

## 진공 및 질소가스 포장에 의한 자숙가리비의 보존 효과

김 상 무

강릉대학교 해양생명공학부

### The Effects of Vacuum and Nitrogen Packages on the Shelf-life of Boiled Scallop [*Patinopecten yessoensis*(Jay)]

Sang-Moo Kim

Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea

#### Abstract

Scallop, *Patinopecten yessoensis*(Jay), cultivated in the cold east coast of Kwangwon region, Korea, is expected to be produced about 50,000 tons in the year 2000. Scallop, first of all should be exuviated to process for new goods. In this study, vacuum and nitrogen packagings were applied to extend the shelf-life of exuviated scallop boiled with steam for 10 min. Vacuum and nitrogen packagings retarded the decrease in pH, whereas inhibited the production of  $\text{NH}_2\text{-N}$ , VBN, TMA, and TBA of exuviated scallop stored at 5°C. They also inhibited the microbial growth. But, there was no significant difference in the bacteriostatic effects between both packaging methods. The estimated shelf-lives of boiled and exuviated scallops for control, vacuum, and nitrogen packagings were about 30, 36, and 36 days, respectively.

**Key words:** scallop, vacuum, nitrogen package, shelf-life

#### 서 론

원양어업의 어획량 감소 및 연안오염에 의한 연안 수산자원의 감소가 가속화되는 가운데 동해중부 이북 지역, 즉 강원도에서만 서식 및 양식되고 있는 참가리비는 1991년 강원도 주문진 연안에서 최초로 양식이 성공된 이래로 꾸준한 생산증가를 보이고 있다. 1995년도에 약 600톤 정도 생산되던 가리비는 꾸준한 증양식 기술의 축적과 수하양식장 증가 및 1994년 부터 시도된 대량 살포 양식의 결과로 2000년 경에는 약 50,000톤 정도로 급격한 생산량 증가가 예상된다. 그러나 아직 활발 상태 유통이 위주이어서 선도 확보 기술의 미비 및 대량 생산되었을 때의 처리 등의 큰 문제점을 안고 있다. 그러나, 가리비의 효과적인 유통 및 대량소비를 위해서는 소비자가 직접 간단하게 조리할 수 있는 품목 또는 가공품으로 개발하는 방법 외에는 뚜렷한 해결 방법이 없다. 가리비를 가공품 및 간단한 조리품으로 개발하려면 우선 탈각 후 가리비의 효과적인 저장 및 유통 방법이 모색되어야 한다. 가리비를 저장하는 방법에는 열처리(1) 및 sorbate 첨가방법(2) 외에는 찾아 보기 힘들며 아직까지 효과적인 유통 및 저장방법이

마련되어 있지 않다.

진공 및 가스포장은 효과적인 저장방법으로 널리 응용되고 있는 간단한 방법 중의 하나로 수산물에는 고등어(3,4), 게육(5) 및 메기(6) 등의 shelf-life 연장에 이용되고 있으며, heme 물질의 보존효과(3) 및 지방 산화억제(2) 등의 탁월한 효과가 보고되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 자숙가리비의 shelf-life를 연장할 목적으로 진공 및 질소 포장에 의한 가리비의 보존효과를 검토하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

실험에 사용된 참가리비 [*Patinopecten yessoensis* (Jay)]는 2년 6개월 정도 양식된 직경 6~8cm 크기로 인근 양식장에서 바로 구입하여 사용하였으며, 10분간 증기 자숙하여 탈각한 다음 사용하였다.

##### 포장방법

진공포장은 74cmHg의 진공도에서 0.7분간 진공포

장하였으며, 질소가스 포장은 진공도 74cmHg에서 1.7분간 진공으로 한 다음 9초 동안 질소가스 포장을 하였다.

#### pH 측정

시료 10g에 증류수 100ml를 넣고 homogenizer로 15,000 rpm에서 10분간 마쇄한 다음 그 상층액을 pH meter (동우 메디칼센터)로 pH를 측정하였다.

#### 아미노태질소(NH<sub>2</sub>-N)

아미노태질소(NH<sub>2</sub>-N)는 Spies 및 Chamber(7)의 동염법으로 측정하였다.

#### Trimethylamine(TMA)

Bystedt 등(8)의 방법에 의해 측정하였다.

