

수산 식품의 가공

한 봉 호

부경대학교 수산과학대학 식품공학과

I. 서 론

우리 나라 식품산업은 그 동안 비약적으로 발전하여 왔으며, 최근에는 수산식품이 건강식품 또는 장수식품으로 밝혀짐에 따라 수산식품에 대한 인식도 새로워졌다. 그러나 수산물의 수입 자유화, 연안의 오염과 자원고갈, 세계 각국의 연안보호 정책 등으로 말미암아 어민들이 심각한 어려움을 겪고 있다. 이러한 어려움을 타개하기 위한 방안의 하나로서 이용도가 낮은 어류를 이용한 전통 수산발효식품의 품질 개선 및 다품종 소량생산체제 구축과 기존 가공공정의 자동화 및 최적화를 생각할 수 있다.

최근 4~5년 간의 우리 나라 수산식품의 생산동향을 보면, 표 1에서와 같이, 단순가공품이 고차가공품에 비하여 2배 정도의 규모를 차지하고 있다. 단순가공품의 생산량은 원형동결품, 해조가공품, 건제품, 염장품 및 젓갈류의 순이다. 고차가공품중에서는 연제품이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 냉동식품과 통조림이 그 뒤를 따르고 있다. 여기서는 단순가공품중 전통 수산발효식품으로서 꾸준히 수요를 창출하고 있는 젓갈류의 가공상 문제점과 품질개선 방안에 대하여 고찰하고 새로운 가공 방법의 가능성을 제시하고자 한다.

II. 젓갈류

우리 나라의 전통 수산발효식품 중, 가장 대표적인 것으로는 젓갈류를 들 수 있다. 젓갈류는 어패류의 육, 내장, 생식소 등에 식염을 첨가하여 부패를 억제하면서 자가소화 및 미생물의 작용에 의하여 원료 단백질을 발효·숙성시킴으로써 적당히 분해시킨 제품이다. 젓갈류는 단백질 이외에 당질, 지질, 유기산, 기타 성분들이 적당히 분해되고 어울려서 진한 감칠맛을 나타내므로 직접 식용으로 이용될 뿐만 아니라, 김치의 부원료나 조미료로서도 많이 이용된다. 제품은 맛이 독특하며 아미노산이나 무기물 성분이 풍부하게 함유되어 있고, 소화흡수도 양호하며, 영양적으로도 훌륭한

한 식품으로 인정되고 있다.

젓갈류는 그 특성상 독특한 풍미를 지니고 있는데, 기성세대는 이 풍미를 어패류 육의 발효·숙성 중에 생기는 '오묘한 풍미'라 하여 긍정적으로 받아들이고 있다. 그러나 서구식 식생활에 몰들어 가고 있는 미래 세대로부터는 그 풍미가 사실상 외면당하고 있다. 그러므로 젓갈류는 김치의 조미료로 쓰이는 이외에는 일반 기호식품으로서의 대량소비는 기대할 수가 없는 실정이다. 또한, 젓갈류에 대한 이제까지의 연구는 재래식 젓갈류를 대상으로 발효·숙성중의 미생물상의 변화, 정미성분 및 냄새성분의 특성해석 및 제품의 안정성 등에 초점을 맞춘 것이 대부분이다. 그리고 재래식 젓갈류의 품질 개선책으로서 수행된 연구로는 젓갈의 식염농도를 낮추기 위한 시도뿐이고, 젓갈류의 규격화, 가공공정의 개선과 그에 따른 기호성, 상품성 및 저장성 등에 관한 연구는 극히 미진한 실정이다.

젓갈류는 대개 발효·숙성 2~3개월 후에 오묘한 풍미를 나타내게 되는데, 그 이후에도 가수분해가 계속 되어 품질이 일정하게 유지되지 않는다. 따라서 규격품의 지속적인 공급이 불가능하다는 문제점을 지니고 있다. 젓갈류가 계속 가수분해되면 이를 액젓으로 이용할 수 밖에 없는데, 액젓은 젓갈류가 지니는 문제점 이외에도 극심한 지방산화가 일어나는 단점을 지니고 있다. 이와 같이 젓갈류가 우리의 전통 수산발효식품임에도 불구하고 그 용도가 한정되고, 기업적 상품화가 보편화되지 못하고 있는 이유는 다음과 같은 몇가지 취약점 때문으로 요약할 수 있다.

- ① 식염 함량이 지나치게 높다.
- ② 기호성이 좋지 못하다.
- ③ 발효·숙성 기간이 길다.
- ④ 규격품의 생산이 어렵다.
- ⑤ 제품의 상품 수명이 짧다.
- ⑥ 계획 생산이 어렵다.
- ⑦ 위생적 품질 관리가 어렵다.
- ⑧ 수송 및 취급이 어렵다.

그러므로 이러한 젓갈류 제품의 문제점들을 해결하고, 재래식 젓갈류 제조공정과는 다른 새로운 공정과

표 1. 품종별 수산 가공품 생산 동향

(단위: M/T)

품종	연도	1992년	1993년	1994년	1995년
연근해산	고차 가공품	298(37%)	278(35%)	303(34%)	309(34%)
	처리 동결품	78	73	75	74
	연제품	93	99	109	108
	통조림	55	49	64	63
	어분·어유	58	46	42	49
	조미 가공품	13	10	12	14
	한천	1	1	1	1
원양산	단순 가공품	513(63%)	516(65%)	595(66%)	601(66%)
	원형 동결품	319	337	416	430
	혜조 가공품	135	109	117	94
	건제품	34	50	40	50
	염장품 및 젓갈	17	13	10	17
	기타	8	7	12	10
	소 계	811	794	898	910
총 계	냉동	960	691	810	771
	원형	934	671	788	733
	처리	20	15	22	38
	어분·어유	6	5	6	11
소 계	960	691	816	782	
총 계	1,771	1,485	1,714	1,692	

*자료: 해양수산부 수산가공과·수산연감(사단법인 한국수산회, 1996).

다양한 품미의 신제품을 개발하는 일은 우리의 전통 수산발효식품의 보급 확대를 위하여 반드시 해결되어야 할 과제이다.

