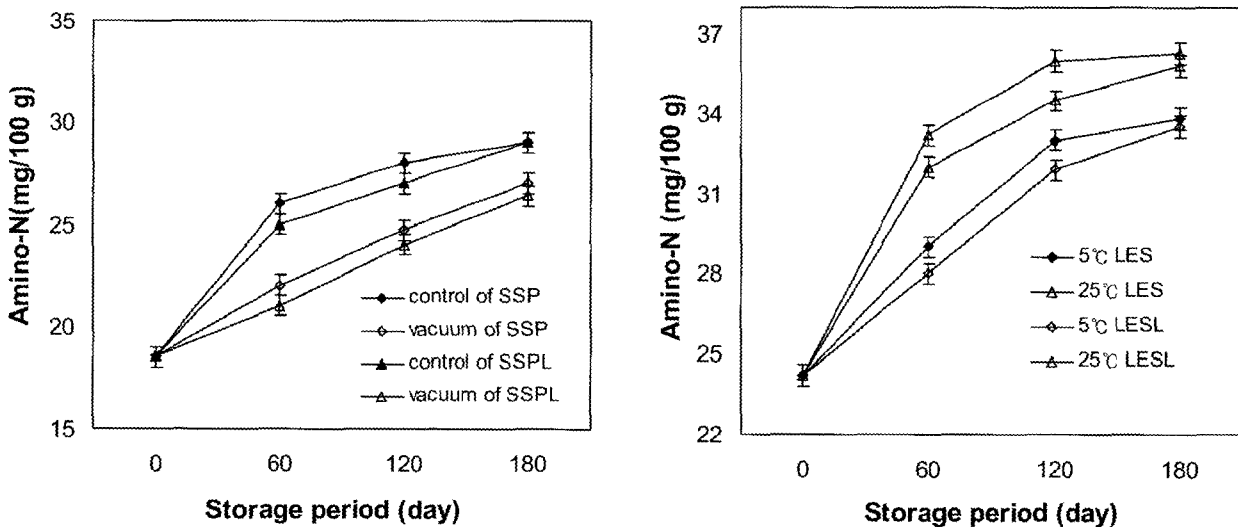


Fig. 2. Amino-nitrogen changes of seasoned and smoked skipjack tuna powder and liquid products. SSP, seasoned and smoked skipjack tuna powder product; SSPL, seasoned and smoked skipjack tuna powder product with liquid smoke LES, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder; LESL, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder with liquid smoke.

연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 액상제품의 경우 저장 60일 이후부터는 모든 시료에서 pH는 다소 낮아지는 경향을 나타내었다. 분말제품에서는 대조구가 진공포장구에 비해 다소 낮은 pH값을 나타내었는데, 이는 포장 용기내의 공기에 존재하는 산소로 인해 지방의 산화결과 생성되는 유리지방산 및 일부 미생물의 성장에 따른 유기산 생성 때문인 것으로 생각되어진다 (Kang and Park, 1984). 분말제품의 경우 혼액

첨가제품이 혼액 미첨가제품보다 pH는 낮았는데, 이는 혼액으로 사용한 목초액의 pH가 3이었고, 훈건할 때 훈연성분 중의 유기산, phenol류 등이 제품표면에 흡착침투하였기 때문이라고 보여 진다 (Oh and Lee, 1988a).

