

젓갈의 식품학적 특징 및 제조기술 동향

이 응 호

부산수산대학교 식품공학과 교수

I. 서 론

젓갈은 어패류의 육, 내장 및 생식소 등에 비교적 다량의 식염을 첨가하여 자가소화효소 및 미생물의 분해작용에 의하여 알맞게 분해, 숙성시킨 우리나라의 전통수산발효식품으로 독특한 풍미(風味)를 가지고 있고 소화흡수가 잘되어 예로부터 밥반찬으로 직접 식용하든지, 김치를 담글 때 부원료나 조미료로 많이 이용하여 왔다.

그러나 기존의 재래식 방법으로 제조되는 젓갈은 다량의 식염첨가로 짠맛이 강할 뿐만 아니라 숙성 발효기간이 길어 상품으로서의 경제성이 떨어지고, 과도한 식염의 섭취가 고혈압 및 신장병 등을 유발시키는 원인물질¹⁾로 알려져 있어 보건 및 기호상 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 노력의 일환으로 국내에서는 단백질 분해효소 및 분해세균을 이용한 숙성 발효 젓갈과 저식염 젓갈의 제조를 시도한 바 있다. 숙성 발효젓갈의 경우, 아직까지 인식의 부족으로 산업화가 이루어지지 않았고, 저염젓갈은 일부 수산 대기업에서 저염유통으로 판매하고 있으나, 소규모 영세업체에서는 아직까지 식염함량 20% 내외의 재래식 젓갈을 주로 제조하고 있다. 또한 젓갈은 경험에 의존하는 생산방식 때문에 제품이 비과학적, 비위생적으로 생산·유통되고 있는 실정이므로 전통식품을 현대 식생활에 맞게 계승 발전시키기 위해서는 과학기술을 응용한 제반공정의 합리적 개선노력이 필요하다.

최근 김치 등 전통발효식품의 과학화 연구가 국가 특정 연구개발사업의 하나인 선도기술개발사업(G-7 PROJECT)으로 활발히 진행중인데, 김치 담금시 부원료로 사용되는 젓갈도 제조방법, 발효시 관여하는 미생물 및 발효조건 등 여러가지 측면에서 과학적으로 재조명함으로써 품질표준화 및 고급화를 유도해야 한다.

본 고에서는 현재까지 연구 보고된 내용을 토대로 하여 우리나라 젓갈의 역사, 재래식 젓갈의 일반적인 제조방법, 젓갈의 식품학적 특징 중 숙성발효시 관여하는 미생물의 특징과 정미성분(呈味成分) 그리고 재래식 젓갈의 문제점을 보완하기 위해 시도된 저식염 젓갈 및 숙성 발효 젓갈의 제조에 대하여 언급하고자 한다.

II. 본 론

1. 우리나라 젓갈의 역사

우리나라 문헌에서 수산발효식품을 최초로 언급한 서적은 서기 683년에 쓰여진 삼국사기 8권 신라본기 제 8 신문왕 3년 2월의 기록으로 왕비를 맞아 들이는 절차로 쌀, 술, 간장, 된장, 육포 등과 함께 젓갈(醃)이 언급되고 있다.

고려시대의 문헌에는 젓갈류의 식용 배경이 정사(正史), 의서류(醫書類) 및 문집 등에 다양하게 나타나기 시작하고, 젓갈의 종류도 담수어, 해수어 뿐만 아니라 홍합, 전복 등의 패류와 새우류, 게류 등의 갑각류까지 그 이용범위가 넓어 졌으며, 젓갈의 제법도 다양해져 이 때부터는 물고기에 소금과 곡류를 혼합하여 젓산발효시킨 식해류(食醃類)를 식용하고 있었음을 향약구급방(鄕藥救急方)을 통해서 알 수 있다²⁾.

조선시대의 기록 중에는 관선문헌(官選文獻) 뿐만 아니라 민간인들에 의해 쓰여진 일기들이 중요한 자료를 제공하고 있다. 관선문헌에는 오례찬실도(五禮撰實圖)와 세종실록지리지(世宗實錄地理志) 등이 있고, 민선문헌에는 1560년에 저술된 유희춘의 미암일기(眉巖日記)와 1600년 임진왜란 중 쓰여진 오희문의 쇠미록(鎖尾錄) 등을 들 수 있는데, 조선시대의 수산발효식품의 식용 배경을 잘 설명하고 있다. 이 때 이미 우리나라의 수산발효기술은 식염만을 사용하는 지염(漬鹽)을 주종으로 하여 새우젓, 조개젓, 굴젓 등이 흔히 사용되었으며, 일부 식해류(食醃類)도 있었다. 1715년 홍만선이 저술한 산림경제(山林經濟)와 1827년 서유거가 쓴 임원십육지(林園十六志)나 1670년에 기술된 음식 디미방의 기록을 종합해보면 염해법(鹽醃法), 주곡어법(酒麴魚法), 어육장법(魚肉醬法), 식

해법(食醃法)으로 크게 구분되는 수산발효법이 소개되고 있다³⁾. 그러나 이 중에서 주국어법과 어육장법은 우리나라에서 상용되었던 것으로 보기는 어렵고, 중국의 문헌을 인용하여 우리나라에 소개한 것으로 생각된다.

결론적으로 문헌을 통한 우리나라 젓갈류의 특징은 식염만을 사용하는 염해법만을 고집하였고, 다른 한편으로는 밥과 채소를 혼합, 발효시키는 식해법을 발전시켜 왔음을 알 수 있다.

2. 재래식 젓갈의 일반적인 제조방법

우리나라 젓갈 제조법의 특징은 10-20% 내외의 식염만을 침장원(沈藏源)으로 하는 것이다. 식염 10% 수준의 굴젓이나 명란젓 등이 있으나 상온에서 장기저장이 어렵다. 대부분의 젓갈류는 20% 내외의 식염을 함유하며, 저장기간이 3개월 이상에서 수년이 될 수도 있다. 그림 1은 우리나라 재래식 젓갈의 일반적인 제조공정이다.