1. 젓갈류의 연구 동향

현재까지의 대부분의 젓갈류에 관한 연구는 발효·숙성중의 미생물상의 변화, 아미노산, 지방산, 정미성분 및 냄새성분 등의 화학적 조성의 변화, 그리고 저식염 젓갈의 제조 등이 대부분이며, 공정의 개선에 관한 연구는 극히 일부에 불과하다.

젓갈의 발효·숙성은 원료 자체의 효소에 의한 자가소화와 발효·숙성중에 미생물이 분비하는 효소의 작용에 크게 영향을 받으며, 특히 protease, RNA-polymerase 및 5-phosphodiesterase 등의 효소를 생산하는 내염성 미생물의 작용이 필수적이라고 지적되고 있다. 한 예로서 새우젓의 경우를 보면, 발효 초기에는 *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Micrococcus* 등이, 중기 이후에는 *Halobacterium*, *Pediococcus*, *Sarcina*, *Saccharomyces*, *Torulopsis* 등의 미생물이 우세하게 나타난다고 한다. 그리고 멸치젓의 경우에도 미생물상의 변화가 이와 거의 유사하다고 보고되어 있다¹⁻³⁾.

이들 미생물이 생산하는 효소의 작용에 의하여 생성된 젓갈류의 정미성분은 유리 아미노산이 주체이

고, betaine, nucleotide 및 TMAO 등이 함께 어울려 독특한 맛을 낸다고 한다^{4,7)}. 젓갈의 냄새성분은 사용원료의 종류에 따라 다소 차이는 있으나, 주로 아미노산과 지방산등이 분해되어 생성된 저급 carbonyl 화합물을 비롯하여 저분자의 유기산 및 TMA, 암모니아 등의 저급 질소화합물이 주류를 이룬다고 하며, 이들 냄새성분 역시 가수 분해에 관여하는 미생물의 종류에 따라 크게 영향을 받게 된다⁸⁻¹¹⁾.

또한, 식염의 과다섭취가 고혈압, 위장병 및 암 등을 유발시키는 원인 물질로 밝혀짐에 따라, 보전상 및 기호상의 이유로 젓갈류 제품에서 점차 식염의 양을 줄이고 있다. 이와 관련하여 저농도 식염의 젓갈 제조에 관한 연구가 시도되었지만¹²⁻¹⁶⁾, 젓갈의 식염농도를 낮추게 되면 저장성 및 상품수명이 단축되는 문제점이 대두되게 된다.

젓갈의 가공공정을 단축시키기 위한 연구로는 외부에서 단백질분해 효소를 첨가하는 방법¹⁷⁻²⁰⁾, koji(麹)를 첨가하는 방법²¹⁾, 고압하에서의 산분해법^{22,23)}, 원료를 마쇄시키고 교반을 행하면서 가수분해시키는 방법^{24,25)} 등이 보고되어 있다. 우리 나라에서도 어장유의 속성 제조를 위하여 마쇄 어육을 상업적 효소로 가수분해시켰을 때의 공정의 동력학적 해석과 품질 안전성이 검토된 바 있다²⁶⁻²⁸⁾. 그리고 개량 어장유의 속성 발효

시의 최적 가수분해조건, 동력 소비량, 저장 안전성, 풍미 등을 종합적으로 검토하고, Maillard 반응 및 천연 향미료를 이용하여 비린내를 제거하고 다양한 풍미의 제품을 생산하려는 시도가 이루어진 바 있다^{29,32}. 그런데 효소분해법에 의하여 액젓 또는 새로운 페이스트형 속성 젓갈을 제조할 때, 생산단가의 대부분을 차지하는 가장 중요한 인자로 작용하는 것이 상업적 효소의 가격임이 확인된 바 있어서³³, 이에 대한 대비책이 강구되어야 한다.

2. 젓갈류의 발효·숙성과 성분변화

(1) 유리아미노산

젓갈류의 발효·숙성에는 대개 2~3개월이 소요되는데, 식염의 농도를 달리한 새우젓의 발효·숙성에 따른 유리아미노산 함량을 보면 표 2와 같다⁹. 식염농도별로 전체 유리아미노산의 양을 비교해 보면, 식염 20%의 경우에 아미노산이 가장 많이 생성되었음을 알 수 있다.

식염농도에 따라 아미노산 조성에 차이가 생기는 것은, 일부 성분간의 반응도 한가지 요인이 되겠으나, 발효·숙성 중에 식염농도에 따라 생육저해를 받는 미생물상이 다르고, 그에 따라 미생물이 생산하는 단백질분해 효소의 종류가 달라서 유리아미노산의 양에 차이가 생긴 것으로 여겨진다. 이와 같은 연구결과는 젓갈류의 식염농도를 낮춤으로써, 유리아미노산 함량을 높일 수 있다는 것을 의미한다.

표 2. 식염 첨가량을 달리하여 20±2°C에서 72일간 발효·숙성시킨 새우젓의 유리아미노산 함량(단위: mg/100 g)

유리아미노산	생새우	식염 첨가량(%)		
		20	30	40
Lysine	969.8	3,431.5	3,586.5	4,371.5
Histidine	148.4	2,152.7	188.8	319.1
Arginine	1,738.2	1,169.0	trace	1,224.6
Aspartic acid	323.2	2,281.0	2,516.8	trace
Threonine	487.6	1,663.4	1,814.7	267.2
Serine	333.9	1,808.8	2,013.5	2,560.6
Glutamic acid	911.5	4,176.0	3,209.0	3,236.0
Proline	2,209.9	3,812.2	trace	2,204.3
Glycine	1,038.7	1,739.0	1,950.6	2,404.7
Alanine	1,287.8	2,634.7	2,894.4	3,599.6
Valine	503.5	1,552.9	1,761.8	2,018.8
Methionine	333.9	796.8	3,146.1	1,209.8
Isoleucine	328.6	1,366.8	1,258.4	1,618.0
Leucine	699.5	2,762.7	2,453.9	3,347.3
Tyrosine	270.3	692.1	trace	trace
Phenylalanine	328.6	1,099.2	566.3	1,306.3
Total	11,913.4	33,047.1	27,370.8	29,687.8

(2) 질소화합물

첨가하는 식염농도를 달리한 새우젓의 발효·숙성에 따른 질소화합물의 함량을 표 3에 나타내었다⁹. 생새우와 비교하면 식염 첨가량이 적을수록 ammonia-N 및 TMA-N의 함량이 크게 증가하고 있다. 그러므로 식염 첨가량을 낮추면 유리아미노산의 함량은 높일 수 있으나, 불쾌한 냄새성분의 함량이 다소 증가함을 알 수 있다.