아미노 질소의 변화

가다랑어 훈연조미 분말제품 (혼액 첨가구 및 미첨가구) 및 액상제품의 저장기간에 따른 아미노 질소량과 휘발성 염기

질소의 변화를 각각 Fig. 2에 나타내었다. 분말제품의 아미노 질소량은 대조구가 진공포장제품보다 높게 측정되었는데 이는 진공포장이 저장 중 분말제품의 단백질 분해를 억제하는데 효과적이라고 보여 진다. 또한 모든 시료에 있어서 저장기간이 증가할수록 모든 시료에 있어서 조금씩 증가하였다. 이는 제품의 상온저장 중 단백질의 분해가 서서히 일어나고 있다는 것을 나타낸다고 본다. Lee et al. (1987)은 고등어 훈연 조미제품에 관한 연구에서 아미노 질소량은 저장 기간이 증가할수록 증가하였다고 하였으며, 이는 본 실험의 결과와 유사하였다. 액상제품의 아미노 질소량은 저장 온도에 상관없이 저장 60일째까지는 다소 급격하게 증가하였다가, 그 후 저장기간 동안에 조금씩 증가하였는데 이는 단백질 분해가 서서히 일어나고 있다는 것을 나타낸다. 훈액첨가제품은 미첨가제품보다 각각 다소 낮은 아미노 질소량을 나타내었는데 훈액 첨가가 가다랑어 훈연조미제품의 품질변화를 억제하였다고 보여 진다.

휘발성 염기질소의 변화

가다랑어 훈연조미 분말제품 및 액상제품의 저장기간에 따른 휘발성 염기질소량의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 분말제품의 대조구 및 진공포장제품의 저장기간에 따른 휘발성 염기질소량은 제품간의 차이는 있으나 저장 60일째까지 다소 급격하게 증가하였다가 그 후 약간씩 증가하였으며, 이는 저장기간에 따른 휘발성 염기질소량의 증가는 저장 중에 제품의 인지질의 산화에 의해 생성되는 trimethylamine 등에 기인된 것이라고 생각되어진다 (Lee et al., 1987). 또한 Lee et al. (1987)도 휘발성염기질소량은 저장기간이 증가할수록 증가한다고 하였다. 진공포장 제품이 대조구에 비해 낮은 휘발성 염기질소량을 나타낸 것으로 보아 진공포장이 분말제품의

부패에 의한 열화를 방지하는데 효과적이라고 본다. 액상제품의 VBN 함량도 저장 60일까지는 급격한 증가를 하였다가 그 후 저장기간 동안에 일정한 수준을 유지하였으며, 훈연첨가제품은 저장기간 동안에 낮은 VBN함량을 나타내었다. VBN 함량의 증가는 자숙 및 고온에서의 훈연처리 중 육(肉) 성분, TMAO 등이 분해되어 NH₃, TMA 등의 휘발성 염기가 생성되었기 때문으로 보여 진다 (Oh and Lee, 1988a). 훈액 첨가는 VBN 생성을 약 20% 정도 수준까지 억제하였으며 훈액첨가가 가다랑어 훈연조미제품의 품질변화를 억제하는데 아주 효과적이라는 것을 알 수 있다.

TBA 값의 변화

가다랑어 훈연조미 분말제품 (훈액 첨가구 및 미첨가구) 및 액상제품의 저장기간에 따른 TBA값의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 분말제품의 TBA값은 저장 기간동안 약간씩 증가하였으며 저장 60일 동안 진공포장제품이 대조구보다 낮은 값을 나타내었으며, 진공포장을 함으로써 효과적으로 지방산화를 억제할 수 있었다고 본다. 훈액 첨가구의 TBA 값은 약간 낮았지만 진공포장제품과는 큰 차이를 나타내지 않았다. 액상제품도 저장 기간동안 TBA값이 증가하였으며, 저장 60일까지는 다소 급격하게 증가하였으나 그 후 저장기간에는 일정수준을 유지하였다. 분말 및 액상제품 모두 훈액 첨가구 및 미첨가구의 차이는 나타나지 않았으며, 이는 훈연 가다랑어 제조 시 지질성분의 산화방지에 훈액성분 중의 phenol류 이외에 가다랑어 엑스분에서 자숙을 함으로써 제품으로 이행된 단백질 가수분해물, 즉 아미노산이나 peptide류 등이 상당히 효과가 있는 것으로 생각되어 진다 (Oh and Lee, 1988b).

