
제 1 강연

식해의 발효기술 및 생리기능성

차 용 준 교수

창원대학교 식품영양학과

식해의 발효기술 및 생리기능성

차 용 준 교수

창원대학교 식품영양학과

1. 식해의 역사

조선시대의 젓갈 제조기술은 식염만을 침장원으로 하는 지염해를 주종으로 하였으나 동시에 일부 식해류도 있었으며 또한 젓갈의 액체만을 분리한 액젓을 조미 소재로 이용했다는 기록이 왜미록, 증보산림경제(增補山林經濟, 1766)에 기록되어 있다.

조선조 말기에 이르러서는 오주연문장전산고(五洲衍文長箋散稿, 1850년경), 규합총서(閩閩叢書, 1815), 임원십육지(林園十六志, 1827년) 등을 토대로 보다 구체적인 종류와 특히 조선조 중기까지 식해류의 대상으로 떠오르지 않았던 연체동물의 식해류가 소개되고 있다. 식해는 물고기에 소금+밥을 더하여 유산발효를 시킨 것으로 동북타이·라오스지대에서 발생한 것이다. 우리나라 문헌에 임원십육지에서 자(鮭)는 미염(米鹽)으로 어육을 발효시킨 것이라고 하였다. 자(鮭)는 식해(食醃)이다. 조선시대에는 소금+물고기를 醃(젓갈)라 하였다(1). 여기에 밥이 더해지면 “食(밥→식)+醃”로서 식해가 되었다. 실제로 채물보(1807)에서는 “鮭는 食醃이다”고 하였다. 고려시대의 향약구급방에 靑魚鮭가 나오니 고려시대의 우리나라에 식해가 있었음을 알 수 있고 조선시대의 세종실록에는 다수의 鮭가 나오고 眉巖日記에 비로소 문헌상 나타난다. 한편 “밥+엿기름+酸味料”의 감미음료를 食醃라 한다. 醃에는 즙이 많다는 뜻이 있고 또 醃은 “초→혜” 이니 유자와 같은 산미료가 들어가서 식해와 같은 말이 생겨났을 것이다. 식해와 식혜는 다 같이 엿기름을 쓰고 있으니 서로 혼돈되는 것 같다(2).

1700년대의 <음식보>에는 누룩을 starter로 이용하여 숙성을 촉진시키고 있으며 증보산림경제(1766년)에서는 연안식염방을 설명하고 있는데 여기서 starter로서 엿기름을 쓰고 있음이 특히 주목된다. 1800년대 초~중엽까지는 식해가 우리나라에 널리 分布되어 있으며 1800년대말 茶禮件記(1891·1892)를 통하여 궁중에도 식해가 있었음을 알 수 있다. 그러다가 조선무쌍신식요리제법(1924)에서는 서울에는 식해가 이제 없어졌다고 하였다(3).

문헌을 통해 알아본 조선시대의 젓갈문화는 전기에는 식해만을 사용하는 체염해를 주종으로 하여 새우젓, 조개젓, 굴젓 등이 흔히 사용하였으며 일부 식해류도 사용되었다. 크게 수산발효법으로 염장법, 주국어법, 어육장법, 식해법으로 크게 구분되는데 주국어법과 어육장법은 우리나라에서 사용된 것을 보기 어렵고 중국의 문헌을 인용하여 우리나라에 소개된 것이라고 생각된다. 우리나라는 食鹽만을 사용하는 까다로운 염해법만을 고집하였고 한편으로는 밥과 채소를 혼합, 발효하는 식해법을 발전시켜왔다(4).

2. 식해의 제조방법

소금을 침장원으로 사용하는 젓갈류와는 달리 자연발효로 생긴 유산에 의해 부패를 방지하는 것으로

곡류를 혼합해 숙성 발효시킨다. 식해법의 지역적 특색은 우리나라의 섬진강을 기점으로 하여 동부지역에서 담그는 것으로 문헌 조사되었는데, 이러한 배경에는 동해에서는 사계절 생선을 잡을 수 있으므로 구태여 오래 보존해 둘 필요가 없기 때문이며, 또한 동해안은 소금 생산량이 적기 때문에 소금이 풍부한 서해안에서는 짚이 발달하고, 소금이 부족한 동해안에서는 식해가 발달하게 된 것임을 알 수 있다 식해 담금법 중 옛기름을 넣어 담그는 곳은 남부 지역이고, 무채를 넣어 담그는 곳은 관북지역이며, 관북지방보다 남부지방에서는 익힌 곡류의 양을 많이 넣는다. 고춧가루는 관북, 남부 모두 넣으나, 남부지방에서는 제찬용 식해에는 넣지 않는다. 식해에 넣는 곡류의 종류는 그 지역에서 생산이 많이 되는 곡류를 사용하는 것으로 밝혀졌으며, 다음의 14가지 방법으로 담그는 것으로 조사되었다(5).