우리나라 젓갈의 제조기술은 식염만을 사용하는 지염해법(漬鹽醃法)을 공통적으로 사용하여 2-3개월 상온발효시켜 어체 원형이 그대로 유지되는 발효 젓갈을 얻고 동시에 발효기간을 6-12개월 연장함으로써 주국어법(酒麴魚法) 등에서 얻을 수 있는 젓국을 생산하고 있다는 점이다. 따라서 원료 생선을 2-3개월 동안 소금에 절여 밀봉저장하면서 멸치젓, 정어리젓, 조기젓 등과 같이 어체 원형이 그대로 유지된 발효물을 얻고, 이것을 각종 향신료와 조미료로 조미한 후 밥반찬으로 직접 사용하고, 일부는 6-12개월 저장하면서 육질의 효소적 가수분해가 충분히 일어나도록 한 다음 마쇄 및 여과한 젓국을 저온 살균하여 오랫동안 보존하면서 김치의 부재료 또는 조미료로 사용하는 것이다. 한편 진석화젓은 가공방법이 매우 독특하여 재래식 젓갈 제조시에는 20% 내외의 식염함량을 가한 후 발효숙성 과정을 2-3단계로 나누어 숙성단계마다 액즙을 달여서 다시 숙성시키는 방법으로 만들어지는데, 이 숙성과정에서 맛, 색 및 향의 생성과 보존성의 향상을 가져오는 매우 흥미있는 방법이다⁴⁾.

3. 재래식 젓갈 발효시 관여하는 미생물의 특징

젓갈은 발효식품이므로 미생물의 생리적인 특성과 미생물들간의 상호관계에 대한 이해 없이는 근본적인 품질 향상과 보존성 증대를 꾀할 수 없다. 그러나 사용하는 원료가 다양하고, 발효조건에서 오는 변수가 많으므로 관여하는 미생물의 종류 및 역할을 정확히 밝히는 것은 여간 어렵지 않기 때문에 그동안 재래식 젓갈의 숙성발효시 관여하는 미생물의 변화에 관한 연구 논문은 별로 많지 않다^{5,7)}. 여기에서는 우리나라의 대표적인 젓갈인 멸치젓 및 새우젓의 숙성발효시 미생물 분포의 경시적 변화에 대하여 간략하게 설명하고자 한다.

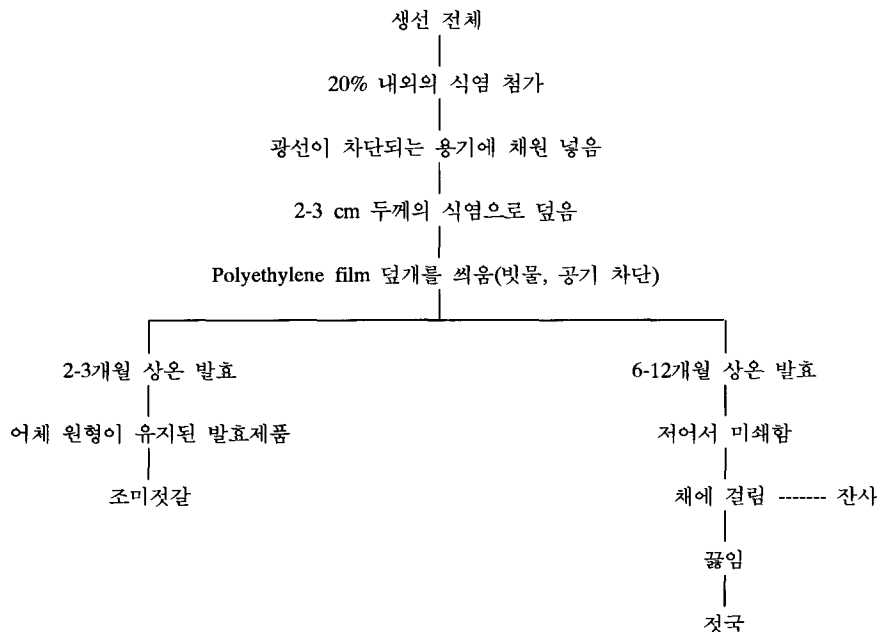


그림 1. 재래식 젓갈의 일반적인 제조 공정도.

그림 2와 3은 식염함량 약 20%인 재래식 멸치젓 및 새우젓의 발효숙성 중 관여하는 미생물의 분포를 나타내었다. 그림에서도 알 수 있듯이 멸치젓 및 새우젓 모두 총균수는 발효 30-50일까지 계속 증가한 후 서서히 감소하였고, 발효 초기에는 *Micrococcus* 속, *Halobacterium* 속, *Sarcina* 속 등이 주종을 이루며, 맛이 가장 좋은 시기 부근에

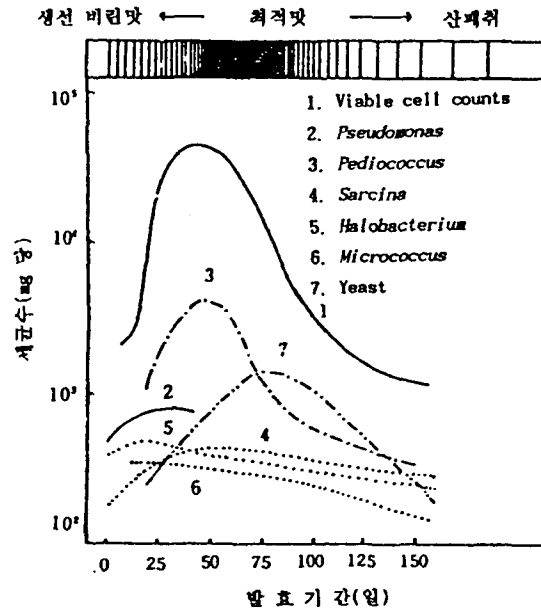


그림 2. 재래식 멸치젓의 숙성 발효시 미생물의 경시적 변화.

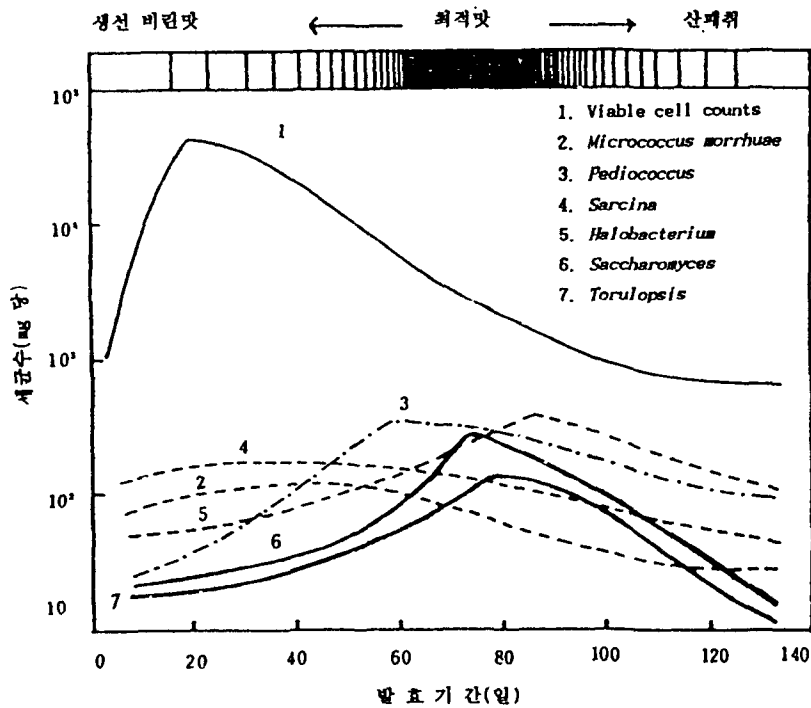


그림 3. 재래식 새우젓의 숙성 발효시 미생물의 경시적 변화.

