

멸치(*Engraulis japonica*)육의 물간법 중 염침투 특성

오세욱 · 이남혁 · 김영명 · 남은정 · 조진호
한국식품개발연구원 수산물이용연구부

Salt Penetration Properties of Anchovy (*Engraulis japonica*) Muscle Immersed in Brine

Se-Wook Oh, Nam-Hyouck Lee, Young-Myoung Kim, Eun-Jung Nam and Jin-Ho Jo
Korea Food Research Institute

Abstract

As a basic study to develop low-salted fermented anchovy, rates of salt penetration into anchovy muscle, patterns of protein degradation and changes in water activity and transfer was analyzed after brining at various salt (NaCl) concentration. The salt penetration curves followed first order kinetics. The rate constant (k) increased from 0.018 (10% NaCl solution) to 0.051 (saturated). Water activity was reduced from 0.93 (10% NaCl solution) to 0.77 (saturated). Protein degradation during brining was somewhat occurred in 10% NaCl solution but not in saturated solution. Water content of anchovy muscle were 74% (w/w), 65% and 58% when 10%, 20% and saturated NaCl solution were used, respectively. This result indicated that as NaCl content of brining solution was increased, the amount of water transfer also occurred. Weight of anchovy increased at 10% NaCl solution and decreased at 20% and saturated NaCl solution. The loss of anchovy solid mash during brining was calculated as 30% after 36 hr brining.

Key words: brining, salt penetration, rate constant, water transfer

서 론

젓갈류 식품은 선어나 일반 가공원료로서 상품가치가 낮은 소형어패류 및 그 가공 부산물을 원료로 하여 제조되기 때문에 매우 경제성이 높은 수산자원의 이용수단으로 활용되고 있으며 실제로 연안 어촌 지역의 가장 기초적인 부가가치 생산수단의 하나로 활용되고 있다⁽¹⁾. 또한 젓갈류 식품은 한국인의 식미기호에 맞아 전통적으로 식용되어 왔으며 필수아미노산, 각종 무기질 등이 풍부할 뿐 만 아니라 입맛을 돋우는 식품으로서 특성을 가지고 있으며 우리 민족 고유의 중요한 전통식품인 김치의 영양과 풍미 향상을 위해 필요 불가결한 식품의 위치를 점하고 있기도 하다. 그러나 젓갈은 제조시 어패육의 부패를 방지하기 위해 과량의 소금을 첨가하므로 지나치게 고염이라 염을 기피하는 현대인의 식기호에 부합한 저염젓갈 개발에 대한 관심이 높아지고 있다.

젓갈의 저염화에 대한 연구로는 미생물을 이용한 저염 멸치젓 숙성발효에 관한 연구⁽²⁾, koji를 이용한 저염 멸치젓 숙성 제조에 관한 연구⁽³⁾, lactic acid, sorbitol, ethanol 등의 첨가물을 이용한 저염 정어리젓 제조에 관한 연구⁽⁴⁾, 유산균을 이용한 저염 자리젓 제조에 관한 연구⁽⁵⁾ 등이 있으나 이들 연구는 주로 젓갈 숙성의 조절, 첨가물에 의한 저염화 쪽에 치우쳐 있는 실정이다.

일반적으로 식품의 수분활성도를 저하시키면 관여미생물의 성장이 억제되어 보존성이 향상된다는 것은 주지의 사실이나 아직까지 수분활성 조절 기법에 의한 저염젓갈 제조 가능성에 대한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 주요 젓갈의 하나인 멸치젓의 품질향상을 목적으로 멸치육의 수분활성 조절에 의한 저염 멸치젓 생산 가능성을 타진하기 위하여 brining 기법을 도입하였으며 그 과정중 염침투 특성, 단백질 분해 양상, 수분량의 변화 등을 측정하여 저염 멸치젓 생산 공정 개발을 위한 기초실험을 행하였으며 이에 그 결과를 보고한다.

Corresponding author: Se-Wook Oh, Korea Food Research Institute, 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Kyunggi-do 463-420, Korea

재료 및 방법

Brining

염농도 10%(w/v), 15%, 20%의 식염수, 포화식염수를 사용하였다. 멸치는 해동후 여러 가지 농도로 조정된 염용액에 침지하였으며 멸치 무게에 대하여 10배(w/w) 이상에 상당하는 염용액을 사용하였다. 침지액의 온도는 상업적으로 적용하기 쉬운 15°C로 고정하여 염침투특성 등을 파악하였다.