(3) 지방산

발효·숙성 기간에 따른 젓갈의 지방산 조성을 보면, 숙성 기간이 길어질수록 원료에 비하여 포화지방산의 양은 증가한다. 그리고 불포화지방산중, monoene산은 양적으로 다소 증가하지만, polyene산은 현저하게 감소하는 경향을 보인다. 한 예로서 20%의 식염을 첨가하고 20°C에서 발효·숙성시킨 멸치젓의 숙성 기간에 따른 지방산의 조성변화를 표 4에 나타내었다³⁴.

원료 멸치에서 33.8%이던 포화지방산은 젓갈의 풍미가 거의 정점에 달하는 발효·숙성 60일경에 43.2%까지 증가하였다. 그리고 불포화지방산의 경우에는 monoene산은 숙성 기간이 흐름에 따라 포화지방산처럼 원료에서 26.5%이던 것이 28.9%, 31.6%, 33.0% 등으로 계속 증가하였다.

그러나 polyene산의 경우에는 포화지방산이나 monoene산과는 달리, 39.8%, 27.8%, 20.3%, 19.0% 등으로 그 양이 계속 감소하였다. 이러한 결과는 숙성 기간이 길어짐에 따라 polyene산이 산화되어 monoene산을 거쳐 포화지방산으로 변해가기 때문으로 생각할 수 있다. 이와 같은 발효·숙성 기간에 따른 멸치젓의 지방산 함량 변화를 종합적으로 평가하면, 원료에 많이 함유되어 있는 polyene산을, 특히 EPA, DHA 등의 2중결합이 5~6개로 많은 고도불포화지방산을 그대로 섭취하기 위해서는, 원료어중의 성분변화를 최소화하고, 발효·숙성 기간을 단축시킬 수 있는 방법이

표 3. 식염 첨가량을 달리하여 20±2°C에서 72일간 발효·숙성시킨 새우젓의 질소화합물 함량(단위: mg/100 g)

질소화합물	생새우	식염첨가량(%)		
		20	30	40
Extract-N	3,310.0	8,808.1	8,604.9	8,298.9
Free amino acid-N	1,923.8	4,730.8	3,560.9	4,277.3
Ammonia-N	72.3	902.0	811.5	791.0
TMA-N	38.1	87.8	87.9	81.0
TMAO-N	239.9	194.5	218.8	208.4
Betaine-N	297.0	925.4	972.3	1,092.8

표 4. 식염 20%를 첨가하여 20±2°C에서 발효·숙성시킨 멸치젓 중의 지방산 함량 (단위: 면적%)

지방산	생새우	발효·숙성 일수		
		60	90	120
12 : 0	0.2	0.2	0.5	0.2
14 : 0	6.4	8.2	9.3	9.2
14 : 1	0.4	0.8	0.7	0.3
15 : 0	0.8	0.7	1.2	0.8
15 : 1	0.2	0.1	0.5	0.1
16 : 0	20.7	26.0	26.8	27.9
16 : 1	8.6	9.3	10.6	12.0
17 : 0	1.1	2.0	2.5	2.1
17 : 1	0.8	0.4	0.8	0.4
18 : 0	3.3	4.9	4.8	5.4
18 : 1	11.6	13.0	12.4	14.0
18 : 2	1.1	1.3	1.8	1.4
18 : 3	2.1	1.9	1.1	1.9
20 : 0	0.8	0.8	2.2	0.9
20 : 1	1.9	2.0	2.8	2.5
20 : 4	1.9	1.9	1.4	1.9
20 : 5	15.5	8.8	6.7	6.5
22 : 0	0.5	0.4	1.0	0.4
22 : 1	3.0	3.3	3.8	3.7
22 : 3	1.0	1.1	0.7	0.1
22 : 4	0.4	0.5	0.3	0.1
22 : 5	1.5	0.9	0.7	0.1
22 : 6	16.3	11.4	7.6	7.0
Saturated	33.8	43.2	48.3	46.9
Monoene	26.5	28.9	31.6	33.0
Polyene	39.8	27.8	20.3	19.0

검토되어야 함을 알 수 있다.

(4) 냄새성분

냄새성분은 젓갈의 품질을 결정짓는 중요한 요인으로 작용한다. 멸치 젓갈을 발효·숙성시키는 과정에서의 휘발성 성분의 변화 예를 보면, 용매추출법에 의하여 분리·동정된 것이 alcohol류 8종, aldehyde 및 ketone류 9종, fatty acid류 8종, paraffin계 hydrocarbon류 8종, 그 밖에 phenol 및 할랄화합물 등 38종에 이른다고 한다³⁰⁾. 그러나 용매추출법에서는 처리중에 일부 휘발성 성분이 휘발하기 때문에, 휘발성 성분을 수증기 증류법으로 분석하고, 이 때 분리·동정된 저급휘발산, 염기 및 카르보닐 화합물을 정리하여 표 4에 나타내었다. 발효·숙성 전체 기간을 통하여 8종의 저급 휘발성산과 5종의 amine류, 9종의 카르보닐 화합물이 분리·동정되는데, 숙성 기간에 관계없이 분리되는 주요 성분으로는 휘발성 산으로는 acetic acid, amine류로는 TMA, 그리고 카르보닐 화합물로는 ethanol, propanol, 2-methylpropanol, butanol 등이라고 한다³⁴⁾.