는 *Pediococcus* 속이 특히 우세하였다. 그리고 맛이 떨어지는 시기에는 *Saccharomyces* 속 및 *Torulopsis* 속 등의 Yeast가 우세하였다.

한편 젓갈의 숙성발효가 자가소화효소 보다는 미생물이 분비하는 protease의 작용에 기인할 것으로 추정된 기존의 논문을 해석해 볼 때, 젓갈 숙성 중 미생물 분포상의 경시적 변화와 젓갈의 품질 사이에는 어느 정도의 상관성이 있을 것으로 추측되어 향후 동 분야의 연구가 더욱 보완되어야 할 것으로 생각된다.

4. 재래식 젓갈의 정미성분

젓갈은 앞에서 언급한 바와 같이 독특한 맛을 가지고 있기 때문에 김치를 담금 때 부원료로 많이 사용되고 있다. 젓갈 숙성 중 맛에 관련된 성분인 정미성분의 변화와 각 정미성분의 역할 등을 정확히 파악한다면 소비자들의 기호에 부합되게 풍미를 개선할 수 있을 것으로 생각된다. 여기에서는 재래식 젓갈의 정미성분에 관한 보고 중 멸치젓⁶⁾ 및 새우젓⁷⁾의 정미성분에 관한 보고를 간추려 서술하고자 한다.

멸치젓에 함유된 각종 정미성분 중에서도 유리아미노산은 젓갈 특유의 풍미와 밀접한 관련이 있고, 젓갈의 식품학적 품질 즉 영양가와도 관계되기 때문에 대단히 중요하다. 멸치젓도 다른 젓갈과 마찬가지로 숙성 발효과정을 거치면서 육단백질이 분해하여 유리아미노산 함량이 증가한다. 숙성의 조건에 따라 유리아미노산의 생성 패턴은 달라질 수 있으나, 2-3개월 정도 숙성한 멸치젓의 총 유리아미노산은 원료 멸치 보다 대략 2.0-2.3배 정도 증가하는 것으로 알려져 있으며, 60일간 숙성된 멸치젓의 주요 유리아미노산은 leucine, isoleucine, phenylalanine, lysine, tyrosine, glutamic acid 및 alanine 등으로 필수 아미노산의 함량이 높다(표 1 참조). 특히 쌀을 주식으로 하는 우리나라 사람들에게는 쌀단백질에서 부족한 lysine의 함량이 높은 것은 영양학적으로 의의가 크다고 볼 수 있다.

유리아미노산과 더불어 젓갈의 중요한 정미성분으로 생각되는 핵산관련물질의 함량을 표 2에 나타내었다. 원료 멸치에서는 정미성이 강한 IMP가 가장 많았고, 다음이 hypoxanthine, ADP, AMP 및 ATP 순이었으며, inosine은 가장 적었다. 그러나 60일 숙성시킨 멸치젓에 있어서는 생멸치에 비해 ATP, ADP, AMP 및 inosine은 현저히 감소된 반면, 고미성이 강한 hypoxanthine은 월등히 증가하였다.

표 3은 숙성시킨 멸치젓의 질소화합물 함량을 나타낸 것으로, 시원한 단맛을 가진 betaine 함량은 원료 멸치에 비해 증가하였고, 담백한 감미 물질인 TMAO는 원료멸치에 비해 숙성된 멸치젓의 함량이 적었으나 엑스분 질소

표 1. 재래식 멸치젓*의 유리아미노산 조성

아미노산	함량(mg%)	
	원료 멸치	멸치젓
Lysine	22.9	787.1(10.2)**
Histidine	183.7	394.8(5.1)
Arginine	21.2	87.2(1.1)
Taurine	21.8	trace
Aspartic acid	92.6	trace
Threonine	187.7	21.7(0.3)
Serine	214.7	25.2(0.3)
Glutamic acid	393.6	62.0(0.8)
Proline	220.4	74.0(1.0)
Glycine	149.7	189.1(2.4)
Alanine	611.7	416.2(5.4)
Cystine	-	49.1(0.6)
Valine	178.1	393.9(5.1)
Methionine	120.4	336.9(4.4)
Isoleucine	185.2	1,081.3(14.0)
Leucine	442.3	2,197.5(28.5)
Tyrosine	145.1	696.2(9.0)
Phenylalanine	192.4	906.7(11.8)
Total	3,383.5	7,718.9

*식염함량 20% 첨가한 후 20±2°C에서 60일간 숙성시킨 제품.

** ()는 총 유리아미노산에 대한 백분율.

표 2. 재래식 멸치젓*의 핵산관련물질 함량

(단위: $\mu\text{mole/g}$)

핵산 관련 물질	원료 멸치	멸치젓
ATP	0.2	trace
ADP	1.6	0.1
AMP	1.3	0.2
IMP	2.8	0.3
Inosine	0.1	0.2
Hypoxanthine	2.4	4.2

*표 1에서 언급한 멸치젓과 동일한 제품.

표 3. 재래식 멸치젓*의 질소화합물의 함량

질소화합물	원료 멸치		멸치젓	
	mg%	% to Ex-N	mg%	% to Ex-N
Extractive-N	1,529.3	-	2,526.2	-
Free amino acid-N	439.3	27.6	973.0	38.5
Nucleotide-N	51.4	3.2	28.4	1.1
Ammonia-N	6.6	0.4	241.3	9.6
Betaine-N	10.2	0.6	30.0	1.2
TMA-N	22.7	1.4	30.9	1.2
TMAO-N	13.9	0.9	9.0	0.4
Total creatinine-N	433.1	27.2	575.8	22.8

*표 1에서 언급한 멸치젓과 동일한 제품

에 대한 비율은 높았다. 한편 쓴맛 및 뚱은 맛과 관계 있는 total creatinine의 경우, 원료 멸치에 비해 함량이 높았다. 또한 맛의 관능적 평가방법인 omission test를 통해 특히 유리아미노산 및 핵산관련물질이 멸치젓의 맛에 주체적인 역할을 한다는 것도 알 수 있었다.

새우젓도 멸치젓과 마찬가지로 유리아미노산과 단맛을 가진 betaine, TMAO 및 핵산관련물질 등이 상호작용함으로써 맛을 형성한다고 한다.

