J. of Korean Oil Chemists' Soc.,
Vol. 33, No. 2. June, 2016. 304~310
ISSN 1225-9098 (Print)
ISSN 2288-1069 (Online)
http://dx.doi.org/10.12925/jkocs.2016.33.2.304



# 저염 오징어 젓갈의 숙성에 따른 핵산관련물질의 변화

장기화 · 서동연 · 오성천†

경기대학교 외식조리관리학과, 군장대학교 호텔외식조리과, †대원대학교 제약품질관리과
(2016년 5월 10일 접수; 2016년 5월 30일 수정; 2016년 6월 17일 채택)

# Changes of the Nucleotides and their Related Compounds according to the Ripening Process of Low Salt Fermented Squid

Gi-Hwa Jang · Dong-Yon Seo · Sung-Cheon Oh†

*Dept. of Foodservice & Culinary management, Kyonggi University, Suwon 16227, Korea*
*Dept. of Culinary Art, Kunjang University, Gunsan 54045, Korea*
*Dept. of Pharmaceutical Quality Control, Daewon University College, Jecheon 27135, Korea*
*(Received May 10, 2016; Revised May 30, 2016; Accepted June 17, 2016)*

**요 약** : 식염 5%를 첨가한 저염 오징어 젓갈을 10℃에서 8주간 숙성시키면서 핵산관련물질의 변화를 분석하였다. 숙성발효에 따른 정미성분의 변화를 보면, 핵산관련물질 중 ATP 및 ADP는 소실되어 검출되지 않았으며 초기에만 AMP가 존재하고 숙성중반까지 현저히 감소한 반면에 inosine 및 hypoxanthine은 숙성중반까지 증가하였다가 다시 감소하였으며 핵산관련물질의 대부분을 차지하였다. pH는 식염농도가 낮고 숙성온도가 높을수록 숙성후반까지 계속 유의성 높게 증가하여 숙성이 촉진되었으며 적정산도는 숙성후반까지 감소하였다. 이상의 결과처럼 저염 오징어 젓갈의 적정 발효조건을 추정해 보면 발효온도 10℃, 식염 10%, 발효기간 5주로 추정되어 활용가치가 높다고 사료된다.

*주제어 : 저염, 오징어 젓갈, 핵산, 숙성, 발효*

**Abstract** : This study shows the changes of the nucleotides and their related compounds of squid during fermentation for 8 weeks at 10℃ in 5% salt solution. Among nucleic acid related matters, ATP and ADP were vanished not to be detected, AMP existed only at the early stage and then rapidly decreased until the mid-stage of the ripening. Inosine and hypoxanthine were the main components of nucleotides and their related compounds. As the salt concentration was decreased and fermentation temperature raised, pH was significantly increased to the latter stage of the ripening and hence fermentations was enhanced. The titrable acidity was continuously decreased until the latter stage of the ripening.

†Corresponding author
(E-mail: osc5000@mail.daewon.ac.kr)

Considering the above result, it is possible to make an estimate that the suitable fermentation conditions of squids are 10℃ of fermentation temperature, 10% of salt concentration and 5 weeks of ripening period.

*Keywords : low salt, fermented squid, nucleotides, ripening, fermentation*

## 1. 서 론

젓갈은 어패류의 근육, 내장이나 생식소 등에 비교적 다량의 식염을 첨가시켜 발효시킨 전통 음식이다[1]. 젓갈의 제조는 기본적으로 원료를 소금 및 부재료와 고루 혼합하여 밀봉한 후 일정 기간 발효숙성 시킴으로써 자가분해효소와 미생물이 생산하는 단백질 분해효소의 작용에 의하여 육질의 단백질이 아미노산으로 분해되고 특유의 향미 성분이 생성된 수산발효식품[2]이다. 첨가 식염은 부패균의 번식을 억제하고 자체효소 및 미생물의 효소작용에 의하여 정미성분인 유리아미노산과 핵산계 물질이 생성되어 식미 기호성이 증가될 뿐 아니라[3-4], 김치의 부원료나 조미료로서도 많이 이용되고 있다. 그러나 과다한 식염 섭취는 고혈압, 신장병 및 만성신부전 등의 성인병을 유발시키므로 짠맛을 줄인 저염 젓갈의 개발 필요성이 필요하다[5-6].