젓갈의 냄새성분은 저급 carbonyl 화합물을 비롯하

표 5. 식염을 20% 첨가하여 20±2°C에서 발효·숙성 중인 새우젓의 냄새성분 함량 (단위: 면적%)

휘발성 성분	발효·숙성 일수		
	60	90	120
Volatile fatty acids			
acetic acid	56.8	64.6	69.5
propionic acid	3.1	5.9	6.3
iso-butyric acid	15.3	4.1	5.7
n-butyric acid	7.0	9.3	5.2
iso-valeric acid	7.7	7.5	5.2
n-valeric acid	2.4	3.8	4.1
iso-caproic acid	1.7	1.2	1.7
n-caproic acid	6.0	3.7	2.2
Volatile amines			
methylamine	trace	2.4	0.1
trimethylamine	99.9	97.5	99.5
dimethylamine	-	-	0.2
ethylamine	-	-	0.1
isopropylamine	-	0.1	0.1
Volatile carbonyl compounds			
ethanol	39.9	36.8	26.0
propanol	8.2	18.7	8.2
2-methylpropanol	25.5	7.0	14.4
butanol	2.1	7.5	44.9
2-butanone	1.0	14.2	4.3
3-methylbutanal	19.2	3.9	trace
pentanal	1.1	2.1	trace
2-methylpentanal	-	1.5	2.2
hexanal	0.6	0.5	trace

여 저분자의 유기산 및 TMA, 암모니아 등의 저급 질소화합물이 주류를 이루는데^{8,11)}, 멸치젓의 각 냄새성분은 양적인 변화는 있어도 발효·숙성 기간에 따라 소멸되는 성분은 거의 없으며, amine류의 경우에는 미량이나마 오히려 증가하고 있음을 알 수 있다. 따라서 젓갈 특유의 냄새를 제거함으로써 보다 기호성이 높은 신제품을 개발하기 위해서는 Maillard reaction과 같은 성분간의 반응을 이용하거나, 발효·숙성에 관여하는 미생물의 작용을 이용하는 방법 또는 천연 첨가물을 이용한 비린내의 제거 또는 억제 등의 방법을 검토할 필요가 있다.

III. 젓갈류 가공공정의 개선

1. 고정화 효소를 이용한 어육의 가수분해

효소분해법에 의하여 어육을 가수분해시켜 숙성 액젓류를 제조하는 경우에는 상업적 효소가 생산단가의 대부분을 차지하는 중요한 인자로 작용하는 결점이 있다³³⁾. 따라서 한 예로서 어육을 단시간에 가수분해시키되, 효소를 반복 사용하기 위하여 상업적 단백질

분해 효소인 Alcalase(2.40×10^4 U/ml)를 고정화시켜 사용하였다. Alcalase는 Na-alginate 1.5%와 CaCl_2 및 CMC 각각 2.0%를 사용하여 capsule형으로 고정화시켰다. 50% 멸치 마쇄육 중의 육량에 대하여 효소의 농도가 4%가 되게 capsule형 고정화 Alcalase를 첨가하였을 때의 가수분해율을 그림 1에, 그리고 반복사용에 따른 가수분해율의 변화를 그림 2에 나타내었다.

Capsule형 고정화 Alcalase에 의한 50% 멸치 마쇄육의 가수분해율은 자가소화 효소에 의한 가수분해율을 포함하여 80% 정도였으며, pH를 균일하게 8.0으로 조절한 경우에는 가수분해율이 거의 100%에 근접하였다. 그러나 반복 사용할 때에는 pH를 균일하게 8.0으로 유지시켜도 가수분해율이 급격하게 떨어졌으며, 1회 사용할 때의 가수분해율의 70%를 기준으로하면,

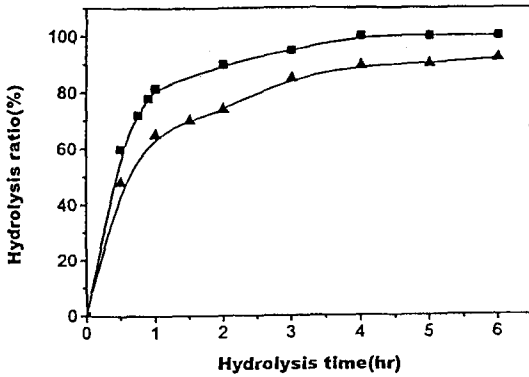


그림 1. Capsule형 고정화 Alcalase에 의한 50% 멸치 마쇄육의 55°C에서의 가수분해율.
—■—: pH was controlled to 8.0 during hydrolysis. —▲—: pH was not controlled during hydrolysis.

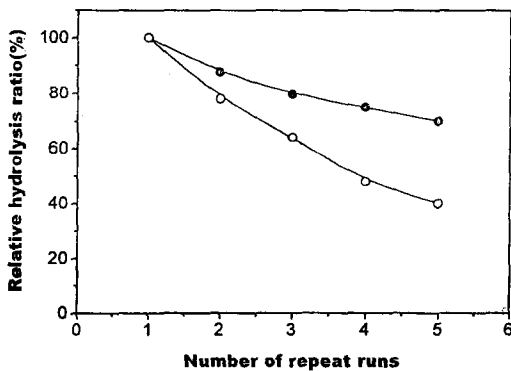


그림 2. 반복사용에 따른 고정화 Alcalase의 50% 멸치 마쇄육에 대한 pH 8.0 및 55°C에서의 상대 가수분해율의 변화.
—○—: Immobilized Alcalase in bead type. —●—: Immobilized Alcalase in capsule type.

5회 정도 반복 사용이 가능하였다.

2. 고정화 미생물을 이용한 어육의 가수분해

Capsule형 고정화 Alcalase는 반복사용 횟수에 따라 활성이 떨어지기도 하지만, 효소 자체의 가격면에서 어육 가수분해물의 생산단가의 절감에 크게 도움이 되지 못하였다. 그러므로 발효·숙성이 끝난 멸치젓 으로부터 미생물을 11종 분리하고, 그 중에서 단백질 분해 활성이 강한 효소를 생산하는 5종의 미생물로서 *Staphylococcus capitis*, *Photobacterium angustum*, *Volcaniella* sp., *Staphylococcus* sp. 및 *Bacillus licheniformis*를 분리·동정하여 이들을 이용하였다. 즉, 이들 미생물을 capsule형으로 고정화시켜 멸치육의 가수

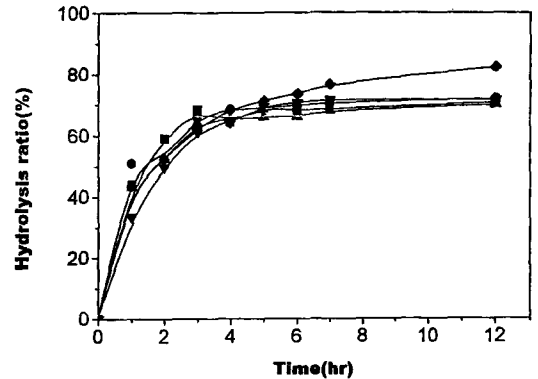


그림 3. Capsule형 고정화 미생물에 의한 50% 멸치 마쇄육의 40°C에서의 가수분해율.