새우젓의 원료가 되는 젓새우에는 시원한 단맛이나 감칠맛을 내는 유리아미노산인 proline, arginine, alanine, glycine, lysine 및 glutamic acid 등이 다량 함유되어 있다. 이들 아미노산 조성은 숙성 중에 크게 변하지 않으나, 대체적으로 숙성 2-3개월경에 최고 수준에 달한 후 다시 감소한다(표 4 참조). 유리아미노산 함량이 높을 때에 젓갈의 맛도 가장 좋았다는 보고도 있어 유리아미노산 함량과 새우젓의 최적 숙성기간에는 어느 정도 상관성이 있음을 보여주고 있다.

한편 새우젓 숙성 중 핵산관련물질의 변화는 표 5에 나타낸 것 처럼 정미성 AMP 및 IMP 함량은 극히 적은 반면, hypoxanthine의 함량이 가장 높아 멸치젓과 유사한 경향을 나타내었다.

그리고 새우젓의 향미에 크게 관여할 것으로 생각되는 betaine은 숙성발효 72일경에 최고치를 나타내었으며(그림 4 참조), TMAO는 숙성기간 중 계속해서 감소하였다(그림 5 참조).

이상의 결과를 종합해 보면, 젓갈의 맛은 유리아미노산과 핵산관련물질, TMAO 및 betaine과 같은 질소화합물 등의 상호작용으로 형성되고, 이들 성분들이 식염의 짠맛, 원료의 독특한 texture 등과 조합되어 젓갈 특유의 풍미를 나타내는 것으로 추정된다.

5. 저식염 젓갈의 제조

젓갈이 식품으로서의 기호성보다 저장성이 더 중요시 되고 저온숙성 시설이 보편화 되기 전까지만 해도 젓갈의 숙성시 다량의 염을 사용하는 것은 부패방지를 위해 어쩔 수 없는 것으로 인식되었다. 그러나 식품의 생산유통에 저염의 이용이 일반화 되고 식품의 기호성 자체가 주요한 품질결정 요인으로 자리잡아 가는 현실에서 건강을 위해서 과도한 식염의 섭취를 삼가야 한다는 인식이 소비자 사이에서 보편화 되어 있다. 이에 부응하기 위해 식염 함량을 최대한 낮추면서도 기존의 젓갈과 같은 풍미를 갖는 저식염 젓갈을 제조하기 위한 일련의 연구가 일본 및

표 4. 재래식 새우젓*의 숙성 중 유리아미노산 변화

(단위: mg%)

아미노산	원료 새우	숙성 기간 (일)				
		27	62	72	82	140
Lysine	969.8	2,092.0	3,028.5	3,586.5	3,818.3	3,301.7
Histidine	148.4	209.2	194.8	188.8	315.5	181.3
Arginine	1,738.2	1,439.5	734.9	trace	926.7	776.9
Aspartic acid	323.2	971.3	1,252.6	2,516.8	trace	trace
Threonine	487.6	1,170.5	1,519.8	1,814.7	trace	trace
Serine	333.9	921.3	1,436.3	2,013.5	trace	trace
Glutamic acid	911.5	2,530.3	4,487.1	3,209.0	2,227.9	2,233.5
Proline	2,209.9	1,349.8	2,187.9	trace	4,547.8	4,454.1
Glycine	1,038.9	1,220.3	1,647.9	1,950.6	1,695.6	1,586.1
Alanine	1,287.8	1,818.0	2,494.1	2,894.4	2,609.1	2,434.2
Valine	503.5	886.6	1,380.6	1,761.8	1,491.9	1,424.2
Methionine	333.9	542.9	924.1	3,146.1	703.2	576.2
Isoleucine	328.6	652.5	1,119.0	1,258.4	1,255.3	1,197.7
Leucine	699.5	1,579.0	2,316.0	2,453.9	2,622.2	2,408.3
Tyrosine	270.3	513.0	662.5	trace	trace	trace
Phenylalanine	328.6	597.7	924.1	566.3	939.8	861.0
Total	11,913.4	18,484.1	23,153.3	26,310.2	27,370.8	21,435.3

*식염함량 30% 첨가한 후 20±2°C에서 숙성시킨 제품.

표 5. 재래식 새우젓의 숙성중 핵산관련물질 변화

(단위: μmole/g)

핵산관련물질	생 새우	숙성 27일			숙성 72일		
		첨가 염농도(%)			첨가 염농도(%)		
		20	30	40	20	30	40
ATP	0.5	0.3	0.3	0.5	trace	0.1	0.2
ADP	3.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
AMP	1.6	0.2	0.5	1.6	0.1	0.4	0.1
IMP	1.8	trace	0.1	0.1	trace	trace	0.1
Inosine	trace	1.8	2.0	2.3	0.3	0.1	0.1
Hypoxanthine	4.1	21.4	18.3	14.7	13.5	9.2	9.0

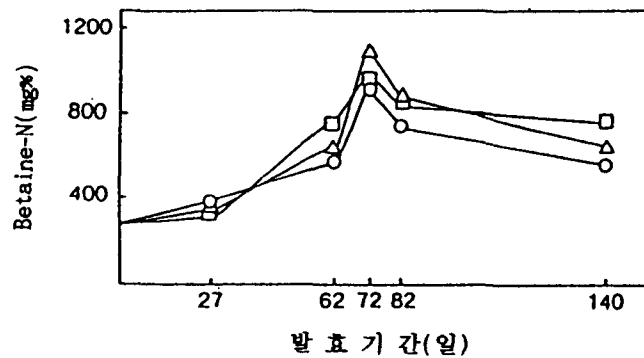


그림 4. 재래식 새우젓의 숙성발효 중 betaine-N의 변화.

(염농도; ○: 20%, □: 30%, △: 40%).

국내에서 시도되었다^{9,21)}.

기존 젓갈 중 선호도가 높은 멸치젓 등 5종의 젓갈에 대한 저식염화 적정조건을 연구검토한 결과는 표 6과 같다. 저염 젓갈 제조시 첨가물 배합비는 젓갈의 종류에 따라 약간의 차이는 있으나, 대략 식염 4-10%, KCl 4%, lac-

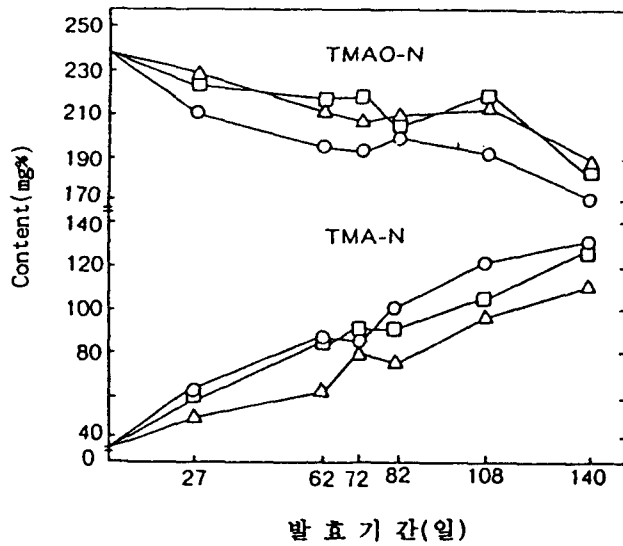


그림 5. 재래식 새우젓의 숙성발효 중 TMAO-N 및 TMA-N의 변화.
(염농도; ○: 20%, □: 30%, △: 40%).