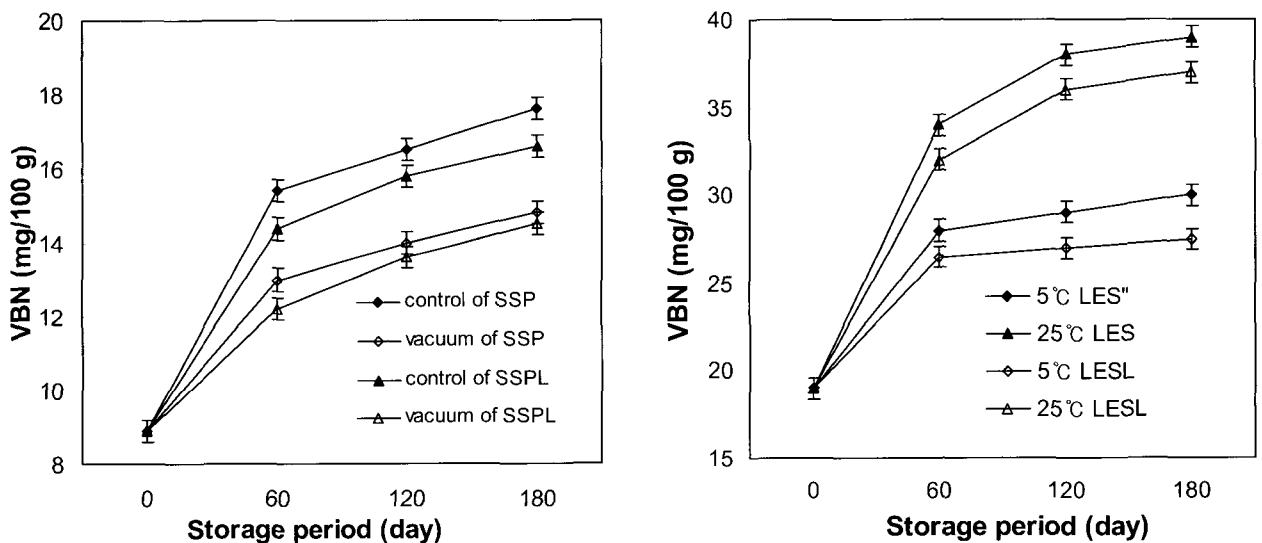


Fig. 3. VBN changes of seasoned and smoked skipjack tuna powder and liquid products. SSP, seasoned and smoked skipjack tuna powder product; SSPL, seasoned and smoked skipjack tuna powder product with liquid smoke LES, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder; LESL, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder with liquid smoke.