#### Volatile basic nitrogen(VBN)

휘발성 염기질소는 가리비 10g과 7% TCA용액 90ml를 3분간 균질화한 후 여과하여 단백질을 제거한 다음 여과액 1ml를 취해 conway unit내에서 포화 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 반응시켜 발생하는 질소를 0.01N HCl로 적정하여 측정하였다.

#### Thiobarbituric acid(TBA)

Tarladgis 등(9)의 방법에 의하여 측정하였다.

#### 생균수(Viable cell)측정

저장 중 생균수 측정은 standard plate agar를 사용하여 32°C에서 48시간 배양한 다음 colony forming unit (CFU)를 측정하였으며 균수 측정은 dilution pour method를 이용하여 1g 중의 CFU/g로 산출하였다.

#### 통계분석

실험 결과는 최소유의차이법(10% 수준)에 의하여 분석하였으며, 회귀분석은 단순회귀모델(10)에 따라 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### pH 변화

포장방법에 따른 pH의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 저장체의 pH는 6.85이었으며, 저장 36일 후의 대조군은

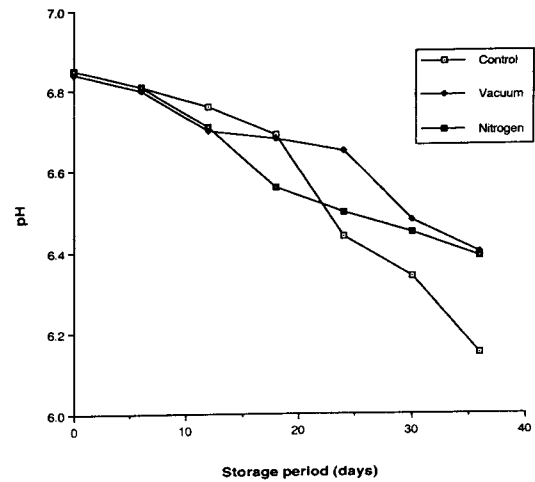


Fig. 1. Changes in pH during storage of boiled scallop at 5°C with vacuum and nitrogen packages.

pH 6.19, 진공 및 질소가스 포장인 경우에는 6.4 정도까지 감소하였다. 한편, 저장 24일 이후 대조군은 pH가 급격하게 감소한 반면 진공 및 질소가스 포장군은 완만한 감소 경향을 나타내었다. 저장 중의 pH 감소는 미생물이 분비하는 산 때문이라고 보여지며, Hollingworth 등(5)은 4°C에 저장된 진공포장 계육의 총 휘발산량은 저장 8일 이후로는 10°C에서 저장된 것 보다 많이 생성되었다고 하였다. 또한 0°C에 저장된 도미의 pH는 6.4에서 저장 11일에 6.31로 감소하였다가 그 후 다시 6.43으로 증가하였으며(11), 그 원인은 부패육에 생존하는 알칼리성 세균이 분비하는 대사산물에 기인한다고 하였다(12). 본 실험에서 pH는 저장기간이 증가할수록 지속적으로 감소하였는데 이는 자숙시 부패성 알칼리성 세균이 대부분 사멸되었고, 오히려 산성세균에 의한 발효 및 부패가 진행되었다고 보여진다.

#### 아미노태 질소량의 변화

아미노태 질소량 변화는 Fig. 2에 나타내었다. 모든 처리군에서 시료 전부가 저장 18일까지 급격한 아미노태 질소량의 증가경향이 나타났으며, 그 후 대조군은 완만하게 감소하였으나 진공 및 질소가스 포장군은 다소 급격하게 감소하였다. 진공 및 질소가스 포장에 따른 아미노태 질소 생성량은 뚜렷한 차이가 없었으나 대조군 보다는 전 저장기간에 걸쳐 낮은 함량을 나타내었다. 고등어의 진공포장은 일반포장 보다 nonheme iron 함량은 낮았으나 반대로 heme iron 함량은 높았으며, 이는 저장 중 단백질의 porphyrin ring이 산화되어 지속적으로 iron을 방출하기 때문인 것으로 알려져 있다(3,13).