—■—: *Staphylococcus capitis*, —●—: *Photobacterium angustum*, —▲—: *Volcaniella* sp., —▼—: *Staphylococcus* sp., —◆—: *Bacillus licheniformis*.

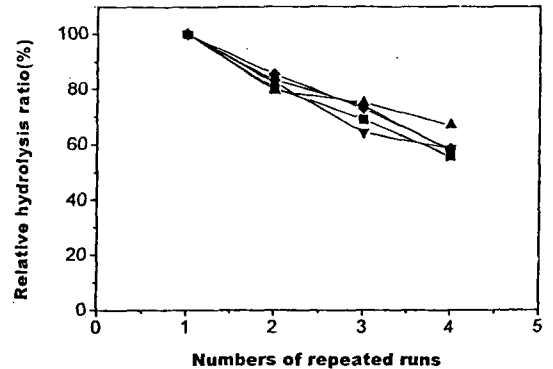


그림 4. 반복사용에 따른 capsule형 고정화 미생물의 50% 멸치 마쇄육의 40°C에서의 상대 가수분해율의 변화.
—■—: *Staphylococcus capitis*, —●—: *Photobacterium angustum*, —▲—: *Volcaniella* sp., —▼—: *Staphylococcus* sp., —◆—: *Bacillus licheniformis*.

분해에 이용하되, 고정화시킨 미생물은 20시간 배양 함으로써 capsule 내에서의 농도를 3.0×10^7 에서 1.8×10^8 까지 높인 다음에 가수분해에 사용하였으며, 40°C에서의 가수분해율을 그림 3에, 반복 사용에 따른 가수분해율의 변화를 그림 4에 나타내었다.

고정화 미생물에 의한 가수분해율은 전반적으로 고정화 효소를 사용하였을 때보다 다소 낮았다. 그러나 capsule형 고정화 미생물을 이용한 가수분해에서는 미생물을 그대로 사용할 때의 1/20 양의 미생물로서 가수분해가 가능하였다. 그리고 고정화 미생물에 의한 가수분해율은 고정화 Alcalase의 경우와 같이 반복 사용 횟수에 따라 점차 떨어졌으나, 처음 사용할 때의 가수분해율의 70%를 기준으로하면, 3회 정도 반복 사용이 가능하였다.

3. 고정화 미생물을 이용한 다단계 가수분해

어육 가수분해물의 풍미와 가수분해율은 단백질의 가수분해에 관여하는 효소의 종류 즉, 효소를 생산하는 미생물의 종류에 따라 달라진다. 따라서 가수분해율을 높이면서 풍미를 개선하기 위하여 5종의 capsule형 고정화 미생물을 각각 1종 단독, 그리고 2종, 3종, 4종 및 5종으로 조합하여 가수분해에 이용하였다. 그 결과 풍미면에서는 3종의 미생물을 조합한 가수분해의 경우가 가장 좋았으며, 그 중에서도(①: *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus* sp., *Bacillus licheniformis*), (②: *Volcaniella* sp., *Staphylococcus* sp., *Ba-*

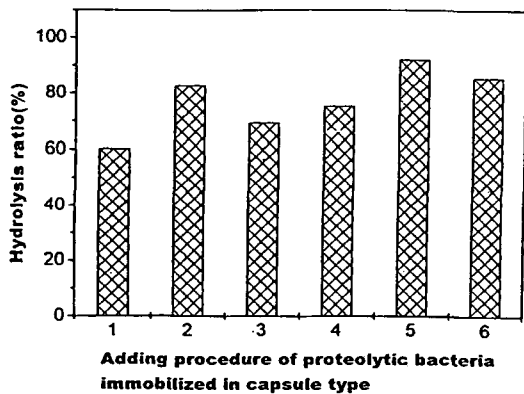


그림 5. 다단계 가수분해에 의한 50% 멸치 마쇄육의 가수분해율.

1: ①-③-②, 2: ①-②-③, 3: ③-①-②, 4: ③-②-①, 5: ②-①-③, 6: ②-③-①.

※ ① *Staphylococcus capitis*+*Staphylococcus* sp.+*Bacillus licheniformis*. ② *Volcaniella* sp.+*Staphylococcus* sp.+*Bacillus licheniformis*, ③ *Photobacterium angusium*+*Volcaniella* sp.+*Bacillus licheniformis*.

cillis licheniformis) 및 (③): *Photobacterium angusium*, *Volcaniella* sp., *Bacillus licheniformis*) 그룹이 가수분해율도 80% 정도로서 비교적 높았다. 이들 세 그룹의 고정화 미생물에 의한 가수분해 및 풍미개선 효과를 높이기 위하여 멸치 마쇄육의 가수분해 공정을 첨가하는 미생물 그룹의 종류를 3단계 즉, 2시간 간격으로 달리하였을 때의 결과를 그림 5에 나타내었다.

세 그룹의 고정화 미생물을 단계적으로 이용하였을 때, 가수분해율이 오히려 낮아지는 경우도 있었으나, 그룹의 순서를 ②-①-③으로 하였을 때는 가수분해율이 92%에 도달하였다. 따라서 이 경우의 가수분해물을 식염을 첨가하지 않은 기본 액것으로 하였다.

4. 가수분해액의 처리

어육의 가수분해물 중의 일부 펩티드는 angiotensin-I converting enzyme(ACE) 저해작용, 항산화작용, 돌연변이원성 억제작용 등의 기능이 있음이 밝혀져 있으나^{35,39)}, 이들 펩티드는 가수분해물의 쓴맛의 주체이기도 하다. 그러므로 풍미 개선을 위하여 기본적인 양념류로서 마늘, 양파 및 생강가루를 각각 0.01%, 포도당 0.3%, 식초산 0.5%, 그리고 풍미를 전혀 다르게 변화시키기 위하여 한약재인 감초, 목향 및 정향을 각각 0.005% 첨가한 후 100°C에서 5분간 가열하여 이들로부터의 풍미성분의 추출·용해가 가능하도록 하였다. 이를 여과한 다음, 식염을 5, 10, 15 및 20%로 다르게 첨가하여 기존의 액것과는 풍미와 염도가 전혀 다른 새로운 풍미의 액것 시료로 하였다.