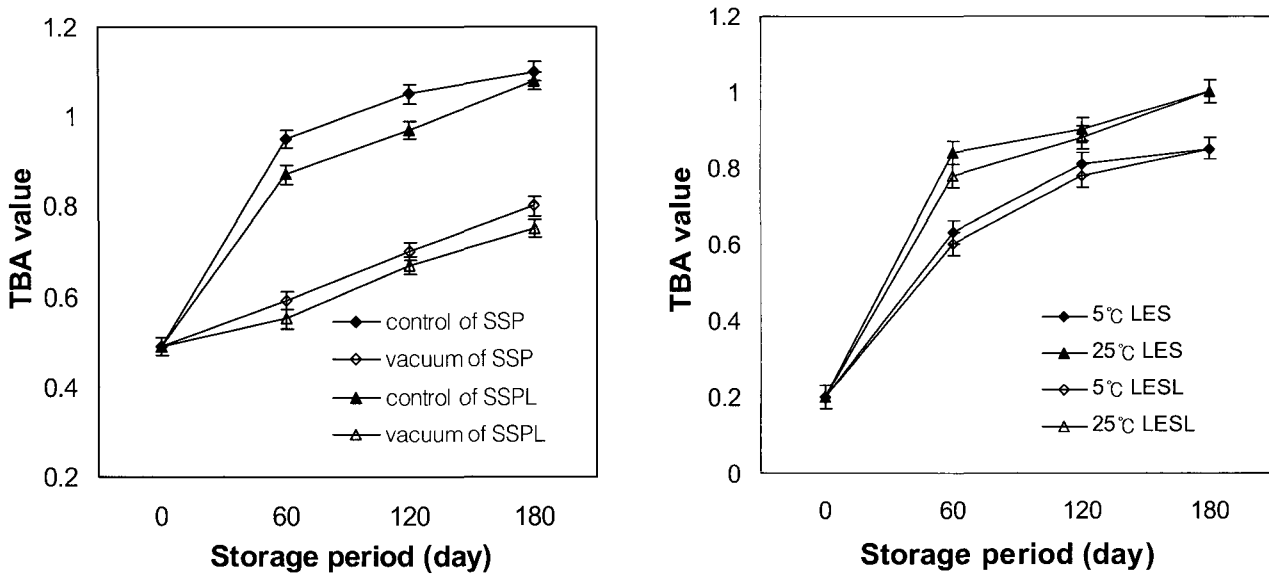


Fig. 4. TBA value changes of seasoned and smoked skipjack tuna powder and liquid products. SSP, seasoned and smoked skipjack tuna powder product; SSPL, seasoned and smoked skipjack tuna powder product with liquid smoke LES, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder ; LESL, the liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder with liquid smoke.

Table 2. Total viable cell number of powder and liquid products of seasoned and smoked skipjack tuna with/without liquid smoke (CFU/mL)

Sample	Storage temperature (°C)	Storage period (day)				
		0	60	120	180	
Powder product	25	Control (SSP ¹⁾)	ND	2.3×10	2.3×10	2.3×10
		Vacuum (SSP)	ND	ND	ND	ND
		Control (SSPL ²⁾)	ND	ND	2.6×10	2.7×10
		Vacuum (SSPL)	ND	ND	ND	ND
Liquid product	25	LES ³⁾)	ND	3.3×10 ²	3.5×10 ²	3.9×10 ²
		LESL ⁴⁾)	ND	3.3×10 ²	3.4×10 ²	3.6×10 ²
	5	LES	ND	3.1×10 ²	3.3×10 ²	3.6×10 ²
		LESL	ND	3.0×10 ²	3.3×10 ²	3.4×10 ²

¹⁾Seasoned and smoked skipjack tuna powder product.

²⁾Seasoned and smoked skipjack tuna powder product with liquid smoke.

³⁾The liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder.

⁴⁾The liquid product of seasoned and smoked skipjack tuna powder with liquid smoke.

생균수의 변화

분말 및 액상제품 (훈액 첨가구 및 미첨가구)의 저장기간에 따른 생균수의 변화를 Table 2에 나타내었다. 진공포장한 분말 제품의 생균수는 전 저장기간 동안 측정되지 않았다. 일반포장의 경우 저장 60일째 훈액 미첨가구에서 2.3×10 CFU/g로 측정되었고, 저장 120일째에 대조구 및 훈액첨가제품의 생균수는 각각 2.3×10 및 2.4×10 CFU/g이었다. 훈액처리에 따른 생균수의 차이는 없었으며, 진공포장은 가다랑어 훈연조미제품의 미생물 성장을 효과적으로 억제하였다고 생각되어진다. 분말제품의 생균수가 저장 0일째에 측정이 되지 않았다가

저장 60 및 120일째에 비록 낮은 값이지만 측정이 되었던 것은, 포장 중 오염이 되었던 것으로 보여 진다. 액상제품의 경우 상온 저장 시 저장 0일에는 생균수가 측정되지 않았다가 저장 60일째에 대조구 및 훈액처리구는 각각 3.3×10² CFU/mL으로 증가하였다가, 그 후 저장 기간동안에 일정한 수준으로 측정되었는데 이는 액상제품 제조 및 포장 중 미생물이 오염이 되었던 것으로 보여 진다. 냉장저장제품도 상온저장제품과 비슷한 경향을 나타내었다. 그러므로 저장온도에 따른 생균수의 차이도 없었다고 보여 진다.