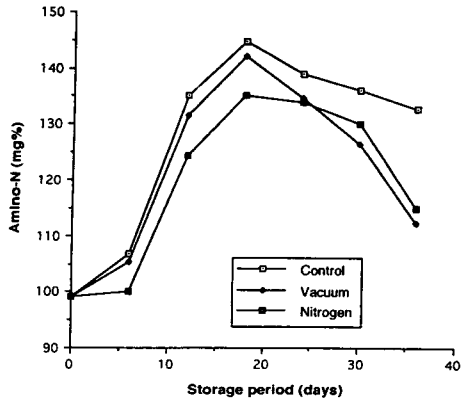


Fig. 2. Changes in amino-N content during storage of boiled scallop at 5°C with vacuum and nitrogen packages.

Blanching한 꼬끼리 조개를 냉동저장했을 경우 근형질단백질과 근원섬유단백질은 감소하고 알칼리 용해성 단백질은 급격하게 증가하였다고 하였다(14). 가자미 식해는 숙성 15일 까지 아미노태질소량이 급격하게 증가하였다가 그 후 감소하였다고 하였으며 식해 맛이 가장 좋을 때는 아미노태질소량이 최고값을 나타낸 숙성 14일째였다고 하였다(15). 또한 조개젓의 아미노태질소는 숙성 15일 까지 급격하게 증가하였다가 그 후 완만하게 증가하였다고 하였다(16). 본 실험의 결과도 이 등(15)의 결과와 비슷하게 아미노태질소는 저장 18일 경에 최고값을 나타낸 다음 그 후 감소하였으며 5°C에서도 가리비의 숙성은 지속적으로 이루어진다고 볼 수 있겠다.

Trimethylamine(TMA)량 변화

TMA량 변화는 Fig. 3과 같이 저장 6일째에 급격하게 감소하였다가 그 후 급격한 증가경향을 나타내었으며, 대조군이 진공 및 질소가스 포장군 보다 저장 18일 이후에는 큰 증가폭을 나타내었다. 그러나 진공포장 및 질소가스 포장 사이에는 별다른 차이점이 나타나지 않았다. TMA는 신선한 육에서는 산화된 형태인 TMAO로 있다가 육질이 분해되면 TMA로 환원이 되며, TMA는 다시 amine이나 NH<sub>3</sub> 등의 휘발성 물질로 빠른 속도로 분해된다. TMA는 숙성 시간 및 온도가 증가할수록 증가하는 경향이 있으며(17,18), 본 실험에서도 저장 초기를 제외하면 이와 비슷한 결과를 나타내었다. 저장 초기 TMA의 급격한 감소는 자숙 중에 많이 생성된 TMA가 휘발되어진 것이라고 보여진다. 본 실험에서 진공 및 질소가스 포장은 자숙가리비의 TMA 생성억제에 효과가 있다고 보여진다.

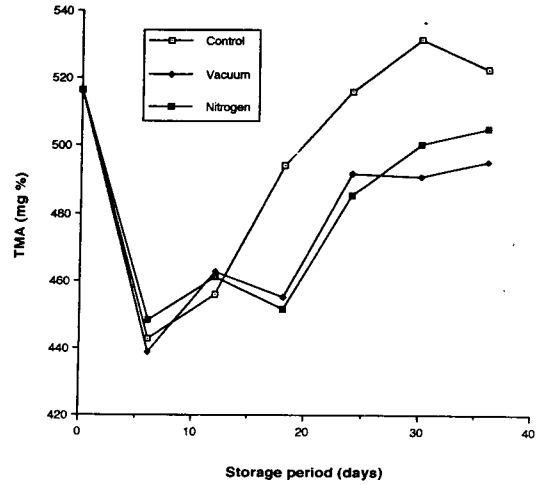


Fig. 3. Changes in TMA content during storage of boiled scallop at 5°C with vacuum and nitrogen packages.

휘발성염기질소(VBN)량 변화

VBN 변화는 Fig. 4와 같이 저장 24일까지 뚜렷한 변화가 없었으나 24일 이후부터 큰 폭으로 증가하였으며, 무포장 가리비가 진공 및 질소가스 포장 보다 높은 생성량을 나타내었다. 그러나 진공 포장 및 질소가스 포장 사이의 VBN값 차이는 없었다. Hollingworth 등(5)은 멸균된 계육을 진공포장하여 4°C에 저장했을 때, 휘발성 염기물질의 변화는 저장 초기에 약간 증가한 다음 저장 36일 까지 거의 일정한 값을 나타내었다고 하였다. 식염 8% 농도의 오징어 젓갈의 숙성 중 VBN은 저장온도 및 기간이 증가할수록 증가하였으며, 10°C에서 저장 36일 까지는 일정 수준으로 유지되거나 또는 완만하게 증가하였다가 그 후 급격하게 증가하였다는 보고(19)와 같이 본 실험에서도 자숙가리비의 VBN은 저장 24일 이후 급격하게 증가하였으며, 진공 및 질소가스 포장은 VBN 생성억제에 효과적인 것으로 나타났다.