- ① 쌀밥+소금+옛기름,
- ② 쌀밥+옛기름+소금+밀가루,
- ③ 쌀밥+소금+고춧가루+옛기름,
- ④ 조밥+소금+고춧가루+향신료,
- ⑤ 쌀밥+소금+고춧가루+옛기름+향신료,
- ⑥ 조밥+소금+고춧가루+옛기름+무우채+향신료,
- ⑦ 조밥+소금+고춧가루+무우채+향신료,
- ⑧ 쌀밥+소금+밀가루+고춧가루+옛기름(설탕)+(향신료),
- ⑨ 쌀밥+소금+고춧가루+무우채+향신료+옛기름(설탕),
- ⑩ 찰밥+소금+고춧가루+향신료,
- ⑪ 소금+무우채+고춧가루+향신료,
- ⑫ 찰밥+고춧가루+소금+옛기름+향신료,
- ⑬ 찰밥+소금+고춧가루+옛기름+무우채+향신료,
- ⑭ 밀가루죽+소금+고춧가루+옛기름+(무우채)+향신료 등으로 담그는 것이다.

3. 명태식해의 배합비 결정 및 제조

1) 고증 및 문헌조사

식해와 같은 전통수산발효식품을 현대사회에 맞도록 산업화 하기 위해서는 ① 발효시간의 단축에 의한 전통적인 맛과 향의 보존과 주요 미생물을 분리, 확인하여 발효기간을 단축하고 균일화 하는 방법의 연구와, ② 품질 균일화를 위한 제조공정의 표준화가 필수적이라고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 명태식해를 중심으로 다음과 같은 제 특성을 검토하여 보고자 하였다.

즉, ① 전통적 방법의 명태식해 제조, ② 명태식해의 숙성 중 지배적으로 관여하는 균속의 구명, ③ 명태식해의 관능적 품질 인자 구명 등을 수행하고자 하였다.

먼저 명태식해의 제조를 위한 주성분으로는 생선(명태) + 쌀밥(조밥) + 옛기름 + 무우채 + 생강 + 마늘 + 고춧가루를 선정하였고 배합비는 Table 1을 참조하여 결정하였다. 즉 강원도에서 출생하여 전통적인 식해를 직접 담아 오랫동안 상식하여 온 가정의 비법과 전통적인 제조된 문헌(6~15)을 기준으로 하여 배합비를 결정하였으며 각 문헌상의 식해의 특성에 대한 설명은 다음과 같았다.

- o 경남 향토 음식편의 북어 식해 제조과정을 보면, 물에 불린 북어 2마리를 600g으로 환산할 때 줍살은 북어중량의 33%(200g 기준), 고춧가루는 17%(100g), 옛기름은 8%(50g), 무채는 50%(300g), 마늘은 8%(50g), 생강은 5%(30g)라고 되어 있었다.

Table 1. 문헌에 기록된 식해 제조 시 첨가된 부원료량

(g/생선100g)

생 선	쌀밥	조밥	고춧가루	엿기름	무채	마늘	생강	기 타	문 헌
오징어	멥쌀 25	25	7		5	3	1.5		6~9
오징어		20	5			5	3	물엿 5	10
생 선	o	o	o	o	o			향신료	5
가자미		30	10+4 (2차첨가)		40 (1차 발효후첨가)	7+2 (2차첨가)	5+0.8 (2차 첨가)	2단발효	11
가자미	20~50		5~10	1~3	기호에	2~3	기호에		12
명태(포)	o		o	o	o	o	o	설탕, 파	13
가자미		9.375	11.25			4.375			14
가자미		20	20			5~16	2		15
복 어 2마리	좁쌀1컵 (33)		1/2컵 (17)	50g (8)	300g (50)	50g (8)	1쪽 (5)	파 50g	경남향 토음식
식해모듬 (1kg)	좁쌀5컵		o	5 큰술	450g	o	o	파	경북향 토음료