사 사

본 연구논문은 2001년도 한국과학재단 지역협력연구센터 (한림대 실버생물산업기술센터 R12-2001-047-03004-0)의 지원에 의해 얻은 결과이므로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. USA, Chap 35, pp. 8-16.
- Ashida, T., N. Tanaka, T. Yamane, T. Tsukihara and M. Kakudo. 1973. The crystal structure of bonito (Katsuo) ferrocytochrome c at 2.3 Å resolution. *J. Biochem.*, 73, 463-465.
- Ashida, T., T. Ueki, T. Tsukihara, A. Sugihara and T. Takano. 1971. The crystal structure of bonito (Katsuo) ferrocytochrome c at 4Å resolution. *J. Biochem.*, 70, 913-924.
- Cha, Y.J. and E.H. Lee. 1985. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 6. Taste compounds of low salt fermented anchovy and yellow corvenia. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 18, 325-332. (in Korean)
- Cha, Y.J. and E.J. Kim. 1996. Development of functional seasoning agents from skipjack preparation by-product with commercial proteases. 1. Processing of hydrolysate from skipjack processing by-product with protease treatment. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, 25, 608-616. (in Korean)
- Cha, Y.J., S.Y. Cho, K.S. Oh and E.H. Lee. 1983. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 2. The taste compounds of low salt fermented sardine. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 16, 140-146. (in Korean)
- Fujinaka, N., Y. Masuda and M. Kuratsune. 1976. Methylguanidine content in food. *Gann.* 67, 679-683. (in Japanese)
- Fujita, H., K. Yokoyama, R. Yasumoto and M. Yoshikawa. 1995. Antihypertensive effect of thermolysin digest of dried bonito in spontaneously hypertensive rat. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. Suppl.*, 22, S304-305.
- Fujita, H. and M. Yoshikawa. 1999. LKPNM: a prodrug-type ACE-inhibitory peptide derived from fish protein. *Immunopharmacology.* 15, 123-127.
- Ha, J.H. and S.W. Han. 1986. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 8. Taste compounds and fatty acid composition of low salt fermented damsel fish, *Chromis notatus*. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 19, 312-320. (in Korean)
- Hiroyuki, F. and Y. Masaaki. 1999. LKPNM: a prodrug-type ACE-inhibitory peptide derived from fish protein, *Immunopharmacology*, 44, 123-127.
- Hiroyuki, F., Y. Tomohide and O. Kazunori. 2001. Effects of an ace-inhibitory agent, katsuobushi oligopeptide, in the spontaneously hypertensive rat and in borderline and mildly hypertensive subjects. *Nutr. Res.*, 21, 1149-1158.
- Imai, H., T. Ashima and A. Nobuhara. 1982. Key factors in katsuobushi aroma formation. *Agric. Biol. Chem.*, 46, 419-428.
- Kang, J.H. and Y.H. Park. 1984. Effect of food additives on the histamine formation during processing and storage of mackerel. (1) Effect of salt, acidulants and sweetenings. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 17, 383-390. (in Korean)
- Kikugawa, K. and T. Kato. 1987. Formation of mutagens, 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline(MeIQx) and 2-amino-3,4,8-trimethylimidazo [4,5-f]quinoxaline 4,8-DiMeIQx) in heated fish meats. *Mutation Res.*, 179, 5-14.
- Kikugawa, K., T. Kato and H. Hayatsu. 1985. Mutagenicity of smoked dried bonito products. *Mutation Res.*, 158, 35-44.
- Kim, J.B., S.K. Kim H.G. Byun, Y.J. Jeon and D.S. Joo. 1999. Development of a natural seasoning using desalinated tuna boiled extract. *Bull. Kor. Fish. Soc.*, 32, 75-82. (in Korean)
- Kim, S.K., C.B. Ahn and O.J. Kang. 1993. Preparation of the imitation sauce for the enzymatic hydrolysate of cod skin gelatin. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, 22, 470-475. (in Korean)
- Kim, S.K., H.K. Byun, Y.J. Jeon, D.S. Joo and J.B. Kim. 1999. Development of natural seasoning using desalinated tuna boiled extract. *J. Kor. Fish. Soc.*, 32, 75-82. (in Korean)
- Kim, W.J. and J.Y. Park. 1988. Improvement of yields and organoleptic quality of anchovy extract by alkali-protease hydrolysis. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 20, 433-441. (in Korean)
- Konosu, S., Y. Maeda and T. Fujita. 1960. Evaluating of inosinic acid and free amino acids as tasting substance in katsuobushi stock. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 26, 45-48. (in Japanese)
- Lee, E.H., C.B. Ahn, J.S. Kim, K.H. Lee, M.C. Kim, B.K. Chung and H.Y. Park. 1989. Keeping quality and taste compounds in the extracts from rapid fermented anchovy sauce. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, 18, 131-142. (in Korean)
- Lee, E.H., C.B. Ahn, K.S. Oh, T.H. Lee and Y.J. Cha. 1986. Studies on the processing of low salt fermented