Thiobarbituric acid(TBA)값의 변화

저장 중 자숙 가리비의 산패경향을 TBA값으로 나타내 보았을 때 Fig. 5와 같이 저장 6일째에 큰 폭으로 감소하였다가 그 후 급격한 증가경향을 나타내었으며, 대조군이 진공 및 질소가스 포장군 보다 더 급격하게 증가하였다. 그러나, 진공 및 질소가스 포장군은 저장 18일 까지 일정한 값을 유지하다가 24일 이후로 급격하게 증가하였는데, 두 방법 사이에는 뚜렷한 TBA값의 차이는 없었다. 진공포장된 고등어를 -7°C에 저장했을 경우 TBA값은 저장기간이 증가함에 따라 꾸준히

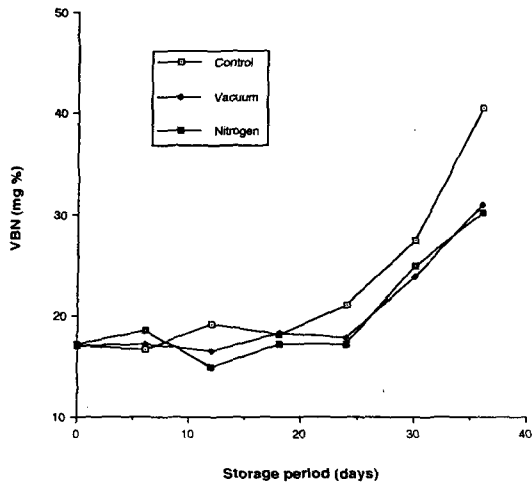


Fig. 4. Changes in VBN content during storage of boiled scallop at 5°C with vacuum and nitrogen packages.

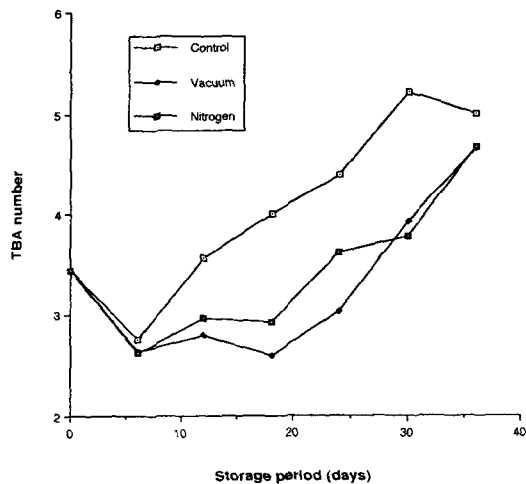


Fig. 5. Changes in TBA number during storage of boiled scallop at 5°C with vacuum and nitrogen packages.

게 증가하였으나 공기를 함유한 일반 포장방법 보다는 훨씬 낮은 증가량을 나타내었으며(4), CO<sub>2</sub> 조건에 저장된 메기육의 TBA생성은 크게 억제되었다(6)는 보고가 있다. 또한 도미육을 0°C에 저장했을 경우 TBA 값은 저장 11일에 최고값을 나타낸 다음 감소하였으며 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 및 ethanol로 살균 처리된 시료는 정상육 보다

TBA값이 높았다고 한다(11). Blanching은 코끼리조개의 인지질 함량을 약 40% 감소시켰으며 지방산화를 늦추는데 효과가 있다는 보고(20)가 있다. 본 실험의 결과에서도 저장 초기에 높은 TBA값은 자숙 중의 열 처리가 지방산화를 촉진했기 때문으로 보여지며, 진공 및 질소가스 포장은 지방질 산패 억제에 효과가 있는 것으로 나타났다.