이러한 건강상의 문제로 식염농도를 5-7% 정도로 낮춘 저염 젓갈이 주류를 이루고 있으므로 저염 젓갈의 품질에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 젓갈의 저장성을 증가시켜 품질을 향상시키는데 기여하고자 식염 5%를 첨가한 저염 오징어 젓갈을 각각 10℃에서 8주간 숙성시키면서 핵산관련물질의 변화를 분석하였다.

## 2. 실 험

### 2.1. 재료

오징어 젓갈의 원료는 동결상태의 연안산 오징어(Squid, *Todarodes pacificus*)를 구입하여 사용하였고 Fig. 1과 같이 냉동된 오징어를 4℃에서 해동 후 내장, 머리, 다리와 지느러미를 분리하고 몸통 육을 사용하여 Table 1과 같은 조성에 따라 오징어 젓갈을 제조하였다. 숙성온도는 10℃와 20℃에서 각각 숙성 유지시켰다. 10℃에서 숙성시킨 것은 1주일 간격으로, 20℃는 4일 간격으로 꺼내어 분석용 시료로 사용하였다.

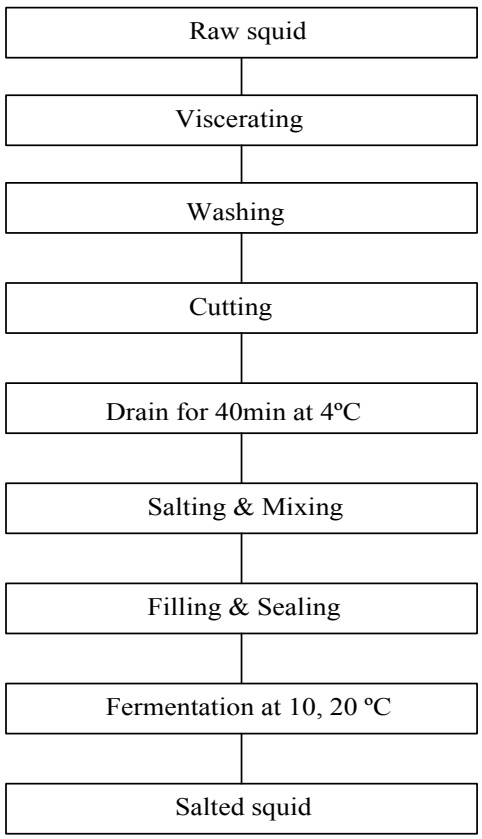


Fig. 1. Flow diagram of preparation of salt fermented squid.

### 2.2. 실험방법

#### 1) 일반성분

일반성분은 A.O.A.C.법[7]에 따라 분석하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법(105℃ 건조법), 조단백질은 Micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet추출법, 회분은 직접회화법으로 정량하였다.

Table 1. The compositions of salt squid samples before fermented

| Fermentation temperature (°C) | Composition (%) | |
|---|---|---|
| | Squid meat | Sodium chloride |
| 10 | 95 | 5 |
| | 90 | 10 |
| | 85 | 15 |
| | 80 | 20 |
| 20 | 95 | 5 |
| | 90 | 10 |
| | 85 | 15 |
| | 80 | 20 |

Table 2. The HPLC conditions for the analysis of nucleotides and its related compounds

| | | |
|---|---|---|
| Instrument | : | Waters Associates HPLC System |
| Column | : | $\mu$-bondapack C18(3.9mm i.d. x 30cm) |
| Mobile phase | : | 1% triethylamine. phosphoric acid(pH 6.5) |
| Flow rate | : | 2.0ml/min |
| Chart speed | : | 0.25cm/min |
| Detector | : | UV detector at 254nm |

**2) pH 측정**

시료 10g에 증류수 90ml를 넣고 균질기에서 15,000rpm으로 2분간 균질화한 후 pH meter (Orion, Model 320)를 이용하여 측정하였다.

**3) 적정산도**

발효 중 생성된 산의 함량측정은 시료 5g에 증류수 50ml를 넣고 균질화 한 후에 여과한 여과액 10ml를 취하여 0.1N NaOH용액으로 적정하여 lactic acid 함량 %로 산출 하였다[8].