- sea foods. 9. Processing conditions of low salt fermented small shrimp and its flavor components. Bull. Kor. Fish. Soc., 19, 459-468. (in Korean)
- Lee, E.H., K.H. Oh, C.B. Ahn, B.G. Chung, Y.K. Bae and J.H. Ha. 1987. Preparation of powdered smoked-dried mackerel soup and its taste compounds. J. Kor. Fish. Soc., 20, 41-51. (in Korean)
- Lee, E.H., S.K. Kim and H.P. Yang. 1991. The development of a natural seasoning using the enzymatic hydrolysate of fish skin. Kor. J. Biotechnol. Bioeng., 6, 327-336. (in Korean)
- Lee, E.H., S.K. Kim, J.K. Jeon, K.J. Cha and S.H. Chung. 1981. The taste compounds in boiled-dried anchovy. Bull. Kor. Fish. Soc., 14, 194-200. (in Korean)
- Lee, E.H., Y.J. Cha, J.G. Koo and S.H. Moon. 1983. Processing and utilization of concentrated sea mussel extracts. Bull. Natl. Univ. Busan, 23, 9-16. (in Korean)
- Lee, Y.C., D.S. Kim, Y.D. Kim and Y.M. Kim. 1990. Preparation of oyster (*Crassostrea gigas*) and sea mussel (*Mytilus corscus*) hydrolysates using commercial protease. Kor. J. Food Sci. Technol., 22, 230-240. (in Korean)
- Masato, H., O. Takashi, S. Masaaki, I. Kazuo, I. Masaru and M. Noshi. 1995. A serine proteinase of a fungus isolated from dried bonito "Katsuobushi". J. Ferment. Bioeng., 80, 462-466.
- MOMAF (Ministry of Maritime Affairs & Fisheries). 2004. Fishery Production Survey.
- Na, A.H., M.S. Shin, D.Y. Jhon and Y.H. Hong. 1986. Studies on the changes in free amino acids of yellow corvenia (*Pseudosciaena manhurica*) during gulbi processing. J. Kor. Soc. Food Nutr., 15, 263-275. (in Korean)
- Nishibori, K. 1965a. Studies on flavor of katsuobushi. 1. On the acidic, and phenolic components. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 31, 41-46. (in Japanese)
- Nishibori, K. 1965b. Studies on flavor of katsuobushi. 2. Relation between of smoke and of katsuobushi. Bull. Japan Soc. Sci. Fish, 31, 41-46. (in Japanese)
- Ogawa, H, T. Nishikawa, S. Sasagawa and T. Murakami. 1990. Prophylactic effects of diets on the development of cerebrovascular lesions in stroke-prone spontaneously hypertensive rats (SHRSP)--effects of a fish-protein diet and alterations of lipoprotein metabolism. Nippon Eiseigaku Zasshi, 45, 980-989. (in Japanese)
- Oh, K.S. and E.H. Lee. 1988a. Studies on the processing of powdered katsuobushi and its flavor constituents. 1. Processing conditions of powdered katsuobushi and its taste compounds. Bull. Kor. Fish. Soc., 21, 21-29. (in Korean)
- Oh, K.S. and E.H. Lee. 1988b. Studies on the processing of powdered katsuobushi and its flavor constituents. 2. Lipid components of powdered katsuobushi. Bull. Kor. Fish. Soc., 22, 19-24. (in Korean)