시료 액것의 저장 안전성 부여에는 110 V의 저주파(60 Hz) 전류를 이용하는 전기저항가열(ohmic heating)법을 적용하였다. 주파수 60 Hz, 전계강도 80 V/m에

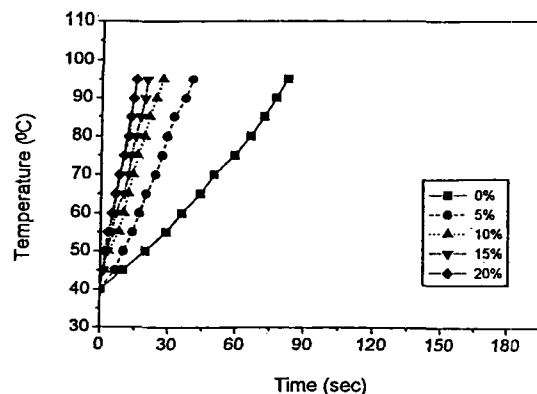


그림 6. 풍미를 개선한 멸치 마쇄육 가수분해물의 주파수 60 Hz, 전계강도 800 V/m에서의 전기저항가열에 의한 온도 상승.

서 액젓 시료를 ohmic heating하였을 때의 온도 변화를 그림 6에 나타내었다.

액젓이 일정 온도에 도달하는 시간은 식염 농도가 높을수록 짧았으며, 이는 액상식품의 전기저항가열에서 가열속도를 좌우하는 것은 전기전도도이며, 전기

전도도는 전해질의 농도에 크게 영향을 받기 때문이었다^{40,42)}. 실제로 액젓이 90°C에 도달하는 시간은 식염을 첨가하지 않은 것이 77초 정도, 식염 농도가 5%인 것이 36초 정도, 그리고 식염 농도 10% 이상의 것은 30초 이내였다. 이와 같은 열처리 과정에서 전계강도

표 6. 전계강도 800 V/m, 온도 90°C에서 유지시간을 달리한 멸치 마쇄육 가수분해액의 호기적 저장중의 미생물 농도의 변화 (단위: cfu/ml)

저장일수	유지시간 (min)	저장 온도/NaCl 농도								
		25°C			37°C			50°C		
		5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
10	0	1	1	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	1	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
60	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: 검출되지 않았음.

표 7. 전계강도 800 V/m, 온도 90°C에서 유지시간을 달리한 멸치 마쇄육 가수분해액의 혐기적 저장중의 미생물 농도의 변화 (단위: cfu/ml)

저장일수	유지시간 (min)	저장 온도/NaCl 농도								
		25°C			37°C			50°C		
		5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
10	0	1	1	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	1	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
60	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: 검출되지 않았음.

를 높이면 이 시간은 더욱 짧아지게 된다^{43,44)}.

5. 새로운 풍미의 액젓의 저장 안전성

온도 90°C에 도달한 이후에 90°C에서의 유지시간 (holding time)을 달리하고 병조림하여 저장한 액젓에서의 미생물 검출 정도를 표 6과 표 7에 나타내었다. 호기적 및 혐기적 조건에 저장한 액젓은 저장온도 및 식염농도에 관계없이 미생물이 검출되지 않아서 상온에서의 장기간 저장이 가능함을 알 수 있었다.

전기저항가열 방법으로 열처리한 액젓의 저장 중의 화학적 변화 정도를 pH, 휘발성염기질소(VBN) 함량 및 아미노태질소(NH₂-N) 함량의 변화를 기준으로 검토하고, 한 예로서 식염농도가 5%의 경우를 그림 7에 나타내었다.

액젓은 장기간의 저장 중에도 pH, 휘발성염기질소 및 아미노태질소 함량에 별다른 변화를 보이지 않았다. 이는 표 6과 표 7에서 확인된 바와 같이 품질변화를 일으킬 미생물이나 효소 등이 충분히 불활성화 되었음을 의미하는 것이었다. 따라서 풍미를 개선하고 식염농도를 낮춘 새로운 액젓은 짧은 시간 내의 전기저항가열 처리에 의하여 저장 안전성을 확보할 수 있음을 확인하였다.

6. 페이스트형 젓갈의 저장 안전성

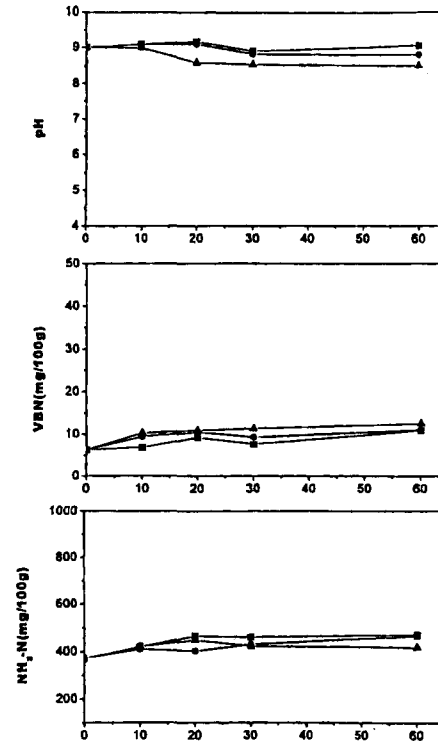


그림 7. 주파수 60 Hz, 전계강도 800 V/m, 온도 90°C에서 전기저항가열 처리한 식염농도 5%인 액젓의 저장중의 pH, 휘발성염기질소 및 아미노태질소 함량의 변화. —■—: 25°C, —●—: 37°C, —▲—: 50°C.

표 8. 113.5±0.5°C에서 F₀값을 달리하여 열처리한 페이스트형 젓갈의 호기적 저장중의 미생물 농도의 변화 (단위: cfu/ml)

저장일수	F ₀ 값(min)	저장 온도/NaCl 농도								
		25°C			37°C			50°C		
		5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
10	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2.2	1	2	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND
	3.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
60	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: 검출되지 않았음.

