

백합식해 발효 중 생화학적 및 미생물학적 특성 변화

구재근*·유정희¹·박권삼·김선영¹
 군산대학교 식품생명공학과, ¹군산대학교 식품영양학과

Biochemical and Microbiological Changes of Hard Clam *Shikhae* During Fermentation

Jae-Geun Koo*, Jung-Hee Yoo¹, Kwon-Sam Park and Sun-Young Kim¹

Department of food science and biotechnology, Kunsan National University,
 Kunsan 573-701, Korea

¹Department of food and nutrition, Kunsan National University,
 Kunsan 573-701, Korea

The biochemical and microbiological changes of the hard clam *shikhae* were studied during fermentation at 4-18°C for 45 days. For preparation of the *shikhae*, the shucked hard clams were blanched into 2% saline solution and were soaked in seasoning solution before mixing with salt, cooked grain and spices. During fermentation, the initial pH steadily decreased from 5.0 to 4.6, but NH₂-N and VBN concentrations increased to 127 mg/100 g and 27.0 mg/100 g, respectively. Alanine, taurine, glutamic acid, and aspartic acid concentrations increased, but arginine concentration decreased by fermentation. The major organic acids of the fermented *shikhae* were lactic acid, succinic acid and acetic acid. The major free sugar were maltose, glucose and fructose. The concentration of total viable cell (2.1×10^5 CFU/g) and proteolytic bacteria (1.2×10^5 CFU/g) increased to 4.4×10^8 CFU/g and 9.8×10^7 CFU/g, respectively until day 15 and then slightly decreased. The concentration of yeast (2.4×10^5 CFU/g) increased to 1.6×10^7 CFU/g until day 25, but lactic acid bacteria (5.0×10^8 CFU/g) increased to 5.0×10^8 CFU/g until day 9. *Vibrio* species was not detected on the TCBS agar during fermentation.

Key words : Hard Clam, *Shikhae*, Biochemical Change, Microbiological Change, Fermentation

서 론

식해는 수산물에 소금과 곡류를 넣어 발효, 숙성시킨 식품으로 소금만 넣어 발효시킨 것갈에 비해 염도가 낮고 유기산 및 유리당 함량이 높아 저식염 제품을 선호하는 현대인의 기호에 보다 적합하다. 식해는 오랜 역사를 가진 우리의 전통 식품으로 1600년대 말 주방문(酒方文)을 비롯한 여러 고문헌에 어류, 연체류, 갑각류, 패류 등 다양한 종류의 식해가 수록되어 있다 (Lee and Lee, 1989). 그러나 현재는 가자미식해, 명태식해, 오징어식해 만이 동해안 일부 지역에서 지역 특산품으로 소규모로 생산되고 있다. 오랜 전통과 우수한 기호성에도 불구하고 식해가 상업적으로 대중화되지 못한 것은 현재까지 전래된 식해의 종류가 극히 적고 제품의 저장성이 낮아 동해안 일부 지역을 제외한 지역에서는 식해를 접할 기회가 적었기 때문이다. 따라서 우리의 우수한 수산 전통식품인 식해 산업의 발전을 위해서는 다양한 종류의 식해 개발과 더불어 저장성을 향상시키기 위한 체계적인 연구가 필요하다. 현재까지 수행된 식해에 관한 연구는 가자미식해의 발효특성 (Lee et al., 1983; Jung et al., 1992; Souane et al., 1987), 명태식해의 발효특성 (Cha et al., 2004a; Cha et al., 2004b; Choi et al., 2002), 오징어식해의 발효특성 (Lee et al., 1996; Kim et al., 1994a; Kim et al., 1994b; Lee et al., 2001), 식해의 기능성

(Cha et al., 2002; Kim et al., 2001)에 관한 연구가 있지만 새로운 식해 개발에 관한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 위생상으로 안전하고 저장성도 우수한 패류식해를 개발하기 위해 서해안에서 많이 생산되는 백합을 원료로 식해를 제조한 후 발효 과정 중 정미성분과 미생물 변화를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

식해의 주원료인 백합은 2007년 5월에 전라북도 하체에서 각고 45 mm, 각장 65 mm 정도인 것을 구입하여 사용하였고, 식해의 부원료인 메조, 엿기름, 식초, 조청, 울리고당, 고춧가루, 마늘, 생강, 무 등은 2007년 5월 전라북도 군산 중앙시장에서 구입하여 사용하였다.