표 6. 주요 젓갈의 저염 숙성발효를 위한 첨가물 배합비*

	멸치젓	정어리젓	조기젓	새우젓	자리돔젓
식염	8	10	4	4	8
KCl	-	-	4	4	-
Lactic acid	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sorbitol	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Ethanol	4.0	6.0	-	-	6.0
Ethanol extract*	-	-	4.0	4.0	-
*	0.02	-	-	-	0.02

*원료육 중량에 대한 %.
**고추가루의 알코올 추출액.

tic acid 0.5%, sorbitol 6%, ethanol 4-6%, ethanol 추출물(고추가루의 알코올 추출액) 4.0% 및 BHA 0.02%가 적당하였다. 표 6의 조건으로 저식염 젓갈을 제조할 때 멸치젓, 정어리젓, 새우젓 및 자리돔젓은 60일만에, 조기젓은 90일만에 완전 숙성된다고 하였다.

멸치젓을 비롯한 5종의 저식염 젓갈에 대한 완숙기의(完熟期) 핵산관련물질, 유리아미노산 조성 및 질소화합물의 함량을 표 7, 8 및 9에 나타내었다.

표 7 및 9에서 보는 바와 같이 저식염 젓갈의 핵산관련물질 및 질소화합물의 함량은 식염함량 20%인 기존의 재래식 젓갈과 비교해서 큰 차이가 나지 않아 품질면에서도 손색이 없다는 것을 알 수 있다.

한편 저염 정어리젓의 숙성 중 미생물적 특징을 알아보기 위해 식염 농도 8% 및 10%인 저염 정어리젓과 대조구로 식염함량 20%인 정어리젓을 숙성 발효시켰을 때 숙성기간 중 미생물의 변화를 그림 6에 나타내었다. 식염함량 20%인 재래식 정어리젓의 경우, 숙성 중에 *Brevibacterium* 속 등 7종의 세균과 1종의 효모(*Torulopsis* 속)가 분리되었으나, 8% 및 10% 식염으로 제조된 저염정어리젓에는 효모가 분리되지 않았다.

기존에 연구된 저식염 젓갈에 관한 논문을 분석해 볼 때, 저식염 발효 젓갈의 관능적 기호성은 기존의 재래식 젓갈과 비교해서 거의 동등한 수준이나, 제조과정시 엄격한 품질관리 등이 요구되므로 아직까지 일부 업체에서만 제조되고 있는 것이 현실이다.

6. 숙성발효 젓갈의 제조

표 7. 숙성된 저식염 젓갈의 핵산관련물질 함량

(단위: $\mu\text{mole/g}$)

핵산관련물질	멸치젓***		새우젓		조기젓		정어리젓		자리돔젓	
	A*	B**	A	B	A	B	A	B	A	B
ATP	-	-	0.1	-	-	-	tr	tr	-	-
ADP	-	-	1.0	0.98	tr	0.2	0.2	0.1	-	-
AMP	0.1	0.1	6.06	6.27	tr	tr	0.4	0.2	0.6	2.2
IMP	4.6	3.0	10.02	11.74	1.3	1.0	0.1	0.2	tr	1.4
Inosine	11.2	14.2	8.85	6.98	tr	tr	0.9	1.8	tr	3.2
Hypoxanthine	56.1	62.7	47.81	49.21	46.4	40.0	5.7	6.1	31.4	31.9

*A: 식염농도 20%의 재래식 젓갈.

**B: 저식염 젓갈.

***멸치젓, 새우젓, 정어리젓 및 자리돔젓은 60일, 조기젓은 90일 숙성발효한 것.

표 8. 숙성된 저식염 젓갈의 유리아미노산 조성

(단위: mg%)

아미노산	멸치젓*	정어리젓	조기젓	새우젓	자리돔젓
Lysine	4,509.6	2,696.2	2,049.2	4,716.4	1,044.1
Histidine	2,031.7	2,297.7	402.9	4,207.2	302.8
Arginine	1,012.9	1,328.8	-	3,005.0	235.1
Taurine	-	trace	-	1,629.7	-
Aspartic acid	65.3	887.6	142.8	7,002.9	899.1
Threonine	2,173.3	1,135.5	825.8	2,810.4	663.2
Serine	1,096.6	1,100.9	-	2,375.7	628.8
Glutamic acid	-	1,800.6	764.5	1,153.6	1,275.5
Proline	1,346.3	-	282.0	2,905.5	451.3
Glycine	1,773.5	593.1	464.1	4,054.5	531.0
Alanine	3,069.9	1,358.1	1,514.6	2,141.8	1,075.8
Valine	2,687.9	1,251.2	1,235.9	2,589.1	740.4
Methionine	1,386.9	809.0	1,108.1	1,315.0	320.0
Isoleucine	2,357.9	1,178.2	962.9	2,175.6	582.5
Leucine	3,584.6	2,241.7	1,940.6	5,216.4	1,663.5
Tyrosine	-	769.0	-	2,627.7	82.4
Phenylalanine	372.3	897.0	601.7	2,005.6	478.7
Total	27,650.9	20,344.9	12,294.0	63,400.2	11,525.6

*멸치젓, 정어리젓, 새우젓 및 자리돔젓은 60일, 조기젓은 90일 숙성발효한 것.