**4) 핵산관련물질**

분석용 시료는 이 등[9]의 방법에 따라 조제하였다. 즉, 시료 5g을 0.6N $HClO_4$ 용액 50ml와 혼합하여 균질화한 다음 여과하여 시험관에 여과액 5ml와 인산완충용액(pH 7.6) 5ml를 혼합하고 상징액을 취하여 membrane filtration(0.2$\mu$l)한 후 HPLC를 이용하여 분석하였다. HPLC의 분석조건은 Valentine 등[10]의 방법을 일부 변경하여 사용하였고, 시험에 사용한 핵산관련표준물질(5'-ATP, 5'-ADP, 5'-AMP, 5'-IMP, 5'-GMP, Inosine, Hypoxanthine)은 Sigma Chemical Co.의 표준시약을 구입하여 사용하였다. HPLC 분석조건은 Table 2와 같다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 일반성분

본 실험에 사용한 원료 오징어의 일반성분 분석결과는 Table 3과 같다.

원료 오징어의 수분함량은 78.4%, 조단백질, 조지방, 회분 함량은 각각 17.9%, 1.0%, 1.8%로 나타났다. 이 결과는 이 등[11]의 결과와 유사한데 원료의 산지, 어획시기 등에 따라차이가 있을 것으로 생각된다. 오징어 젓갈 제조 시 내장을 제거한 원료 오징어의 어육인 몸통부분에 식염만 첨가해서 제조하였기 때문에 지방함량이 적고 단백질함량이 비교적 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Proximate composition of raw squid (%)

| Components | Moisture | Crude protein | Crude fat | Ash | Carbohydrate |
|---|---|---|---|---|---|
| Raw squid | 78.4 | 17.9 | 1.0 | 1.8 | 0.9 |

### 3.2 pH의 변화

Fig. 2는 10℃에서 염 농도를 달리하여 제조한 오징어 젓갈의 숙성 중 pH의 변화를 나타낸 결과이다. 염 5% 첨가 처리구는 pH 6.19에서 숙성 10주째 7.22까지 계속 증가하였으며, 염 10% 첨가 처리구는 숙성 초기부터 4주까지 pH가 6.15에서 6.24까지 완만하게 상승하다가 감소하였다. 염 15%, 20% 첨가 처리구는 숙성 초기부터 pH가 완만하게 감소하였다.

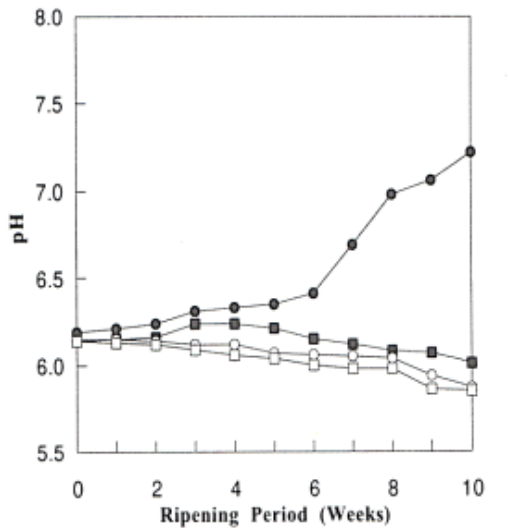


Fig. 2. Changes of the pH value of salted squid in the ripening process at 10℃

Fig. 3은 20℃에서 pH변화를 나타낸 결과이다. 염 5% 첨가 처리구는 숙성 초기에 pH 6.19에서 숙성 4주째 7.32까지 계속 증가함을 보였고, 4주 이후에는 하며 그 이후에는 급격히 증가하였다. 염 10% 첨가 처리구는 숙성 3주까지 pH 6.15에서 6.31까지 완만하게 증가하였고 4주째는 pH 6.56을 나타내었다. 염 15%, 20% 첨가 처리구는 10℃와 비슷하다. 숙성 초기부터 pH가 완만하게 감소하였다.