- o 고춧가루 및 곡류의 첨가량은 식해 숙성 중의 품질 변화에는 큰 차이가 없었다(9).
- o 식해숙성 중 단백질 분해과정은 미생물 protease 및 오징어 자체 산성 protease에 의한다(10).
- o 식해는 우리나라 동남부에서만 행하여지고, 그 담금법에 따라 14가지로 분류되는데, 첨가되는 종류는 지역에 따라 상이한데 관북지방에서는 무채를 넣어 담그며, 관북과 강릉 이북에서는 조밥을 넣으며, 남부지방에서는 쌀밥을 넣는다. 향신료는 마늘이 가장 많고 그 외에 파, 생강, 깨, 참기름을 넣기도 하였다(5).
- o 가자미식해 숙성(20℃) 7일경부터 pH는 4.5~4.6으로, 초기에 지방분해균이 검출되고, 숙성 8일부터는 단백질분해균이 지배적이다. 식해발효는 20℃에서 14일 발효가 최적 조건으로 나타나 있다(14).
- o 마늘즙의 항균효과를 검색한 결과 20% 이상 첨가는 *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* 등은 억제되고 그의 곰팡이는 2.5~10% 농도에서도 저해되었다. 그러나 *Lactobacillus*, *Leuconostoc* 등은 저해되지 않았다(15).

2) 명태식해의 제조

① 원료의 배합비 결정

원료의 배합비는 명태중량당 곡물(쌀밥과 조밥; 1:1 비율) 40%, 고춧가루 15%, 엿기름 8%, 무채 40%, 마늘 5% 및 생강 3%로 하였다.

② 원료의 전처리 (배합하기 전 단계로서)

- o 명태: 동결 저장된 동태를 어시장에서 구입하여 해동한 다음, 폭 2cm 간격으로 썰어, 식염 7%을 건염법으로 가한 후 5℃에서 24시간 물기를 제거한 다음 사용하였다.
- o 무채: 무를 2cm 정도로 채를 썰어 식염 7% 수준으로 하여 5℃에서 24시간 물기를 제거한 다음 사용하였다.

이들 두 재료는 물로 다시 씻고 물기를 뺀 다음 Table 2와 같은 배합비(중량비)로 섞었다.

Table 2. 명태 식해 제조를 위한 원료배합비

명 태	쌀 밥	조 밥	고춧가루	엿기름	무 채	마 늘	생 강	
100	20	20	15	8	40	5	3	총량 211g
	20%	20%	15%	8%	40%	5%	3%	%합량/명태
47.4	9.5	9.5	7.0	3.8	19.0	2.4	1.4	100.0%

③ 명태 식해의 제조

잘게 썰어 물기를 제거한 명태육에 Table 2와 같은 배합비로 조제하였다. 먼저 무채는 고춧가루와 버무리고, 40%의 곡류밥(멥쌀 및 조를 1:1로 섞음)은 따뜻할 때 엿기름(8%)을 뿌리고 나서 마늘(5%), 생강(3%)을 버무렸다. 준비한 재료를 모두 버무리 유리용기에 다져 넣은 다음 밀봉하여 5℃ 및 20℃에 저장하면서 발효숙성시켰다.

4. 명태식해의 발효온도조건에 따른 이화학적 특성, 미생물 및 효소학적 특성

1) 저장조건의 검토

- o 조건 - A : 5℃에 저장,
- o 조건 - B : 20℃에 저장,
- o 조건 - C : 20℃에 저장한 다음 관능적으로 맛이 가장 좋은 시기에 다시 4~5℃에 옮겨 저장함으로써 식해제품의 저장성 연장효과를 비교 검토하고자 하였다.

(1) 이화학적 특성

20℃에서 숙성한 명태식해는 5℃에서 숙성한 경우보다 휘발성 염기질소(VBN) 함량 증가 정도가 높았으며, 20℃에서 10일간 숙성시킨 다음 5℃에서 저장한 경우(변온저장)는 숙성온도에 의해 그 증가가 완화되었다. 그리고 총산에서는 20℃에서 숙성한 식해의 경우는 숙성기간과 함께 그 증가폭이 증가되었으나 5℃에서 숙성한 경우는 13일까지도 산도의 증가는 없었다. 그리고 변온저장인 경우에는 온도의 차이에 따라 산도의 증가는 억제되었다. 각 제품의 염도는 저장온도나 기간에 관계없이 3.8~ 4.8% 범위로 거의 변화가 없었다.