표 9. 숙성된 발효젓갈의 질소화합물 함량

질소화합물 (mg%)	멸치젓***		조기젓		새우젓		정어리젓		자리돔젓	
	A*	B**	A	B	A	B	A	B	A	B
Extractive-N	6,615.8	7,304.6	4,213.7	4,096.0	821.4	8,624.1	5,475.0	5,105.0	3,545.6	3,570.7
Free amino acid-N	3,764.0	4,265.1	1,777.8	1,658.5	4,287.1	4,971.8	3,475.0	3,166.6	1,642.3	1,463.8
Nucleotide-N	678.0	750.3	519.7	448.7	424.5	431.4	42.2	47.5	580.6	219.9
Ammonia-N	760.9	792.2	647.0	621.5	1,009.2	1,210.3	279.3	193.2	485.5	390.9
TMA-N	2.7	1.4	3.6	1.5	132.1	120.8	5.9	5.5	trace	trace
TMAO-N	15.2	15.4	45.8	51.3	90.1	118.7	19.8	19.7	91.3	86.2
Total Creatine-N	407.8	392.8	337.1	325.0	27.1	24.3	406.2	425.7	507.2	563.3
Betaine-N	-	-	-	-	450.3	420.1	12.6	13.7	-	-

*A: 재래식 젓갈(식염함량 20%).

**B: 저식염 젓갈.

***멸치젓, 새우젓, 정어리젓 및 자리돔젓은 60일, 조기젓은 90일 숙성발효한 것.

우리나라의 재래식 젓갈은 장기간의 자연 발효를 필요로 하기 때문에 경제적 가치로 볼 때 산업적 활용 가능성이 크다고 볼 수 없다. 따라서 산업적 대량생산의 가능성을 높이기 위해 단백질 분해효소 및 젓갈에서 분리한 분

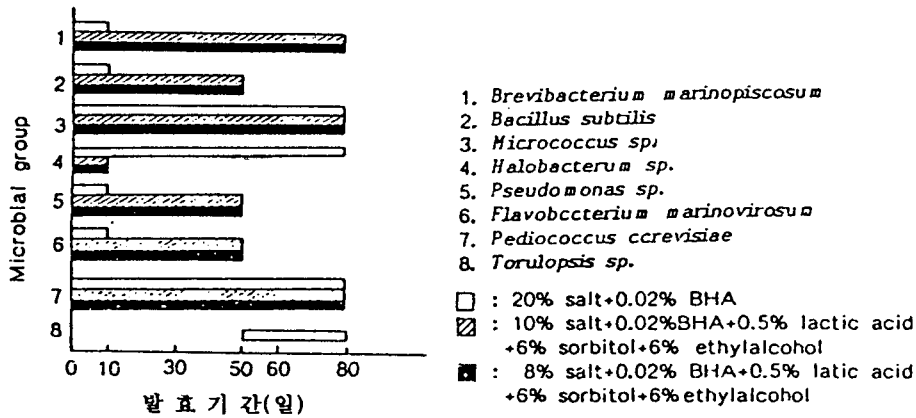


그림 6. 정어리젓의 숙성 중 염농도에 따른 미생물상의 변화.

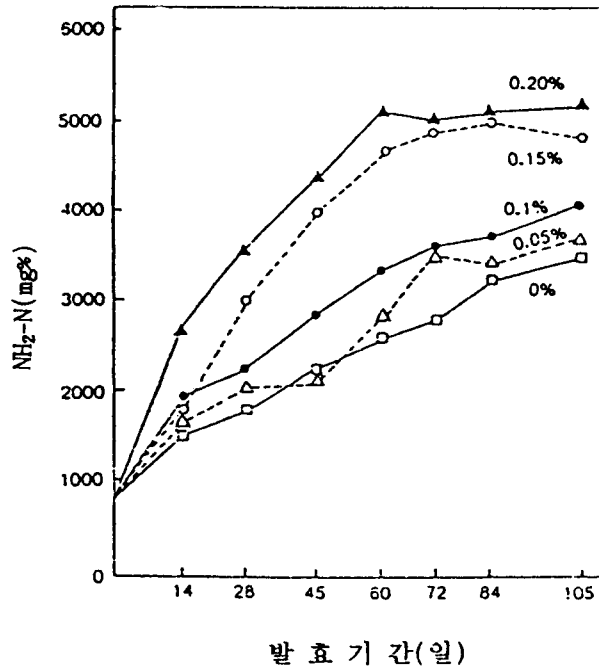


그림 7. Papain 첨가농도에 따른 멸치젓의 숙성발효 중 NH₂-N의 변화.

해세균을 이용한 숙성 젓갈의 제조가 일련의 연구로 시도되었다^{22,25)}.

멸치젓에 중성 protease인 papain을 원료 멸치에 대하여 0.05-0.2% 수준으로 첨가하고 25%의 식염을 첨가한 후 상온에서 숙성발효시킨 결과, 효소 첨가에 의해 숙성기간이 단축되었으며, 이 때 효소의 적정 첨가농도는 원료 중량의 0.15% 내외였다고 한다. 그림 7은 papain 첨가농도에 따른 멸치 젓갈 숙성 중 아미노태질소의 변화를 나타낸 것으로, papain의 첨가농도가 많을 수록 아미노태질소가 숙성기간 중 증가한다는 것을 알 수 있다. 멸치젓의 숙성 시 0.15% papain을 첨가하여 숙성시킬 경우 기존의 재래식 방법으로 제조한 멸치젓에 비해 숙성기간이 단축된 45일이었다고 한다.

한편 단백질 분해균을 이용하여 숙성 저식염 젓갈을 제조할 목적으로 젓갈에서 분리한 *Bacillus licheniformis* p-5균과 *Bacillus subtilis* p-4균을 식염 1%가 첨가된 원료멸치에 두 균주의 배양액을 첨가한 후 가수분해율 및 아미노태질소 함량을 알아본 결과, *Bacillus licheniformis* p-5균이 들어 있는 시료가 배양기간 중 가수분해율 및 아미노

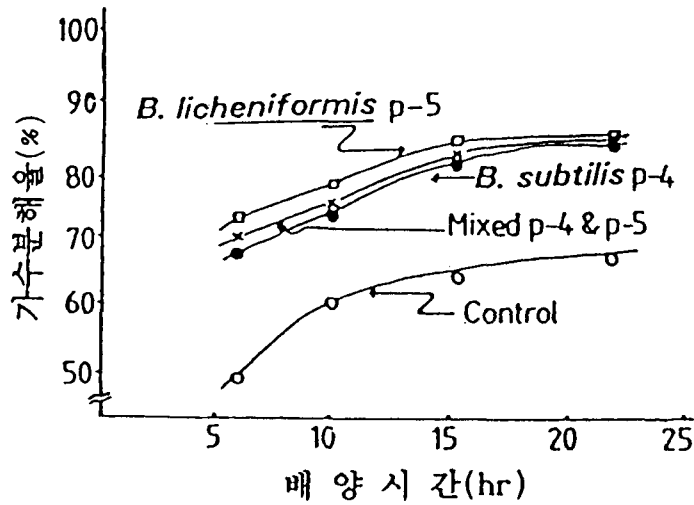


그림 8. 단백질 분해 세균을 첨가한 저식염 멸치젓의 배양시간에 따른 가수분해율의 변화. 식염 1%가 첨가된 원료멸치 100 g에 균주 배양액을 20 ml를 혼합한 후 40°C, pH 7.0에서 진탕배양함. 대조구는 균주 배양액 대신 멸균수를 사용.