시료어

멸치, *Engraulis japonica* (체장: 9~12 cm)는 경남 마산 근해산을 현지 구입하여 dry ice를 이용하여 급속 동결하고 실험실까지 운반한 후 20 kg 단위 box별로 이중 비닐 포장하여 -30°C에서 저장하였다. 저장시료는 10°C 조건에서 자연해동하여 실험에 공시하였다.

성분분석

일반성분은 A.O.A.C⁽⁶⁾의 표준방법에 따라 측정하였으며 염도는 Mohr법으로 측정하였다. 휘발성 염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)의 양은 미량확산법⁽⁷⁾에 의해서 측정하였다.

Water activity⁽⁸⁾

멸치육 및 염지육의 수분활성은 thermoconstanter (Novasina RA/KA, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 시료를 잘게 잘라 조밀하게 채우고 수분활성이 일정한 수치로 유지될 때 까지 5분 간격으로 관찰하여 평형에 도달하였을 때의 값을 수분활성치로 하였다.

SDS-PAGE

마쇄한 시료 0.4 g을 정확히 측량하여 7.5 mL의 8M urea-2% mercaptoethanol-2% SDS-20 mM Tris-HCl (pH 8.0)의 용액을 첨가하여 100°C에서 2분간 가열한 후 실온에서 20시간 교반하면서 가용화 시켰다. 가용화 시킨 용액은 Biuret법에 의하여 단백질을 정량하였으며 전기영동에 공시할 때는 각각 일정량 20 µl를 취하여 행하였다. 전기영동은 Laemili법⁽⁹⁾에 의한 10% poly acrylamide gel을 이용하여 행하고 Coomassie brilliant blue R-250로 염색하였으며 탈색은 50% methanol, 7% acetic acid로 30분간 탈색 후 7% acetic acid로 gel의 배경이 투명화 될 때까지 탈색을 행하였다.

멸치육의 무게 변화

Brining 중 멸치육의 무게 변화는 다음과 같은 식에

의해 산출하였다.

$$\Delta\text{weight} = \frac{W_p - W_i}{W_i} \times 100$$

W_i=weight of sample before brining (water free)

W_p=weight of sample after brining (water, salt free)

결과 및 고찰

시료어의 일반성분

시료 멸치의 일반성분 분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 조단백질 함량이 16% 정도이었고 VBN 함량은 13.4 mg%로 나타났으며 AN 함량은 0.14%로 나타나 선도는 양호한 편이었다.

염침투 특성

멸치를 일정한 농도로 조정된 10배(w/w) 이상의 염

Table 1. Result of chemical analysis of anchovy used in this study

pH	6.54	Moisture	74.5%
VBN	13.4 mg%	Crude protein	16.2%
AN	0.14%	Crude fat	5.3%
		Crude ash	2.3%

VBN: Volatile basic nitrogen.

AN: Amino-nitrogen (NH₂-N)

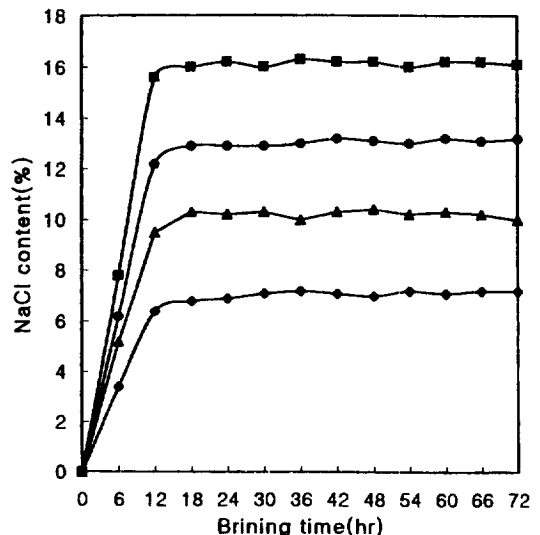


Fig. 1. Changes in NaCl concentration of anchovy muscle during brining. Anchovy muscle was immersed in brine adjusted to various salt concentration and salt content was analysed by Mohr method. The brine was 10% NaCl solution (◆—◆), 15% (▲—▲), 20% (●—●) and saturated solution (■—■).