#### 미생물생육의 변화

자숙가리비의 저장 중 생균수의 변화는 Table 1에 나타내었다. 생균수는 대조군인 경우 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 36일에는  $9.2 \times 10^7$ 을 나타내었다. 진공 및 질소가스 포장인 경우 저장 12일(진공 포장) 및 18일(질소가스 포장)까지 생균수는 어느 정도 완전한 증가경향을 나타내다가 그 후 다소 급격한 증식현상을 나타내어 진공 및 질소 포장은 미생물의 성장 억제에 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나, 진공 및 질소가스 포장 사이에는 미생물 생육에 대한 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났는데, 이는 진공 및 질소가스 포장이 ground beef patties의 저장 중 미생물군의 생육 저해 작용에 차이가 없었다고한 결과(21)와 일치한다. 또 Hollingworth 등(5)은 멸균된 계육을 진공포장하여 4°C 및 10°C에 저장하였을 경우에도 저장 64일까지 뚜렷한 미생물의 성장은 없었다고 하였으며, CO<sub>2</sub> 포장은 메기육 미생물의 성장을 현저하게 억제하여 shelf-life를 연장하였다고 하였다. 본 실험에서의 증기 자숙조건은 가리비의 살균이 목적이 아니고, 탈갈을 하기 위한 조건이었기 때문에 완전살균이 되지 않아 저장 중 미생물의 성장은 피할 수 없었으나 진공 및 질소가스 포장은 자숙가리비의 미생물 성장을 저해하였다.

#### 자숙가리비의 shelf-life

수산식품의 선도 판정에 사용되는 VBN 분석치를 이용하여 계산한 자숙가리비의 저온 저장 중의 shelf-life를 계산해 Table 2에 나타내었다. 일반적으로 VBN 값이 30~40mg%가 초기 부패를 나타내며 50mg%가 넘으면 부패되었다고 보고있다(22). Table 2와 같이 대조군, 진공 포장 및 질소가스 포장된 자숙가리비의 저장

Table 1. Changes in the number of viable cells during storage of boiled scallop at 5°C with different packages (unit : CFU/g)

Packages	Storage period(day)						
	0	6	12	18	24	30	36
Control	$8.5 \times 10^1$	$1.4 \times 10^3$	$9.3 \times 10^3$	$1.7 \times 10^5$	$2.0 \times 10^6$	$6.6 \times 10^6$	$9.2 \times 10^7$
Vacuum	$8.5 \times 10^1$	$2.6 \times 10^2$	$9.0 \times 10^2$	$3.0 \times 10^3$	$2.4 \times 10^3$	$6.1 \times 10^4$	$1.2 \times 10^5$
Nitrogen	$8.5 \times 10^1$	$2.2 \times 10^2$	$4.1 \times 10^2$	$5.5 \times 10^2$	$3.0 \times 10^3$	$8.3 \times 10^4$	$1.6 \times 10^5$

Table 2. Estimated shelf-life<sup>1)</sup> of boiled scallop with different packages stored at 5°C

Packages	Regression equation	Estimated shelf-life	
		Days	Extension(%)
Control	$Y = 18.479 - 0.57185X + 0.031379X^2$	30.3 <sup>a</sup>	100.0
Vacuum	$Y = 17.985 - 0.42821X + 0.021224X^2$	35.9 <sup>b</sup>	118.5
Nitrogen	$Y = 18.491 - 0.53512X + 0.023803X^2$	35.9 <sup>b</sup>	118.5

<sup>a,b</sup>Means in the same column with different superscripts are significantly different( $p < 0.1$ )

<sup>1)</sup>Based on the time period for VBN to reach 30mg/100g

온도 5°C에서의 shelf-life는 각각 약 30, 36 및 36일로 진공 및 질소가스 포장은 약 6일 정도 자숙가리비의 shelf-life를 연장하였다.

## 요 약

자숙가리비의 shelf-life를 연장하기 위하여 열처리 하여 탈각한 가리비를 진공 및 질소가스 포장하여 5°C에 저장하면서 여러가지 화학적 및 미생물적 변화를 분석하였다. pH는 저장기간이 증가할수록 감소하였으며 진공 및 질소가스 포장은 저장 18일 이후의 급격한 pH 감소를 억제하였다. 진공 및 질소가스 포장은 아미노태질소, TMA, VBN, TBA 생성 및 미생물 생육 억제효과를 나타내었으며, 두 포장방법 사이에는 뚜렷한 효과 차이는 없었다. 진공 및 질소가스 포장은 5°C에 저장된 자숙가리비의 shelf-life를 대조구 30일에 비교하여 약 6일 정도 연장하였다.