백합 식해제조

백합 식해 제조 조건 설정을 위해 예비 실험을 통해 군산대학교 교직원과 학생 37명을 대상으로 색, 냄새, 맛, 조직감의 기호도를 조사하여 전처리 조건, 부원료 배합비, 발효 온도조건을 선정하였다. 즉, 백합 껍질을 제거한 후 끓는 2% 식염수에 15초간 담가 데친 후 체에 밭쳐 물기를 뺐다. 데친 백합 살을 조미액 (데친 백합 살을 기준으로 설탕 10%, 2배 식초 10%, 미림 8%, 간장 2.5%, 소금 2.5%)에 넣고 냉장고에서

*Corresponding author: kseaweed@kunsan.ac.kr

12시간 침지하였다. 조미된 백합에 메조 (80%), 고춧가루 (10%), 마늘 (10%), 생강 (1.6%), 엿기름분말 (2.6%), 소금 (5.2%)을 넣고 균일하게 혼합한 후 유리병에 넣어 밀봉한 후 45일간 (상온에서 7일간 발효시킨 후 4℃에서 38일간 숙성) 숙성시켰다.

염도, pH, 산도, 아미노태 질소, 휘발성 염기 질소 (VBN) 분석

염도는 Mohr법 (KFDA, 2008)으로 측정하였고, pH는 pH meter (Orion model 420A, Orion, USA)로 측정하였다. 산도는 Cha et al. (2004a)에 따라 측정하였고, 아미노태 질소는 Formol 법 (KFDA, 2008)으로, VBN은 conway unit를 이용한 미량화산법 (KFDA, 2008)으로 측정하였다. 각 분석값은 3회 반복하여 평균값을 나타내었다.

정미 성분 분석

핵산관련물질은 Lee et al. (1984)의 방법에 따라 HPLC를 사용하여 분석하였고, 유기산은 핵산관련물질과 동일한 방법으로 유기산을 추출한 후 Wang and Zhou (2006)의 방법에 따라 Aminex HPX-87H (7.8×300 mm) column에 이동상으로 4 mM sulfuric acid를 분당 0.5 mL를 흘리면서 UV 210 nm에서 측정하였다. 유리당은 시료에 3배량의 95% 에탄올을 첨가하여 유리당을 추출한 후 Choi et al. (2002)에 따라 분석하였다. 유리아미노산은 Pico-tag method (Bilingmeyer, 1987)에 따라 분석하였다.

미생물 측정

총 균수의 측정은 plate count agar (Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하여 35℃에서 48시간 배양하여 집락수를 측정하였다. 단백질분해 세균 측정은 plate count agar에 최종농도 2%의 skim milk를 넣은 배지를 사용하여 35℃에서 48시간 배양한 후 colony 주위에 투명한 환을 생성하는 집락수를 측정하였다. 효모측정은 potato dextrose agar (Difco Co., Detroit, MI, USA)의 pH를 10% tartaric acid로 pH 3.5로 조정된 후 30℃에서 72시간 배양하여 측정하였다. 젖산균의 측정은 bromophenol blue를 첨가한 *Lactobacillus* MRS agar (Difco Co., Detroit, MI, USA), *m-Enterococcus* agar (Difco Co., Detroit, MI, USA) 및 Elliker agar (Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하여 30℃에서 48, 72, 96시간 배양한 후 젖산균을 측정하였다. 비브리오균은 선택배지인 TCBS agar (Merck)를 사용하여 35℃에서 48시간 배양한 후 측정하였다.

결과 및 고찰

발효 중 pH 및 총산도의 변화

백합식해의 발효 중 pH와 산도의 변화는 Fig. 1과 같다. pH는 담금 후 7일까지 5.0 ~ 5.1로 거의 변화가 없었으나 이후 서서히 감소하여 45일째에 4.6 ~ 4.7값을 나타내었다. 산도도 7일까지는 0.4% 부근으로 거의 변화가 없었으나 이후 서서히 증가하여 45일째에 0.7% 부근 값을 나타내었다.