아미노질소의 함량은 20℃ 저장 시 저장 9일(193.7mg%)까지 지속적인 증가를 보인 후 18일(256.5mg%)까지는 완만한 증가를 나타내었다. 변온저장한 경우는 16일까지 206.4mg%로서 20℃ 9일 저장한 시료(193.7mg%)와 큰 차이가 없어 5℃로 저장온도를 낮은 양의 상관성을 보인 반면, 5℃에서 숙성한 경우는 pH의 감소가 거의 없었다. 5℃에서 저장한 시료는 14일까지 135.9mg%로 거의 변화가 없었다.

(2) 미생물학적 특성

숙성과 함께 대표적인 유산균인 *Lactobacillus*속의 균이 강하게 성장하였으며, 숙성온도 20℃의 경우가 5℃보다 10³배 이상 많은 젖산균총을 나타내었다. 이는 명태식해의 숙성과정(숙성 3일 이후부터 왕성함)에서 검출된 총균수의 거의 대부분을 차지하였다. 한편 숙성과정에서 검출된 단백질 분해균을 보면 20℃에서 숙성한 명태 식해에서는 숙성 10일 경에 가장 높은 함량을 보였으며, 5℃의 경우는 숙성 13일까지 단백질 분해균은 계속해서 증가하였다. 그리고 지방 분해균은 검출되지 않았으며, 효모의 경우는 숙성 8일 이후부터 검출되기 시작하였으며 20℃에서 숙성한 경우가 그 증가폭이 컸다. *Enterococcus* 속의 균은 20℃

의 숙성에서 숙성 8일까지 계속해서 증가한 후에는 서서히 감소하였으며, 5℃에서 숙성한 경우는 숙성 초기와 비슷한 농도를 보였다.

(3) 효소학적 실험

효소학적 실험은 지방분해효소 및 단백질분해효소로 구분하여 실험하였으며, 각 효소도 산성 및 중성 효소로 구분하여 실험하였다. 지방분해효소는 명태식해의 숙성온도와는 상관없이 숙성과정에서 전혀 검출되지 않았다. 그러나 산성지방분해효소는 20℃에서 숙성 7일경에 가장 함량이 높았으며, 5℃의 경우는 숙성 3일에 최고로 증가한 다음 계속해서 감소하였다. 그리고 중성 지방분해효소는 산성에 비하여 활성이 낮았다. 단백질분해효소의 경우 산성영역에서의 효소는 20℃에서 숙성 12일경에 가장 높은 활성을 보인 반면에 5℃의 경우는 숙성 14일까지 계속해서 증가하였고 변온저장에서는 5℃로 변화함에 따라 활성은 거의 억제되었다. 한편 중성영역에서는 숙성 6~7일경에 숙성온도에 관계없이 높은 활성을 나타내었다.

(4) 조직학적 실험 및 관능검사 실험

동태육을 해동하여 7% 식염을 살염지법으로 처리한 다음 식해를 제조하는 과정에서의 텍스처를 측정 한 결과, 경도(hardness)는 감소하였으며 반면에 씹힘성(chewiness)은 증가하였다. 그리고 부착성(adhesiveness)은 살염지한 후의 명태육이 가장 높았고 다음으로 식해육 순이었다. 응집성(cohesiveness)은 처리과정에서 변화가 없었다.

식해 숙성과정에서는 경도는 20℃의 경우 숙성 3일 이후부터 계속해서 증가하였으며, 5℃의 경우는 숙성 15일까지 변화가 없었다. 한편 부착성은 20℃의 경우가 숙성기간동안 증가하였으며, 5℃의 경우는 식해 제조 당시와 비교할 때 큰 증감의 폭이 없었다. 그러나 변온저장인 경우에는 5℃에서 저장함으로서 부착성이 감소하였다. 응집성은 숙성온도에 따른 차이는 크게 나타나지 않았으나 온도가 높을수록 약간 증가하는 경향을 보였다. 그리고 씹힘성은 숙성과정에서 경도와 비슷한 경향을 보였다.