용액에 침지하여 시간에 따른 염침투 수준을 3회 반복 측정하여 이의 평균치를 Fig. 1에 나타내었다. 염용액은 10%, 15%, 20%와 포화식염수를 사용하였으며 온도는 15°C의 항온조에서 행하였다. 모든 염농도 용액에서 급속한 염도 증가를 나타내었으며 24시간 이후에는 거의 변화가 없는 안정기에 도달하였다. 포화식염수에 침지한 멸치의 경우 근육내의 염농도는 약 12시간후에 최대로 16%에 달하는 것으로 나타났으며 10% 염용액으로 침지한 경우 약 7% 수준이 유지되는 것으로 나타났다.

염지액의 염농도가 증가할수록 염침투 정도가 급격히 증가하는 것으로 나타났으며 초기의 염침투 곡선은 first order kinetics의 특성을 나타내었으므로 최대 염침투농도(C, 48 hr 평형)에서 특정한 brining time (t)에서의 염농도(X)와의 차이를 logarithmic plot 하였을 때 $X=C(1-e^{-kt})$ 식에 적용할 수 있었으며 이때의 rate constant (min⁻¹)인 k 값은 10% 염용액을 사용하였을 경우 0.018이었으며 15% 염용액을 사용하였을 경우 0.030, 20% 염용액을 사용하였을 경우 0.039를 나타내었으며 포화식염수를 사용하여 brining 하였을 경우 0.051을 나타내어 염용액의 염농도가 증가할수록 초기의 염침투 속도는 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

VBN 함량의 변화

염지기간중 휘발성염기질소의 함량을 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. 10% 염용액에서 침지한 처리구

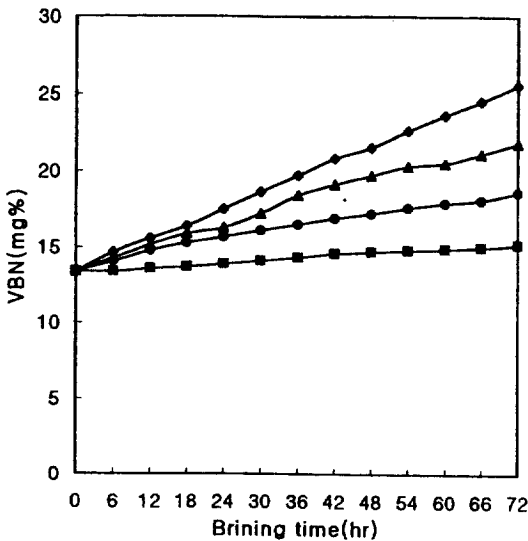


Fig. 2. Changes in volatile basic nitrogen (VBN) content of anchovy muscle during brining. Conditions and symbols are the same in Fig. 1.

가 가장 높은 함량을 나타내어 72시간 후에는 약 25 mg%의 함량을 나타내었지만 20% 이상의 염용액에서 침지하였을 경우에는 급격한 증가를 나타내지 않았으며 20 mg% 이하의 휘발성염기질소 함량을 나타내어 염지 기간중 단백질의 분해나 기타 성분의 분해, 생성이 매우 완만하게 진행되었음을 알 수 있었다.

수분활성의 변화

10%, 20% 염용액 및 포화식염수를 사용하여 멸치의 brining 중 수분활성 변화 양상을 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 모든 처리구에서 brining 시간이 경과함에 따라 수분활성이 감소하는 경향을 나타내었다. 10% 염용액에서 침지하였을 경우 초기에 약간 증가하는 경향을 나타내었으며 그 후 다시 완만히 감소하여 평형에 도달하여 0.9 이상의 수분활성을 나타내었다. 20% 염용액을 사용하였을 경우 초기의 수분활성이 급격히 감소하였으며 12시간 이후 평형에 도달하여 0.83 정도의 수분활성을 나타내었다. 포화식염수를 사용하였을 경우 20% 염용액을 사용하였을 때 보다 더욱 더 빠른 속도로 수분활성이 감소하였으며 그 이후 평형에 도달하여 0.8 이하의 수분활성을 나타내었다. 따라서 포화식염수를 사용하여 brining하였을 경우 *Halobacterium*, *Halococcus* 등의 호염성미생물을 제외하고 대부분의 미생물 생육 억제 조건이 되어⁽¹⁰⁾