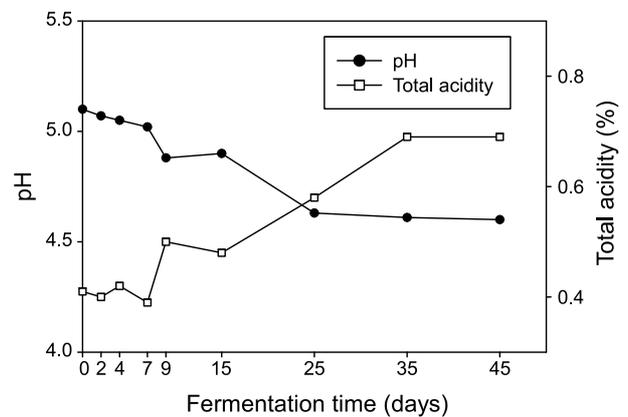


Fig. 1. Changes in pH and total acidity of hard clam *sikkhae* during fermentation.

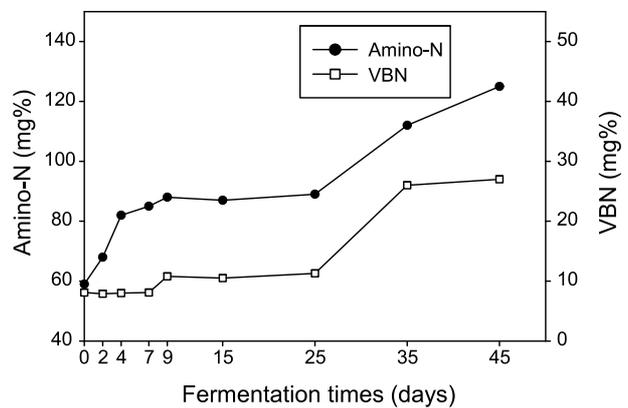


Fig. 2. Changes in amino-N and volatile basic nitrogen (VBN) concentrations of hard clam *sikkhae* during fermentation.

반면에 전통적 방법으로 제조한 가자미식해(Lee et al., 1983), 오징어식해 (Lee et al., 2001), 멥태식해 (Cha et al., 2004a)의 pH는 담금 직후 6.6 ~ 6.9에서 숙성 7 ~ 10일째에 4.5 부근으로 급속히 감소하였다. 따라서 백합식해가 다른 식해에 비해 초기 pH가 낮고 발효 중 pH의 저하 속도도 낮음을 알 수 있다. 이러한 차이는 blanching 및 식초가 함유된 조미액 침지과정에서 초기 미생물 및 효소 활성이 감소되었기 때문으로 여겨진다.

발효 중 아미노태 질소 및 휘발성 염기 질소 함량의 변화

백합식해의 발효 중 아미노태 질소와 휘발성 염기 질소 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 아미노태 질소는 담금 직후 약 60 mg/100 g에서 7일째 85 mg/100 g으로 급속히 증가한 후 이후 완만히 증가하다가 25일 후에 다시 급속히 증가하였다. 발효 45일째 백합식해의 아미노태 질소 함량 130 mg/100 g은 멥태식해의 아미노태 질소 250 mg/100 g (Cha et al., 2004a), 오징어식해 300 mg/100 g (Kim et al., 1994a), 가자미식해 290 mg/100 g (Lee et al., 1983)에 비해 낮았으나 Choi et al.

(2002)이 보고한 경상도 전통 마른 명태식해의 113.3 mg/100 g에 비하여는 높았다. 이러한 차이는 원료의 종류, 배합비 및 원료 전처리 과정의 차이 때문으로 생각된다.

휘발성 염기 질소는 발효 7일까지 8.0 mg/100 g 부근으로 거의 변화가 없었고 이후 서서히 증가하여 45일째 27.0 mg/100 g을 나타내었다. 반면에 가자미식해 (Lee et al., 1983)의 휘발성 염기 질소는 담금 초기 약 25 mg/100 g에서 14일째 150 mg/100 g으로, 명태식해 (Cha et al., 2004a)도 담금 초기 20 mg/100 g에서 20일째 50 mg/100 g으로 증가하였다. 이러한 차이는 원료의 특성 및 제조 공정의 차이 때문으로 여겨진다. 특히 휘발성 염기 질소가 선도 및 비린내와 밀접한 관련이 있는 점을 미루어 볼 때 휘발성 염기 질소의 함량이 낮은 백합식해가 현대인의 기호에 적합할 것으로 생각된다.