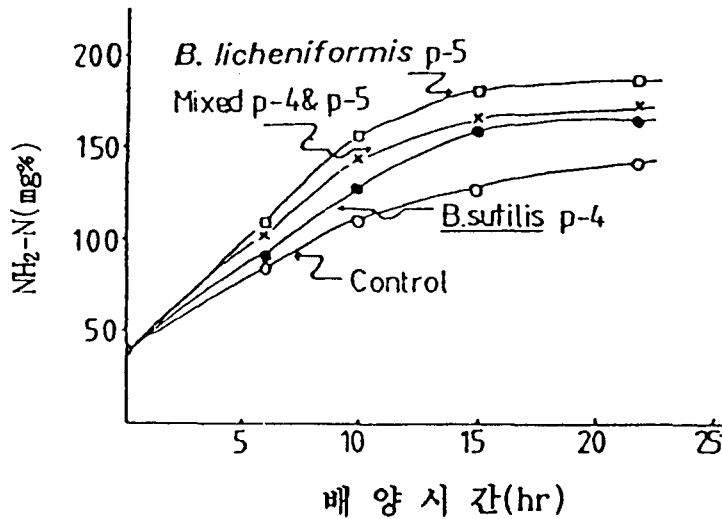


그림 9. 단백질 분해 세균을 첨가한 저식염 멸치젓의 배양시간에 따른 NH₂-N의 변화. 진탕배양 조건과 대조구는 그림 8과 동일.

태질소 함량이 가장 높았다고 한다(그림 8, 9 참조). 따라서 숙성 저식염 멸치젓은 생멸치 100 g에 식염 1%, *Bacillus licheniformis* p-5균 배양액 20 ml(3.2×10^4 cell/ml), sodium erythorbate 1%를 첨가하고 40°C, pH 7.0에서 15시간 진탕배양한 후 저장성과 풍미를 고려하여 NaCl 3%, KCl 4%, ethyl alcohol 4%(W/V), 분말 생강 및 마늘을 각각 0.5% 첨가하여 제조하였다.

미생물을 이용하여 제조한 숙성 저식염 멸치젓의 정미성분 중 양적으로는 유리아미노산이 가장 많았으며, 그 다음으로 핵산관련물질, 불휘발성 유기산 및 total creatinine 순이었다(표 10 참조).

표 11은 미생물을 이용하여 제조한 숙성 저식염 멸치젓의 저장 중 아미노태질소, 휘발성염기질소, 히스타민 및 pH의 변화를, 표 12는 미생물상 변화를 나타낸 것이다. 아미노태질소는 저장 15일까지는 증가폭이 컸다가 그후로는 완만하였으며, 60일경에는 오히려 감소하였다. pH는 6.36에서 6.50의 범위였고, 수산발효식품의 위생적인 측면에서 중요시 되는 히스타민은 저장중 계속해서 감소하여 식중독 한계치인 100 mg/100 g보다 훨씬 적어 숙성으

표 10. 미생물을 이용하여 제조한 속성 저식염 멸치젓*의 정미성분함량

(단위: mg%)

	원료 멸치	멸치젓
	Free amino acid	3,620.5
Nucleotides and their related compounds	980.4	1,105.8
Non-volatile organic acids	1,092.5	1,086.1
Trimethylamine oxide	32.2	27.4
Trimethylamine	54.0	57.8
Total creatine	823.3	831.8
Betaine	65.3	71.7

*원료멸치에 식염 1%, *Bacillus licheniformis* p-5균 배양액을 첨가하여 15시간 진탕배양한 후 NaCl 3%, KCl 4%, ethanol 4%, 생강 및 마늘가루를 각각 0.5% 첨가하여 제조.

표 11. 미생물을 이용하여 제조한 속성·저식염 멸치젓*의 상온저장중 아미노태질소, 휘발성염기질소, 히스타민 및 pH의 변화

	원료 멸치	멸치젓			
		저장기간			
		0	15	30	60
NH ₂ -N (mg%)	40.3	175.3	196.2	203.8	201.6
VBN (mg%)	23.2	78.2	85.4	101.0	
Histamine (mg%)	14.5	17.6	15.3	12.6	11.0
pH	6.44	6.46	6.36	6.50	6.45

*표 10과 동일한 조건으로 제조된 제품.

표 12. 미생물을 이용하여 제조한 속성 저식염 멸치젓*의 상온저장중 미생물상의 변화

	원료 멸치	멸치젓			
		저장기간			
		0	15	30	60
Total aerobic bacterial flora	5.0×10^5	3.8×10^8	4.6×10^5	3.0×10^4	2.0×10^3
Proteolytic bacteria	2.0×10^2	2.6×10^8	3.3×10^5	2.3×10^4	2.0×10^2
Gram positive, rod form	2.1×10^5	2.8×10^8	3.6×10^5	2.6×10^4	1.5×10^3
Gram negative	2.9×10^5	1.0×10^8	1.0×10^5	4.0×10^3	5.0×10^2
Spore positive	2.0×10^5	2.8×10^8	3.4×10^5	2.6×10^4	1.5×10^3
Spore negative	3.0×10^5	1.0×10^8	1.2×10^5	4.0×10^3	5.0×10^2
Motility positive	2.8×10^5	3.4×10^8	3.4×10^5	2.6×10^4	1.2×10^3
Motility negative	2.2×10^5	4.0×10^7	1.2×10^5	4.0×10^3	8.0×10^2

*표 10과 동일한 조건으로 제조된 제품.

로 제조한 저식염 멸치젓은 위생상 안정성이 있다고 볼 수 있다.

원료 멸치 중에서 총 호기성 균은 5.0×10^5 이었는데, *Bacillus licheniformis* p-5균을 첨가하여 제조한 젓갈에서는 첨가된 균에 의하여 3.8×10^8 으로 증가하였으나, 저장기간 중 급속히 감소하여 2.0×10^3 이었다. 그리고 단백질 분해균은 제조직 후 젓갈에서 검출된 총 호기성균의 68% 이상을 차지하였고, 단백질 분해균 중에서도 gram 양성 균이 대부분을 차지하였다.

이상과 같이 젓갈의 숙성기간을 단축시키기 위한 일련의 연구들이 앞으로도 계속해서 다각적으로 이루어지면, 젓갈은 다른 전통발효식품에 비해 산업적으로 더욱 성장할 가능성이 있다고 생각된다.