관능검사결과 20℃에서 숙성하는 것이 5℃에서 숙성하는 것보다 숙성기간 면에서나 화학적, 미생물학적 및 효소학적인 결과와 비교하여 볼 적에 양호하였으며, 상품성이 있는 제품으로 개발하기 위해서는 변온저장의 효과를 고려하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 특히 QDA(정량적 묘사분석) 및 관능검사 결과에서 20℃에서 10일간 숙성한 다음 5℃에서 3일 저장하였을 경우 즉 변온저장 13일째에 맛과 냄새 종합적인 평가에서 가장 양호한 점수를 얻었다.

(5) 생리기능적 특성

젓갈류에서 밝혀진 생리기능적 특성은 Table 3과 같다. 한편 명태식해를 제조하여 저장·숙성조건에 따른 항균성, 항산화성, 항고혈압성 및 항콜레스테롤성 등의 생리적 기능 특성에 대해 조사하였다. 항균성에서는 9종의 균주에 대해 모두 항균작용이 있는 것으로 나타났으며, 이중 gram 양성균에 대해 *Listeria monocytogenes*를 제외하고 저장 직후에 항균활성이 나타났으며, 모든 gram 양성균에 대해 전 저장기간 동안 항균활성이 확인되었고, *Staphylococcus aureus*에 대해 강한 항균활성을 나타내었다. 반면에 gram 음성균 및 진균류에 대해서는 항균활성이 gram 양성균에 비해 약하였다. 항산화성은 저장·숙성조건에 따라 모두 관능적으로 맛이 우수한 15~16일 경에 가장 강한 항산화 활성을 나타내었으며, 그 후로는 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 항고혈압성은 명태식해 제조 직후를 제외하고는 모든 저장·숙성조건에서 항고혈압 활성이 나타났으며, 항콜레스테롤성은 20℃ 15일과 변온 16일에서만 항콜레스테롤 활성이 검출되었다. 이러한 결과를 바탕으로 할 때 전통적인 방법에 따라 제조된 명태식해는

김치류와 같은 우수한 생리적 기능성을 가지고 있었으며, 명태식해의 유통기간 연장을 위한 변온조건에서도 그 생리적 기능성이 계속해서 유지됨을 알 수 있었다(17).

Table 3. 젓갈류에서 밝혀진 생리기능성(16)

기능성	젓갈류
HepG2 인간간암세포 성장 억제 효과	전어밤젓, 꿀뚜기젓, 오징어젓, 새우젓, 가지미 식해, 명태식해, 오징어식해
김치의 부재료로 사용되어 Angiotensin 전환효소 저해 작용에 영향(4℃ 숙성)	멸치육젓, 멸치액젓, 새우젓, 저염 까나리아젓
박테리오신(Lacticin NK24) 생성	창란젓
박테리오신 생성 균주(<i>Lactococcus lactis</i> isolate SA72)	
혈전용해 균주(<i>Bacillus subtilis</i> KJ-48) 생성	

(6) 휘발성 화합물의 특성

저장중 휘발성 향기성분을 LLCE/GC/MS법으로 분석한 결과 총 65종의 화합물이 검출되었다. 이는 주로 함황화합물류(11종), 알콜류(13종), acid류(13종), 알데히드류(4종), 케톤류(4종), 테르펜류(6종), 방향족화합물류(4종) 및 기타 화합물류(10종)로 구성되어 있었다. 한편 명태식해 숙성중 함황화합물류(3- (methylthio)-1-propene, dimethyl disulfide, diallyl sulfide, methylallyl disulfide, methyl-(E)-propenyl disulfide, dimethyl trisulfide, 2 diallyl disulfide isomers, diallyl trisulfide), 산류(acetic acid, butanoic acid), 케톤류(2,3-butanedione, 6-methyl-5-hepten-2-one) 및 기타 화합물류 중의 에스테르류(ethyl formate, ethyl acetate)가 저장기간에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내고 있었다($p < 0.05$). 특히 함황화합물류는 명태식해의 숙성과정 전반에 걸쳐 영향을 미칠 것으로 추정되었고, acid류, 케톤류 및 에스테르화합물류는 숙성 후반에 더 크게 관여할 것으로 추정되었다(18).

5. 맺는말

우리나라의 전통적 수산발효식품인 식해에 관련된 역사적 고찰을 살펴보았다. 그리고 일부분이지만 명태를 시료로 식해의 산업적 응용성에 초점을 맞추어 우리나라의 전통적 식문화를 과학적으로 재조명하였는데, 많은 식품학적 기능성과 건강성을 가지고 있는 우수한 전통식품이라는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 지역에 따라 특성에 맞게끔 부원료의 첨가량을 조절한다면 지역의 특산물로서 자리를 잡을 수 있다고 본다.