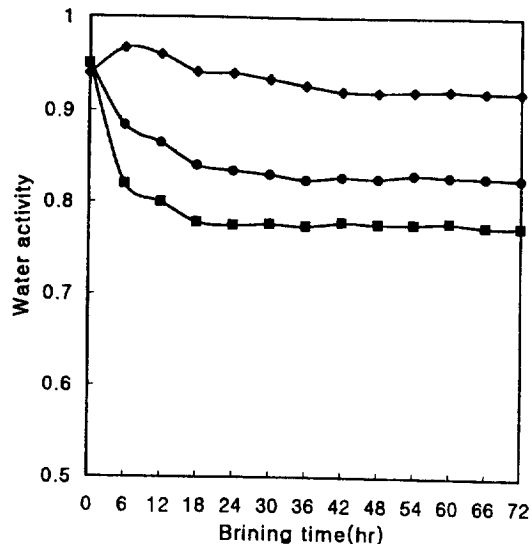


Fig. 3. Changes in water activity of anchovy muscle during brining. Anchovy muscle was immersed in brine adjusted to various salt concentration and water activity was analysed by Thermoconstanter. The brine was 10% NaCl solution (◆—◆), 20% (●—●) and saturated solution (■—■).

brining 및 그 이후 젓갈 숙성중 미생물에 의한 이상발효 가능성이 적음을 알 수 있었다.

SDS-PAGE pattern

멸치육의 염지기간중 단백질 분해 양상을 파악하기 위하여 10% 염용액 및 포화식염수에서 염지한 멸치근육을 이용하여 전기영동에 공시하였다(Fig. 4). 10% 염용액을 사용하여 brining 하였을 때 시간이 경과함에 따라 myosin heavy chain이 비교적 빠르게 분해되어 brining 12시간 이후에 다량 소실되었으나 actin은 비교적 안정하여 약간 분해된 결과가 나타났다. 포화식염수를 사용하였을 경우 비교적 완만하게 단백질 분해가 진행되어 30시간 이후에도 myosin heavy chain이 다량 존재하는 것으로 나타나 염농도가 증가할수록 단백질 분해가 저해되는 양상이었다. 이는 Fig. 2의 휘발성염기 질소의 함량 변화와 유의적인 관계가 있어 염용액의 염도가 높을수록 단백질 분해가 저해를 받기 때문으로 사료되었다.

염지육의 수분 함량의 변화

염지과정중 멸치육의 수분함량의 변화를 측정하기 위하여 멸치육을 10%, 20% 염용액 및 포화식염수에 염지하면서 염지 멸치육의 수분함량을 측정하여 Fig. 5의 A)에 나타내었다. 10% 식염수를 사용하였을 경우 원료의 수분함량인 74%가 염지중 일정하게 유지되는 경향을 나타내었으며 20% 식염수에서 염지하였을 경우 65%의 수분함량이 염지기간 동안 일정하게 유지되었으며 포화식염수로 염지하였을 경우 58%의 수분함량을 나타내어 식염농도가 증가할수록 수분함량이 낮아짐을 알 수 있었다. 이는 염에 의한 멸치근육의 탈수 현상이 진행되었기 때문으로 사료되었다. Fig.

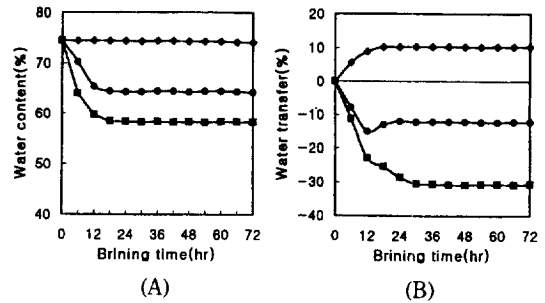


Fig. 5. Changes in water content of anchovy muscle during brining. Conditions and symbols are the same in Fig. 3. A) salted anchovy, B) salt free basis.

4의 결과를 식염을 포함하지 않은 원료육에 대한 수분량의 변화로 환산하여 Fig. 5의 B)에 도식하였다. 양의 값은 수분 증가를, 음의 값은 수분 감소를 나타낸다. 10% 식염수를 사용하여 brining하였을 때에는 시간이 경과함에 따라 수분함량이 증가하는 경향을 나타내었으며 20% 식염수 및 포화식염수로 염지한 경우 시간이 경과함에 따라 초기에는 급격하게 수분량이 감소하였으며 그 이후에는 평형에 도달하지만 수분량이 초기 상태에 비해 감소한 상태로 유지되었다. Fougere⁽¹¹⁾는 cod 육을 염지하였을 때 염농도 14% 이상의 염용액을 사용하였을 경우 수분이 증가하였다고 하여 본 실험결과와 상이하였으나 실험원료로 사용된 멸치의 경우 지방함량이 5.3%로 비교적 높은 편이라 지방함량이 낮은 cod와는 서로 다른 결과를 나타내었으며 이는 지방함량의 증가는 소금의 침투량을 감소시킨다는 Deng⁽¹²⁾의 결과와 일치하는 경향이였다.