발효 중 유리당 및 유기산 함량의 변화

발효 중 sucrose는 급격히 감소한 반면 fructose, maltose, glucose는 계속 증가하였다 (Table 1). Sucrose의 감소와 maltose, glucose, fructose의 증가는 설탕과 전분이 엿기름과 미생물에 의해 분해되었기 때문이다. 전통 명태식해 (Choi et al., 2002)의 유리당 함량은 glucose, maltose, lactose, maltotriose, fructose 순으로 높았는데 백합식해에서는 maltose, glucose, fructose 순으로 함량이 높았다. 이러한 차이는 부원료의 조성 차이 때문으로 생각된다.

유기산 함량은 담금 직후에는 acetic acid와 succinic acid의 함량이 높았고, 45일 째는 lactic acid, acetic acid, succinic acid의 함량이 높았다. 발효 초기 acetic acid와 succinic acid 함량이 높은 것은 조미액에 함유된 식초와 백합에 succinic acid가 전체 유기산의 63.5%로 가장 많이 함유되어 있기 때문이다 (Jo and Park, 1985). Lactic acid는 발효 7일까지는 검출이 되지 않았으나 9일부터 급속히 증가하여 45일째에 440.4 mg/100 g에 도달하였다. Lee et al. (2001)은 전통 마른오징어 식해의 발효 중 lactic acid의 증가가 현저하다고 하였고, Cha et al. (2004a)은 전통 명태 식해의 발효 중 lactic acid, citric acid 및 malic acid 순으로 식해의 신맛에 영향을 미친다고 하였다. 백합식해의 경우에는 lactic acid, acetic acid, succinic acid가 가장 중요한 역할을 할 것으로 생각된다.

Table 1. Changes in free sugars concentrations of hard clam *sikkae* during fermentation

Fermentation days	Free sugar ¹⁾			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
0	3.0	4.6	6.3	5.0
2	4.6	6.4	2.5	6.4
4	5.6	7.3	0.2	7.1
7	6.3	8.3	- ²⁾	7.6
9	6.1	7.9	-	8.4
15	6.2	8.3	-	8.4
25	6.5	9.3	-	10.1
35	6.5	8.7	-	9.5
45	6.5	9.6	-	10.1

¹⁾ Concentration are on a dry weight and salt free basis (g/100g).

²⁾ - : Not detected.

Table 2. Changes in organic acids concentrations of hard clam *sikkae* during fermentation

Organic acid ¹⁾	Fermentation time (days)								
	0	2	4	7	9	15	25	35	45
Oxalic	17.2	14.6	19.6	15.8	14.4	15.2	15.0	12.7	9.9
Citric	138.6	118.6	126.2	131.4	104.3	125.0	78.8	70.7	48.5
Malic	61.6	- ²⁾	63.1	63.1	75.0	92.9	55.3	55.0	71.8
Succinic	446.9	490.7	568.8	695.0	464.6	489.1	395.7	337.4	278.8
Lactic	-	-	-	-	80.8	148.1	219.8	381.3	440.4
Acetic	513.9	430.1	530.1	507.3	426.3	553.5	458.6	352.5	351.8
Total	1,178.2	1,054.0	1,307.8	1,412.6	1,165.4	1,423.8	1,223.2	1,209.6	1,201.2

¹⁾ Concentration are on a dry weight and salt free basis (mg/100g).

²⁾ - : Not detected.

발효 중 유리 아미노산과 핵산관련 물질 함량의 변화

총 유리아미노산 함량은 담금 직후 716.2 mg/100 g에서 45일째는 1,404.9 mg/100 g으로 증가하였다 (Table 3). 담금 직후에는 alanine, taurine, arginine의 3종이 총 유리아미노산의 52.1%를 차지하였으나 발효 45일째에는 alanine, taurine, glutamic acid, aspartic acid 4종이 전체 유리아미노산의 59.9%를 차지하였다. Glutamic acid와 aspartic acid는 감칠맛에 관여하고, alanine은 단맛에 관여하는 점 (Hayashi et al, 1981 ; Cha et al., 2004a) 을 미루어 볼 때 alanine, glutamic acid, aspartic acid 3종의 아미노산이 백합 식해의 맛에 직접적으로 관여할 것으로 판단된다.