III. 결 론

젓갈은 예로부터 우리나라 사람들이 즐겨 먹어온 전통수산물발효식품이나, 그동안 외래식품의 선호경향에 따라

올바른 평가와 연구개발이 부진하였던 것은 사실이다. 특히 젓갈은 최근까지 유통구조의 미흡, 제반공정의 비과학화, 객관적인 품질기준의 미설정, 새로운 가공기술의 개발 부진으로 인해 김치의 부원료로 이외에는 크게 사용되지 못하고 있다.

그러나 WTO 체제의 출범 등 여러가지 상황 변화로 현재 우리나라 전통식품들이 과학적으로 재조명 되고 있는 실정이므로, 젓갈도 이러한 추세를 반영하여 품질균일화 및 고급화를 시급히 실현해야 한다.

젓갈의 품질균일화를 위해서는 제조공정의 표준화가 필요하며, 주요 미생물을 분리·동정하여 젓갈 발효에 미치는 정확한 기작을 밝혀냄으로써 발효기간을 단축하는 일련의 연구와 품질을 균일화 하는 방법이 앞으로 더 보완되어 추진할 과제로 생각된다. 또한 소비자의 기호성도 젓갈의 품질기준에 중요한 인자이므로 맛의 퇴화를 일으키는 미생물을 확인하여 이들의 작용을 선택적으로 억제하는 것도 필수적이다. 한편 젓갈의 저장성을 향상시키기 위한 특수한 살균법, 산패방지를 위한 보존제 사용의 검토 및 새로운 가공기술의 개발과 기준에 보고된 속성 발효젓갈의 산업화 등에 관한 연구들은 김치 등 전통발효식품의 국제화를 위해서도 필요한 일이다.

향후 산학연이 협동하여 지금까지 연구가 되어 있지 않거나 미비한 부분에 대해서 활발히 연구가 진행된다면, 우리나라 전통식품의 계승발전이라는 측면에서도 의의가 크다고 할 수 있다.

참고문헌

1. 柴田戊久: 食物と食鹽, 食品と科學, 2: 111 (1981).
2. 장지현: 한국 전래해류식품 제조사, 성심여자대학 논문집, 7: 79-183 (1976).
3. 윤서석: 한국식품사 연구, 신광출판사, 161 (1974).
4. 김우준: 개량 진석화젓의 제조와 품질특성, 부산수산대학교 박사학위청구논문 (1991).
5. 이계호: 젓갈等屬의 정미성분에 관한 미생물학적 및 효소학적 연구, 한국농화학회지, 11: 1-27 (1969).
6. 이종갑, 최위경: 멸치젓갈 숙성에 따른 미생물상의 변화에 대하여, 한국수산학회지, 7(3): 105-114 (1974).
7. 정승용, 이용호: 새우젓의 정미성분에 관한 연구, 한국수산학회지, 9(2): 79-110 (1976).
8. 이용호, 김세권, 진중균, 김수현, 김정균: 멸치젓의 정미성분, 부산수대연구보고, 22(1): 13-18 (1982).
9. 宇野勉, 竹谷弘, 金兼吉: 水産醱食品に關する試験, 北水試月報, 29(2): 23-29 (1972).
10. 森勝美, 信濃晴雄, 秋場捨: イカ鹽辛熟成中の酵母菌數および菌相の變化について, 日本水産學會誌, 43(12): 1425-1432 (1977).
11. 森勝美, 信濃晴雄, 秋場捨: イカ鹽辛熟成中の好氣性細菌について, 日本水産學會誌, 45(6): 771-779 (1979).
12. 이용호, 차용준, 이종수: 저염수산발효식품의 가공에 관한 연구 1. 저염정어리젓의 가공조건, 한국수산학회지, 16(2): 133-139 (1983).
13. 차용준, 조순영, 오광수, 이용호: 저염수산발효식품의 가공에 관한 연구 2. 저염정어리젓의 정미성분, 한국수산학회지, 16(2): 140-146 (1983).
14. 차용준, 정수열, 하재호, 정인철, 이용호: 저염수산발효식품의 가공에 관한 연구 3. 저염정어리젓의 미생물상의 변화, 한국수산학회지, 16(3): 211-215 (1983).
15. 차용준, 박향숙, 조순영, 이용호: 저염수산발효식품의 가공에 관한 연구 4. 저염멸치젓의 가공, 한국수산학회지, 16(4): 363-367 (1983).
16. 차용준, 이용호: 저식염수산발효식품의 가공에 관한 연구 5. 저식염멸치젓 및 조기젓의 가공조건, 한국수산학회지, 18(3): 206-213 (1985).
17. 차용준, 이용호: 저식염수산발효식품의 가공에 관한 연구 6. 저식염멸치젓 및 조기젓의 정미 성분, 한국수산학회지, 18(4): 325-332 (1985).
18. 차용준, 이용호, 김희연: 저식염수산발효식품의 가공에 관한 연구 7. 저식염멸치젓의 숙성중의 휘발성성분 및 지방산 조성의 변화, 한국수산학회지, 18(6): 511-518 (1985).
19. 하진환, 한상원, 이용호: 저식염수산발효식품의 가공에 관한 연구 8. 저식염자리돔젓의 정미 성분 및 지방산 조성, 한국수산학회지, 19(4): 312-320 (1986).
20. 이용호, 안창범, 오광수, 이태현, 차용준, 이근우: 저식염수산발효식품의 가공에 관한 연구 9. 저식염새우젓의 제조 및 정미성분, 한국수산학회지, 19(5): 459-468 (1986).
21. 차용준, 이용호, 박두천: 저식염수산발효식품의 가공에 관한 연구 10. 저식염조기젓의 숙성중의 휘발성성분 및 지방산 조성의 변화, 한국수산학회지, 19(6): 529-536 (1986).
22. 김영명, 허우덕, 강통삼: 위생적인 인스턴트 젓갈 제조시험 1. 단백질 분해효소 첨가에 의한 멸치젓 숙성시험, 농어촌

개발공사 식품연구소 식품연구사업보고 (1980)

23. 차용준, 이응호: 미생물을 이용한 저식염 멸치젓의 숙성발효에 관한 연구 1. 젓갈에서 분리한 단백질분해균 및 단백질분해효소의 생화학적 특성, 한국수산학회지, **22**(5): 363-369 (1989).
24. 차용준, 이응호: 미생물을 이용한 저식염 멸치젓의 숙성발효에 관한 연구 2. 젓갈에서 분리한 단백질분해효소의 열역학적 특성, 한국농화학회지, **33**(4): 325-329 (1990).
25. 차용준, 이강희, 이응호, 김진수, 주동식: 미생물을 이용한 저식염 멸치젓의 숙성발효에 관한 학회지, **33**(4): 330-336 (1990).