기술적으로 식해 제조는 유기산 발효와 함께 젓산 생성균이 많이 생성되고, 첨가되는 부원료가 김치의 부원료 구성과 거의 일치하므로 최종 제품은 김치의 효능과 유사한 생리적 기능 특성을 가진 천연조미료로서 그 기능을 할 수 있다고 본다. 따라서 여러 가지 소재의 제품을 발굴하여 전통식품을 산업화한다면 앞으로 우리의 식탁에서 건강식품으로 각인될 날이 빨리 올 것이라 기대된다.

참고문헌

1. 이성우. 식해와 식혜. 한국식품문화사(이성우 저). 교문사 1984.
2. 장지현. 한국전래 해류식품 제조사. 성심여자대학 논문집 7, 79-183, 1976.
3. 이용기. 조선무신식요리제법, 영창서관 1924
4. 이응호. 젓갈류. 한국전통발효식품연구의 현황과 전망. 한국산업미생물학회, 한국식문화학회, 한국식품과학회 공동주관 심포지움논문집, pp.65-76, 1988년 11월 26일, 한국과학기술원.
5. Suh, H. K. A study on the regional characteristics of Korean Chotkal, -The ways of preservation of Chotkal-. Korean J. Dietary Culture 2(2), 149-161 (1987)
6. Kim, S. M., Jeong, I. H. and Cho, Y. J.: The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-Nung district. 1. The effect of fermentation temperatures and periods on the properties of squid Sik-hae. Bull. Korean Fish. Soc. 27(3), 215-222 (1994) (in Korean)
7. Kim, S. M., Cho, Y. J. and Lee, K. T.: The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-Nung district. 2. The effect of fermentation temperatures and periods on chemical and microbial changes, and the partial purification of protease. Bull. Korean Fish. Soc. 27(3), 223-231 (1994) (in Korean)
8. Kim, S. M., Bank, O. D. and Lee, K. T.: The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-Nung district. 3. The effect of garlic concentrations on the properties of Sik-hae. Bull. Korean Fish. Soc. 27(4), 357-365 (1994) (in Korean)
9. Kim, S. M., Bank, O. D. and Lee, K. T.: The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-Nung district. 4. The effect of red pepper and grain contents on the properties of Sik-hae. Bull. Korean Fish. Soc. 27(4), 366-372 (1994) (in Korean)
10. Lee, N. H., Oh, S. W. and Kim, Y. M.: Biochemical changes in Muscle protein of squid Sikhae during fermentation. -Effects of temperature and moisture content. Korean J. Food Sci. Technol., 28(2), 292-297 (1996) (in Korean)
11. Jung, H. S., Lee, S. H. and Woo, K. L.: Effect of salting levels on the changes of taste constituents of domestic fermented flounder Sikhae of Hamkyeng-Do. Korean J. Food Sci. Technol. 24(1), 59-64 (1992) (in Korean)
12. 김영명. 김동수. 한국의 젓갈. 창조사, 서울. p. 400-416 (1990)
13. Lee, M. Y. and Lee, H. G.: A bibliographical study on the Shikke. Korean J. Dietary Culture, 4(1) 39-51 (1989) (in Korean)
14. Lee, C. H., Cho, T. S., Lim, M. H., Kang, J. W. and Yang, H. C.: Studies on the Sik-hae fermentation made by flat-fish. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 11(1), 53-58 (1983) (in Korean)
15. Souane, M., Kim, Y. B. and Lee, C. H.: Microbial characterization of gajami sik-hae fermentation. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 15(3), 150-157 (1987)
16. 차용준. 젓갈산업의 현황과 기술적인 문제점. 월간 식품세계 9월호, pp.58-64, (2001)
17. Cha Y.J., Lee C.E., Jeong E.K., Kim H. and Lee J.S. Physiological functionalities of traditional Alaska pollack Sik-hae. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31(4), 559-565, 2002.
18. Cha Y.J., Jeong E.J., Kim H., Lee Y.M. and Cho W.J. Changes of volatile components in Alaska pollack Sik-hae during low-temperature fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31(4), 566-571, 2002.