Table 3. Changes in free amino acids concentrations of hard clam *sikkae* during fermentation

Amino acid ¹⁾	Fermentation time (days)								
	0	2	4	7	9	15	25	35	45
Aspartic acid	37.4	39.6	41.4	47.9	47.8	48.0	108.3	133.6	175.7
Glutamic acid	59.9	62.2	59.2	67.2	61.3	62.6	104.8	157.9	182.7
Hydroxyproline	40.5	39.3	38.5	22.8	36.3	35.5	71.1	60.6	94.3
Serine	9.8	19.8	10.0	13.8	12.7	17.7	37.7	41.0	70.8
Glycine	48.6	44.9	40.5	41.0	37.0	34.2	52.1	64.5	87.6
Taurine	114.9	110.9	100.9	114.6	107.7	98.2	129.1	172.1	222.4
Histidine	9.1	- ²⁾	-	-	-	-	-	-	-
Threonine	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Alanine	151.1	151.0	149.4	139.8	129.9	126.1	156.3	198.9	260.3
Arginine	107.0	94.0	95.2	95.0	93.9	99.6	121.3	59.3	56.1
Tyrosine	7.4	10.7	11.1	9.4	9.1	11.1	17.1	17.9	14.4
Valine	8.9	10.1	11.6	13.6	13.7	14.0	17.4	39.5	32.8
Methionine	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Cystine	68.7	94.2	85.2	53.6	69.9	61.3	94.2	92.4	100.8
Leucine	26.0	7.0	7.8	24.1	26.3	25.7	44.6	44.7	49.2
Phenylalanine	13.1	16.4	15.4	20.5	19.8	20.2	34.4	44.0	57.8
Lysine	4.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	716.2	700.1	666.2	663.3	665.4	654.2	988.4	1126.4	1404.9

¹⁾ Concentration are on a dry weight and salt free basis (mg/100g).

²⁾ - : Not detected.

Table 4. Changes in ATP related compounds concentrations of hard clam *sikhae* during fermentation

ATP related compounds	Fermentation time (days)								
	0	2	4	7	9	15	25	35	45
Hypoxanthine	0.6	0.7	1.0	1.3	1.3	1.5	1.8	1.5	1.3
Inosine	1.0	1.4	1.1	1.3	0.7	0.7	0.6	0.9	1.0

Table 5. Changes in the number of microflora of hard clam *sikhae* during the fermentation

Microflora	Fermentation time (days)								
	0	2	4	7	9	15	25	35	45
Total viable bacteria	2.1×10^5	2.5×10^5	6.3×10^5	4.4×10^7	4.3×10^8	4.4×10^8	4.0×10^8	3.8×10^8	3.5×10^8
Proteolytic bacteria	1.2×10^5	1.6×10^5	2.8×10^5	9.4×10^6	6.0×10^7	9.8×10^7	7.5×10^7	1.3×10^7	9.0×10^6
Yeast	2.4×10^3	2.8×10^3	8.5×10^3	4.5×10^5	6.0×10^6	5.9×10^6	1.6×10^7	8.8×10^6	2.2×10^6
Lactic acid bacteria	3.6×10^4	3.9×10^4	4.2×10^4	8.0×10^7	5.0×10^8	4.9×10^8	4.8×10^8	4.8×10^8	4.7×10^8

핵산관련 물질은 담금 직후에도 ATP, ADP, AMP, IMP는 검출되지 않았다 (Table 4). 발효 중에 hypoxanthin과 inosine의 함량도 일부 미량 검출되었으나 백합 식해의 맛에 기여 정도는 미미 할 것으로 판단된다.