표 9. 113.5±0.5°C에서 F₀값을 달리하여 열처리한 페이스트형 젓갈의 혐기적 저장중의 미생물 농도의 변화 (단위: cfu/ml)

저장일수	F ₀ 값(min)	저장 온도/NaCl 농도								
		25°C			37°C			50°C		
		5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
10	1.2	10	20	ND	ND	10	ND	20	50	10
	2.2	ND	10	ND	ND	10	30	20	30	ND
	3.2	ND	ND	10	10	ND	20	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
60	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: 검출되지 않았음.

새로운 풍미의 액젓을 편의성을 강조한 제품으로 만들기 위하여 페이스트형 제품화를 시도하였다. 즉, 저열량 마요네즈 제조시에 지방 대체물질로 이용되고 있는 xanthan gum⁴⁹과 드레싱을 비롯하여 가공식품에 널리 이용되고 있는 guar gum을 액젓에 첨가하여 액젓에 점착성(viscoelasticity)을 부여하였다. 이들 gum류를 각각 1%씩 첨가한 경우의 페이스트형 젓갈의 점착성은 83±5.56(g)이었다.

페이스트형 젓갈을 병조림으로 하고 저장 안전성 확보를 위하여 고압증기가열 방법으로 열처리하였다. 이 공정에서 F₀값 자동설정시스템을 이용하여 동일 제품에 대하여 F₀값을 달리 설정하였다⁴⁶⁻⁵³). 가열살균 온도 113.5±0.5°C에서 F₀값을 달리하여 열처리한 제품을 저장하였을 때의 미생물의 검출 정도를 표 8과 표 9에 나타내었다. 호기적 및 혐기적 조건에 저장한 페이스트형 젓갈은 저장온도 및 식염농도에 관계없이 F₀값 4분의 조건으로 열처리한 제품에서 장기간의 저장 중에도 미생물이 검출되지 않았다.

F₀값 4분의 조건으로 113.5±0.5°C에서 가열살균한 페이스트형 젓갈 병조림을 장기간 저장하였을 때의 제품의 pH, 휘발성염기질소 및 아미노태질소의 함량 변화를 조사하고, 한 예로서 식염농도 5%인 제품의 경우를 그림 8에 나타내었다.

페이스트형 젓갈은 장기간의 저장 중에도 pH, 휘발

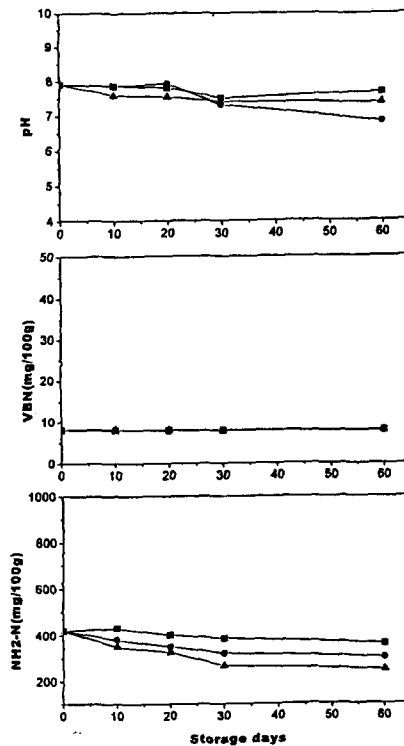


그림 8. 113.5±0.5°C에서 F₀값 4분의 조건으로 가열살균한 식염농도 5% 페이스트형 젓갈 병조림의 저장중의 pH, 휘발성염기질소 및 아미노태질소 함량의 변화. —■—: 25°C, —●—: 37°C, —▲—: 50°C.

성염기질소 및 아미노태질소 함량에 별다른 변화를 보이지 않았다. 이는 식염농도가 일반 젓갈류보다 훨씬 낮은 5%라 하더라도 F_0 값 4분의 조건으로 가열살균하면 미생물학적 및 화학적 저장 안전성이 확보될 수 있음을 의미하는 결과였다.

IV. 요 약

젓갈류는 우리 고유의 수산발효식품으로서 아미노산이나 무기물 성분이 풍부하고 소화흡수도 양호하여 영양적으로 우수한 식품이다. 그러나 식염농도가 지나치게 높을 뿐만 아니라, 제품의 풍미는 서구식 식생활에 익숙해진 미래세대로부터는 외면당하고 있어서 사실상 대량소비가 불가능하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 젓갈로부터 분리한 단백분해활성이 강한 효소를 생산하는 미생물을 고정화시켜, 단단계 가수분해법으로 가수분해액을 얻고 여기에 천연의 첨가물과 gum류를 첨가함으로써 새로운 풍미의 액젓류와 페이스트형 젓갈을 생산하는 방법을 제시하였다. 그리고 제품의 저장안전성을 위하여 액젓의 경우에는 전기저항가열법으로, 그리고 페이스트형 젓갈은 고압증기가열법으로 살균하여야 함을 확인하였다. 그러나 보다 다양한 풍미의 제품의 다품종 소량생산을 위하여서는 앞으로 적절한 풍미의 발현을 위한 조리과학적 연구가 수행되어야 할 것으로 믿어진다.

참고문헌

1. 이계호: 한국농화학회지. **11**: 1 (1969)
2. 이종갑, 최위경: 한국수산학회지. **7**: 105 (1974).
3. 차용준: 부산수산대학교 박사학위 논문 (1985).
4. 이춘영, 이계호, 김형수, 한인자, 김상순: 한국식품과학회지. **1**: 66 (1969).
5. 정승용, 이용호: 한국수산학회지. **9**(2): 79 (1976).
6. 성낙주: 한국영양식량학회지. **7**(2): 1 (1978).
7. 이용호, 김세권, 전중균, 김수현, 김정균: 부산수대연보. **22**: 13 (1982).
8. Teshima, S.I., A. Kanajawa and K.I. Kashiwada: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **33**: 1147 (1967).
9. 三輪勝利, 徳永俊夫, 飯田 遙: 東海區水研報. **86**: 7 (1976).
10. 최성희, 小林彰夫: 日本食品工業. **30**(7): 404 (1983).
11. Chayovan, S., R.M. Rao, J.A. Liuzzo and M.A. Kahn: *J. Agric. Food Chem.* **31**(1): 14 (1983).
12. 이용호, 차용준, 이종수: 한국수산학회지. **16**(2): 133 (1983).
13. 차용준, 조순영, 오광수, 이용호: 한국수산학회지. **16**(2): 140 (1983).