- Oh, K.S. and E.H. Lee. 1989a. Studies on the processing of powdered katsuobushi and its flavor constituents. 3. Volatile flavor components of powdered katsuobushi. Bull. Kor. Fish. Soc., 22, 169-176. (in Korean)
- Oh, K.S. and E.H. Lee. 1989b. Studies on the processing of powdered katsuobushi and its flavor constituents. 4. Extractive conditions and sensory evaluation of taste compounds of powdered katsuobushi. Bull. Kor. Fish. Soc., 22, 228-232. (in Korean)
- Pearson, D. 1973. Estimation of TVN and TMA by the conway microdiffusion technique. In: Laboratory Techniques in Food Analysis, Butterworth. London, pp. 170-171.
- Ryu, B.H. and E.H. Lee. 1978. The taste compounds of broiled dried sea mussels. Bull. Kor. Fish., 11, 65-83. (in Korean)
- Seo, K.I., K.J. Ha, Y.I. Bae, J.K. Jang and K.H. Shim. 2000. Antimicrobial activities of oak smoke flavoring. Kor. J. Postharvest Sci. Technol., 7, 337-341. (in Korean)
- Sorensen, S.P.L. 1907. Aminonitrogen. Biochem., z. 7, 45-51.
- Tanaka, N., T. Yamane, T. Tsukihara, T. Ashida and M. Kakudo. 1975. The crystal structure of bonito (katsuo) ferrocytochrome c at 2.3 Å resolution. II. Structure and function. J. Biochem., 77, 147-162.
- Tarladgis, B.G., A.M. Pearson and L.R. Dugan. 1962. The chemistry of the 2- thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. 1. Some important side reactants. J. Am. Oil Chem. Soc., 39, 34-39.
- Tsuyuki, M. and T. Abe. 1980. Studies on the free organic acids in katsuobushi. Bull. Coll. Agr. Vrt. Nihon Univ., 37, 312-318. (in Japanese)
- Yang, S.T. and E.H. Lee. 1980. Taste compounds of fresh-water fishes. 3. Taste compounds of Korean snakehead meat. Bull. Kor. Fish. Soc., 13, 115-119. (in Korean)
- Yang, S.T. and E.H. Lee. 1984. Taste compounds of fresh-water fishes 8. Taste compounds of crucian carp meat. Bull. Kor. Fish. Soc., 17, 170-176. (in Korean)
- Yang, S.T. and E.H. Lee. 1984. Taste compounds of fresh-water fishes 9. Taste compounds of wild loach

meat. Bull. Kor. Fish. Soc., 17, 177-183. (in Korean)
Yokoyama, K., H. Chiba and M. Yoshikawa. 1992. Peptide inhibitors for angiotensin I - converting enzyme from thermolysin digest of dried bonito. Biosci. Biotechnol. Biochem., 56, 1541-1545.
Yoshikawa, M., H. Fujita, N. Matoba, Y. Takenaka, T. Yamamoto, R. Yamauchi, H. Tsuruki and K.

Takahata. 2000. Bioactive peptides derived from food proteins preventing lifestyle-related diseases. Biofactors, 12, 143-146. (in Japanese)

2004년 1월 26일 접수
2004년 4월 3일 수리