## 문 헌

- Murakami, E. G. : Thermal processing affects properties of commercial shrimp and scallops. *J. Food Sci.*, **59**, 237(1994)
- Fletcher, G. C., Murrell, W. G., Statham, J. A., Stewart, B. J. and Btemner, H. A. : Packaging of scallops with sorbate: An assessment of the from *Clostridium botulinum*. *J. Food Sci.*, **53**, 349(1988)
- Gomez-Basauri, J. V. and Regenstein, J. M. : Vacuum packaging, ascorbic acid and frozen storage effects on heme and nonheme iron content of mackerel. *J. Food Sci.*, **57**, 1337(1992)
- Santos, E. E. M. and Regenstein, J. M. : Effects of vacuum packaging, glazing, and erythorbic acid on the shelf-life of frozen white hake and mackerel. *J. Food Sci.*, **55**, 64(1990)
- Hollingworth, T. A., Kaysner, C. A., Colburn, K. G., Sullivan, J. J., Abeyta, C., Walker, K. D., Torkenson, J. D., Throm, H. R. and Wekell, M. M. : Chemical and microbiological analysis of vacuum-packed, pasteurized flaked imitation crabmeat. *J. Food Sci.*, **56**, 164(1991)
- Przybylak, L. A., Finerty, M. W., Grodner, R. M. and Gerdes, D. L. : Extension of shelf-life of iced fresh channel catfish fillets using modified atmospheric packaging and low dose irradiation. *J. Food Sci.*, **54**, 269(1989)
- Spies, T. R. and Chamber, D. C. : Spectrophotometric analysis of amino acids and peptides with their copper salt. *J. Biol. Chem.*, **191**, 789(1951)
- Bystedt, J., Swenne, L. and Ass, H. W. : Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 301(1959)
- Tarladgis, B. G., Pearson, A. M. and Dugan, L. R. : The chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. I. Some important side reactions. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **39**, 34(1962)
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : Principles and procedures of statistics. 2nd ed., McGraw-Hill Book Co. Inc., New York(1980)
- Fletcher, G. C. and Hodgson, J. A. : Shelf-life of sterile sanpper(*Chrysophrys auratus*). *J. Food Sci.*, **53**, 1327(1988)
- Scott, D. N., Fletcher, G. C. and Hogg, M. G. : Storage of snapper fillets in modified atmospheres at -1°C. *Food Technol.*, **38**, 234(1986)
- Schmid, R. and McDonagh, A. F. : Formation of bile pigments *in vivo*. In "The porphyrins" Academic Press, New York, Vol. 6, p.257(1979)
- 유병진, 정인학, 이강호 : 꼬끼리 조개육의 동결저장중 단백질 조성 및 texture 변화에 미치는 blanching의 영향. 한국수산학회지, **27**, 33(1994)
- 이철호, 조태숙, 임무현, 강주희, 양한철 : 가자미 식해에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, **11**, 53(1983)
- 유병진, 장미화 : 구연산 전처리에 의한 개량조개의 저염젓갈 가공. 한국식품과학회지, **24**, 541(1992)
- 오상룡 : 수산발효식품의 품질개선을 위한 기초연구. 한국식품개발연구원(1990)
- 김상무, 정인학, 조영제 : 강릉지방의 오징어 식해 개발에 관한 연구. 1. 숙성온도 및 시간에 따른 성분 변화. 한국수산학회지, **27**, 215(1994)
- 김동수, 김영명, 구재근, 이영철, 도정룡 : 오징어 조미젓갈의 품질유지기한에 관한 연구. 한국수산학회지, **26**, 13(1993)
- 유병진, 최홍길, 정인학, 이강호 : 꼬끼리 조개의 동결저장중 지질의 변화에 미치는 전처리의 효과. 한국수산학회지, **26**, 296(1993)
- Bentley, D. S., Reagon, J. O. and Miller, M. F. : Effects of gas atmosphere, storage temperature and storage time on the shelflife and sensory attributes of vacuum packaged ground beef patties. *J. Food Sci.*, **54**, 284(1989)
- 김우준 : 수산화학. 세진사, p.188(1922)

(1996년 8월 21일 접수)