14. 차용준, 정수열, 하재호, 정인철, 이용호: 한국수산학회지. **16**(3): 211 (1983).
15. 차용준, 박향숙, 조순영, 이용호: 한국수산학회지. **16**(4): 363 (1983).
16. Lamirand, W., J. Randall, K. Popper and B. Andich: *J. Agric. Food. Chem.* **31**(4): 14 (1983).
17. Sen. D.C., N.V. Sripathy, N.L. Lahiry, A. Sreenivasin and V. Subramanyan: *Food Technol.* **16**: 138 (1962).
18. Hale, M.B.: *Food Technol.* **23**: 107 (1969).
19. Tarky, W., O.P. Agarawala and G.M. Piggot: *J. Food Sci.* **38**: 917 (1973).
20. Beddows, C.G. and A.G. Ardeshir: *J. Food Technol.* **14**: 603 (1979).
21. Tagano, T., M. Nakamura and P.C. Sanchez: *5th Int. Congr. Food Sci. & Technol.* (1978).
22. Beddows, C.G. and A.G. Ardeshir: *J. Food Technol.* **14**: 613 (1979).
23. Hall, G.M., D. Keeble, D.A. Ledward and R.A. Lawrie: *J. Food Technol.* **20**: 561 (1985).
24. Ooshiro, Z., T. Ok, H. Une and S. Hayashi: *Mem. Fac. Fish.* **62**: 1 (1981).
25. Embisan, E.A.: *Small Industry Journal.* **10**: 10 (1977).
26. 한봉호, 변재형, 이근태, 최수일, 조순영: 국립수산진흥원연구보고. **29**: 59 (1982).
27. 이용호, 차용준, 권철성: 한국영양식량학회지, **13**(1): 97 (1984).
28. 김병삼, 박상민, 최수일, 김장량, 한봉호: 한국수산학회지. **19**(1): 10 (1986).
29. 한봉호, 배태진, 조현덕, 김종철, 김병삼, 최수일: 한국수산학회지. **23**(2): 109 (1990).
30. 배태진, 한봉호, 조현덕, 김종철, 김병삼, 최수일: 한국수산학회지. **23**(2): 125 (1990).
31. 배태진, 한봉호, 조현덕, 김병삼, 이현숙: 한국수산학회지. **23**(5): 361 (1990).
32. 배태진, 한봉호, 조현덕, 김병삼, 이현숙: 한국수산학회지. **23**(5): 373 (1990)
33. 한봉호, 김상호, 조현덕, 조만기, 배태진: 한국수산학회지. **30**(1): 79 (1997).
34. 차용준, 이용호, 김희연: 한국수산학회지. **18**: 511 (1985).
35. Yeum, D.M., S.B. Roh, T.G. Lee, S.B. Kim and Y.H. Park: *J. Kor. Soc. Food and Nutrition.* **22**(2): 226 (1993).
36. Matsui, T., H. Matsufuji, E. Seki, K. Osajima, M. Nakashima and Y. Osajima: *Biosci. Biotech. Biochem.* **57**(6): 922 (1993).
37. Matsumura, N., M. Fujii, Y. Takeda and T. Shimizu: *Biosci. Biotech. and Biochem.* **57**(10): 1743 (1993).
38. Kim, S.B., T.G. Lee, Y.B. Park, D.M. Yeum, O.K. Kim, H.S. Byun and Y.H. Park: *J. Kor. Fish. Soc.*, **26**(4): 321 (1993a).
39. Kim, S.B., T.G. Lee, Y.B. Park, D.M. Yeum, O.K.

- Kim, J.R. Do and Y.H. Park: *J. Kor. Fish. Soc.*, **27**(1): 1 (199b).
40. Halden, K., A.A.P. de Alwis and P.J. Fryer: *International J. Food Sci. Technol.*, **25**: 9 (1990).
41. Sastry, S.K. and S. Palaniappan: *Food Technol.*, **46**(12): 64 (1992).
42. Wang, W.C. and S.K. Sastry: *J. Food Eng.*, **20**(X): 299 (1993).
43. Kessler, H.G.: *Lebensmittel-und Bioverfahrenstechnik, Molkereitechnologie*. TU München-Weihenstephan. pp. 346 (1996).
44. Reitler, W.: *Diss. Konduktive Erwärmung von Lenensmitteln*. TU München (1990).
45. 이미옥: 지방대체물질을 이용한 저열량 마요네즈의 제조. 계명대학교 박사학위논문 (1996).
46. An, H.W., H.D. Cho, B.H. Han and S.B. Kim: *J. Korean Fish. Soc.* **25**(6): 511 (1992).
47. Cho, H.D., B.H. Han, S.B. Kim and Y.G. Ok: *J. Korean Fish. Soc.* **25**(6): 520 (1992).
48. Jung, C.G., H.S. Ryu, H.D. Cho and B.H. Han: *Foods & Biotechnology*. **3**(4): 271 (1994).
49. Han, B.H., H.D. Cho, H.S. Yu, S.H. Kim and Y.S. Chung: *J. Korean Fish. Soc.* **27**(6): 675 (1994).
50. Han, B.H. and S.B. Kim: *Foods & Biotechnology*. **4**(1): 14 (1995).
51. Han, B.H., C.K. Lee, C.W. Im and H.S. Yu: *J. Korean Fish. Soc.* **28**(3): 347 (1995).
52. Han, B.H., S.H. Kim, Y.S. Chung, J.Y. Lim, M.G. Cho, H.S. Yu and M.W. Park: *J. Korean Fish. Soc.* **28**(5): 569 (1995).
53. Cho, H.D., S.H. Kim, J.Y. Lim, B.H. Han, C.G. Jung and H.S. Yu: *J. Korean Fish. Soc.*, **29**(3): 287 (1996).