멸치육의 무게 변화

멸치를 염장하게 되면 염이 육조직에 침투하게 되고 그 결과 수분함량의 변화가 유발되고 복잡한 기작에 의해 염용성 단백질 및 수용성 단백질이 용출되는 결과를 초래하므로 무게가 변하게 된다. Fig. 6은 원료 멸치육에 대한 무게증가를 측정한 결과이다. 10% 식염수를 사용하여 염지하였을 때 멸치육의 무게는 완만히 증가하여 72시간 후에 약 10% 정도 증가하는 경향을 나타내었으며 20% 식염수 및 포화식염수를 사용하였을 경우 완만히 감소하여 72시간 염지후 11%와 18% 정도 감소하는 경향을 나타내었다. 멸치육의 염지과정 중 염의 침투, 수분의 증감이 일어나게 되며 염용성 단백질 및 수용성 단백질 등이 염침투와 수분함량과의 상호작용에 의해 용출되어 결국은 고형분이 감소하게 된다. Fig. 7은 포화식염수를 사용하여 15°C에서 염지하였을 때 고형분의 용출을 측정된 결과이

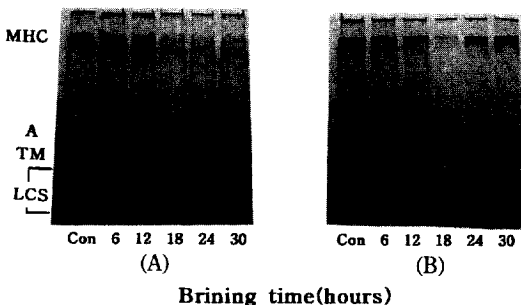


Fig. 4. SDS-PAGE patterns of solubilized protein from brined anchovy at 15°C (Time course). A) 10% NaCl solution, B) saturated NaCl solution, Concontrol. The position of myosin heavy chain, actin, tropomyosin and myosin light chain are indicated as MHC, A and LCS.

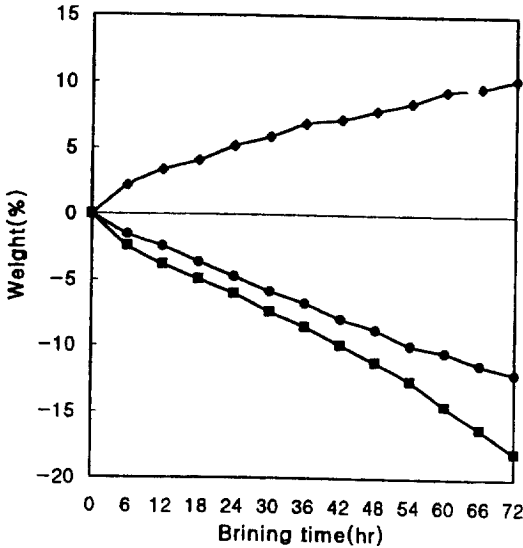


Fig. 6. Changes in weight of anchovy muscle during brining (salted). Conditions and symbols are the same in Fig. 3.

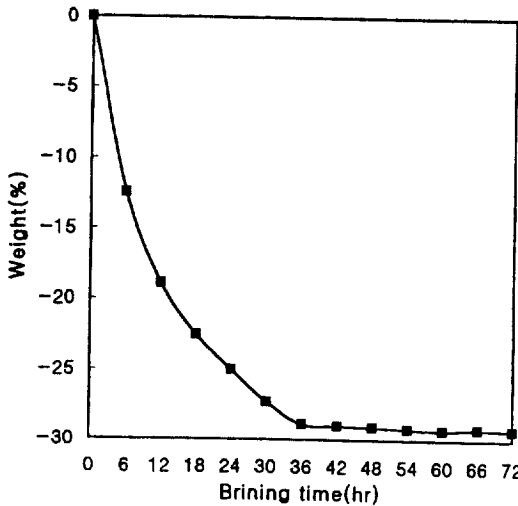


Fig. 7. Changes in weight decrease of anchovy muscle during brining (salt free basis). Anchovy muscle was immersed in saturated NaCl solution and weight was measured in salt free condition.