발효 중 총 균수 및 단백질 분해 세균의 변화

발효 중 총 균수의 변화는 담금 직후 2.1×10^5 CFU/g에서 15일째 4.4×10^8 CFU/g 까지 증가한 후 서서히 감소하여 발효 45일째에는 3.5×10^8 CFU/g이었다 (Table 5). 오징어식해 (Kim et al., 1994b)와 명태식해 (Cha et al., 2004b)의 경우 숙성 10일 경에 각각 3.4×10^9 CFU/g, 2.6×10^9 CFU/g로 최고치에 도달한 후 서서히 감소하였다. 총 균수의 최고치에 있어 백합식해가 오징어식해보다 약 7.7배, 명태식해보다 약 6배 정도 낮았다. 이러한 차이는 blanching, 식초를 함유한 조미액에 침지, 발효 온도의 차이 때문으로 생각된다.

단백질분해 세균은 담금 직후 1.2×10^5 CFU/g에서 저장 15일째에 최고치인 9.8×10^7 CFU/g에 도달한 후 서서히 감소하여 저장 45일에는 9.0×10^6 CFU/g이었다 (Table 5). 단백질분해 세균의 변화 경향은 총 균수와 유사하였으며 최고치를 나타낸 발효 15일째의 단백질분해 세균은 총 균수의 약 22%를 차지하였다. Lee et al. (1983)은 가자미식해에서 단백질분해 세균은 숙성 14일경에 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g으로 최고치에 도달한 후 급격히 감소하였다고 보고하였으며, Cha et al. (2004b)은 명태식해를 5°C 및 20°C에서 숙성하였을 경우, 숙성 12일경에 단백질분해 세균은 각각 8.2×10^6 및 6.5×10^8 CFU/g의 최고치에 도달한 후 서서히 감소한다고 보고하였다.

발효 중 효모의 변화

발효 중 효모의 변화는 Table 5와 같다. 담금 직후 $2.4 \times$

10^3 CFU/g에서 발효 기간의 경과에 따라 증가하여 저장 25일째에 최고치인 1.6×10^7 CFU/g에 도달한 후 서서히 감소하였다. Cha et al. (2004b)은 명태식해의 숙성 중 효모의 변화는 5°C에서는 10^4 CFU/g 전후로 적고, 20°C에서는 저장 18일까지 약간의 증감이 있다가 23일경에는 다시 급격히 증가한다고 보고하였다. 백합식해의 경우, 명태식해보다는 효모수가 많은 편이며, 효모가 최고치에 도달하는데 걸리는 시간은 세균보다 10여일 늦게 나타나는 특징이 있었다. 이는 일반적으로 세균보다는 효모의 생육최적 온도가 낮다는 점과 효모에도 각각 생육최적 온도 범위가 다르기 때문으로 생각된다.

발효 중 젖산균의 변화

발효 중 젖산균의 변화는 *Lactobacillus* MRS agar, m-*Enterococcus* agar 및 *Elliker* agar에 나타난 결과가 거의 유사하였기 때문에 *Lactobacillus* MRS agar에서 나타난 결과로 나타내었다. 초기의 젖산균수는 3.6×10^4 CFU/g이었으나, 저장 기간에 따라 증가하여 저장 9일째 최고치인 5.0×10^8 CFU/g에 도달한 후 45일 까지 거의 변화가 없었다 (Table 5). Jo et al. (1997)은 저염 조미 오징어 젖갈을 10°C에서 숙성시키면서 경시적인 젖산균수의 변화를 조사한 결과 젖산균은 숙성적기에서 급격히 증가하고 이때 총 균수의 대부분은 젖산균이 차지한다고 보고하였다. Cha et al. (2004b)은 명태식해를 20°C에서 숙성하면 젖산균인 *Latobacillus*속은 10일경에 최고치 1.2×10^9 CFU/g에 이른 다음 저장 30일까지 거의 변화가 없으며, *Leuconostoc*속은 숙성 3일경에 최고치 7.0×10^6 CFU/g에 이른 후 급격히 감소하며, *Pediococcus*속은 5일경에 최고치 10^8 CFU/g에 이른 다음 서서히 감소하며, *Streptococcus*속은 9일째에 최고치 1.7×10^7 CFU/g에 이른다고 보고하고 있다. 보고된 명태식해와 백합식해의 결과를 비교해보면, 명태식해보다는 젖산균수가 적게 나타났으나 숙성과정중의 젖산균의 변화양상은 유사하였다. 또한 저장 7일째 이후에는 총 균수보다 총 젖산균수가 많아져 저장 7일째 이후에 백합식해에 존재하는 세균은 대부분 젖산균일 가능성이 높다고 생각된다.