다. 초기에 급격하게 고형분이 용출되게 되며 36시간 이후에 평형상태에 도달하여 최종적으로 약 30% 감량 수준에서 유지되는 경향이었다.

요 약

저염 멸치젓 생산 공정 개발을 위한 기초 실험으로서 brining 과정 중 멸치육의 이화학적 변화를 측정하

였다. 10%, 15%, 20% 염용액 및 포화식염수를 사용하여 15°C 온도 조건에서 brining 하였을 때 초기의 염침투 특성은 first order kinetics에 적용할 수 있었으며 이때의 rate constant는 각각 0.018, 0.030, 0.039, 0.051를 나타내 염용액의 염농도가 증가할수록 초기의 염침투 속도는 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 염지기간 중 멸치육 단백질의 분해는 염용액의 염도가 낮을수록 빠르게 진행되었으며 포화식염수를 사용하여 brining 하였을 때는 단백질 분해가 매우 더디게 진행됨을 알 수 있었다. Brining 중 멸치육의 수분함량의 변화를 측정하였을 때 10% 식염수를 사용하였을 경우 74%의 수분함량을 가지고 있었으며 20% 식염수일 경우 65%의 수분함량을, 포화식염수를 사용하였을 경우 58%의 수분함량을 가지고 있는 것으로 나타나 염용액의 염도가 증가할수록 탈수되는 수분의 양이 증가하여 낮은 수분함량을 가지는 것으로 나타났다. Brining 중 멸치육의 무게변화를 측정하였을 때 10% 식염수를 사용하였을 경우 멸치육의 무게는 완만히 증가하여 72시간 후에 10% 정도 증가하는 것으로 나타났으며 20% 염용액 및 포화식염수를 사용하였을 경우 감소하는 경향을 나타내었다. 포화식염수를 사용하여 15°C에서 brining 시 고형분의 용출량을 측정하였을 때 초기에는 급격히 고형분이 용출되어 36시간 이후에 평형에 도달하였는데 이때의 감량 수준은 원료 멸치육의 무게의 30% 감량 수준이었다.

감사의 글

본 연구는 1994년 농림부에서 시행한 농림수산 특정 연구 사업에 의해 수행된 결과중의 일부이며 연구비 지원에 감사 드립니다.

문 헌

1. 김영명, 김동수 : 한국의 젓갈-그 원료와 제품, 창조사, 서울, p.19 (1990)
2. 차용준, 이응호 : 미생물을 이용한 저식염 멸치젓의 속성발효에 관한 연구. 1. 젓갈에서 분리한 단백질분해균 및 단백질 분해효소의 생화학적 특성. 한국수산학회지, 22, 363 (1989)
3. 차용준, 김은정, 주동식 : Koji를 이용한 저식염 멸치젓의 속성제조에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 23, 348 (1994)
4. 이응호, 차용준, 이종수 : 저염수산물발효식품의 가공에 관한 연구. 1. 저염정어리젓의 가공 조건. 한국수산학회지, 16, 133 (1983)
5. 고영환, 김착용, 강동섭, 하진환, 김수현, 강영주, 송대진 : 유산균 강화 자리젓 제조. 한국산업미생물학회지, 19, 200 (1991)

6. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official analytical Chemists, Washington, D. C. (1990)
 7. 日本厚生省 : 食品衛生指針-I. 揮發性鹽基窒素, p.30 (1960)
 8. 조진호 : 수분활성을 조절한 원료어육으로 제조한 저염 오징어젓갈의 품질특성, 중앙 대학교 박사 학위논문 (1997)
 9. Laemmli, U.K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227**, 751 (1970)
 10. John, A.T. and Christian, J.H.B.: Microbial growth. In *Water activity and Food*, 1st ed., Academic press, New York, p.86 (1978)
 11. Fougere, H.: The water transfer in codfish muscle immersed in sodium chloride solutions. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **9**, 388 (1952)
 12. Deng, J.C.: Effect of freezing and frozen storage on salt penetration into fish muscle immersed in brine. *J. Food Sci.*, **42**, 348 (1977)
-
- (1997년 8월 26일 접수)