식해 발효 중 비브리오속의 변화

비브리오속은 주재료인 백합을 전 처리 과정에서 데웠기 때문에 존재 가능성은 낮으나 제조직후부터 발효 7일째까지 4회에 걸쳐 존재를 확인한 결과 비브리오속의 선택배지인 TCBS배지에서 colony가 전혀 확인되지 않았다(data not shown)

사 사

이 논문은 2007년 호남 seagrant 학술 용역비 지원에 의하여 연구되었습니다.

참고문헌

- Bidlingmeyer, BA, Cohen SA and Tarvin TL. 1987. A new rapid, high sensitivity analysis of amino acid in food type samples. Journal of Official Analysis Chemistry 70, 241-247.

- Cha YJ, Lee CE, Jeong EK, Kim H and Lee, JS. 2002. Physiological functionalities of traditional Alaska pollack sikhae. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31, 559-565.
- Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ and Yoo MY. 2004a. Studies on taste compounds in Alaska pollack sikhae during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 1515-1521.
- Cha, Y.J., S.J. Kim, E.J. Jeong, H. Kim and W.J. Cho. 2004b. Microbiological and enzymatic characteristics in Alaska pollack sikhae during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 1709-1714.
- Choi C, Koo TH, Kim S, Choi HJ and Seung TS. 2002. A study on quality characteristics of traditional Kyung-sangdo Myungtae (Alaska pollack) sikhae. *Korean J Dietary Culture* 17, 267-274.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konos S. 1978. Studies on flavor compounds in boiled crabs-II: Nucleotides and organic bases in the extracts. *Bull Japan Soc Fish* 44, 1357-1362.
- Jo JH, Oh SW, Kim YM, Chung DH and Kim JI. 1997. Changes in lactic acid bacteria of squid with low salt during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29, 5-9.
- Jo KS and Park YH. 1985. Studies on the organic acids composition in shellfishes 1. Nonvolatile organic acids composition of top shell, hard clam, abalone and their boiled-dried products. *Bull Korean Fish Soc* 18, 227-234.
- Jung HS, Lee SH and Woo KL. 1992. Effect of salting levels on the changes of taste constituents of domestic fermentation flounder sikhae of Hamkyeng-do. *Korean J Food Sci Technol* 24, 59-64.
- Kim KP, Rhee CH and Park HD. 2001. Isolation and characterization of cholesterol degradation bacteria from Korea traditional salt fermented flat fish. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8, 92-101.
- Kim SM, Jeong IH and Cho YJ. 1994a. The development of squid (*Todarodes pacificus*) sik-hae in Kang-nung district. *Bull Korean Fish Soc* 27, 215-222.
- Kim SM, Cho YJ and Lee KT. 1994b. The development of squid (*Todarodes pacificus*) sik-hae in Kang-nung district. *Bull Korean Fish Soc* 27, 223-231.
- Korea food and drug administration. 2004. Food Code. Korean Food and Drug Administration, Seoul, Korea, 1-164.
- Lee CH, Cho TS, Lim MH, Kang JW and Yang HC. 1983. Studies on the sik-hae fermentation made by flat-fish. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 11, 53-58.
- Lee HD, Choi HJ, Kim S, Seung TS and Choi C. 2001. Identification of lactic acid bacteria and changes of organic acid during aging of traditional Kyung-sangdo squid sikhae. *J Korean Soc Agri Chem Biotechnol* 44, 167-172.
- Lee MY and Lee HG. 1989. A bibliographical study on the shikke. *Korean J dietary culture* 4, 39-51.
- Lee NH, Oh SW and Kim YM. 1996. Biochemical changes in muscle protein of squid sikhae during fermentation-Effects of temperature and moisture content. *Korean J Food Sci Technol* 28, 291-297.
- Wang P and Zhou R. 2006. Determination of organic acids exuded from plant roots by high performance liquid chromatography. *Chin J Chrom* 24, 239-243.
- Souane M, Kim YB and Lee CH. 1987. Microbial characterization of gajami sik-hae fermentation. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 15, 150-157.

2009년 10월 15일 접수
 2009년 11월 27일 수정
 2009년 12월 18일 수리