오징어 젓갈의 숙성 중 pH 변화는 염 농도가 낮을수록, 온도가 낮을수록 급격히 상승하였다. 젓갈의 숙성 중 염도가 낮을수록 pH가 낮은 것이 일반적이다. 그러나 본 실험에서처럼 염도 5%에 비하여 염도 10% 처리구에서 pH값이 낮게 유지되는 이유는 분명치 않으나 이 조건에서 산생성균의 활성이 활발하게 되기 때문인 것으로 추측된다. 김 등[12]은 오징어 젓갈의 pH가 7.0 이상이 되면 상품성을 잃는다고 하였는데 본 연구에서 5% 염 첨가구는 10℃에서 8주 이후, 20℃에서 3주 이후에 pH 7.0으로 상승하여 부패로 진행됨을 보였다.

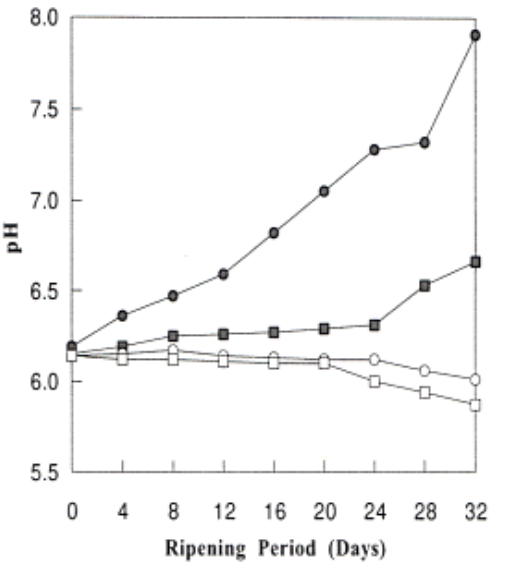


Fig. 3. Changes of the pH value of salted squid in the ripening process at 20℃

### 3.3 적정산도의 변화

Fig. 4는 10℃에서 적정산도의 변화를 나타낸 결과이다. 5% 염 첨가구는 숙성초기에 0.97%에서 숙성 10주에 0.65%로 감소하는 경향을 나타냈고 10%, 15%, 20% 염 첨가구는 완만하게 증가하였다.

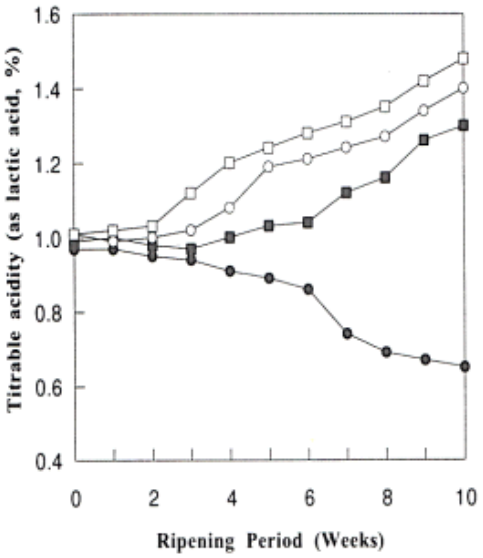


Fig. 4. Changes of the titrable acidity of salted squid in the ripening process at 10°C

Fig. 5는 20℃에서 적정산도의 변화를 나타낸 결과이다. 5% 염 첨가구는 숙성초기에 0.97%에서 숙성 4주에 0.64%로 감소함을 보였고, 10% 염 첨가구에서는 숙성초기에 완만하게 감소하여 4주에 0.81%를 나타냈다. 15%, 20% 염 첨가구는 10℃ 보다 증가폭이 크게 나타났다. 숙성 중 적정산도는 숙성기간의 경과에 따라 점진적으로 상승하는 경향을 나타내나 저염에서는 숙성적기에 도달한 후 감소함을 보였다. 산도의 꾸준한 증가에도 불구하고 pH의 변화가 적은 것은 유리 아미노산과 기타 유기물질의 완충작용 때문이라 생각된다. 이는 저온에서 숙성 시 적용되며 숙성온도가 높을 때는 설명을 할 수 없으므로 숙성기간 및 온도에 따른 pH 변화 및 적정산도의 경향을 보면 숙성 중의 pH 변화는 주로 젖산 생성량과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 즉, 젖산 생성량이 많으면 많을수록 pH는 반비례 하였다.

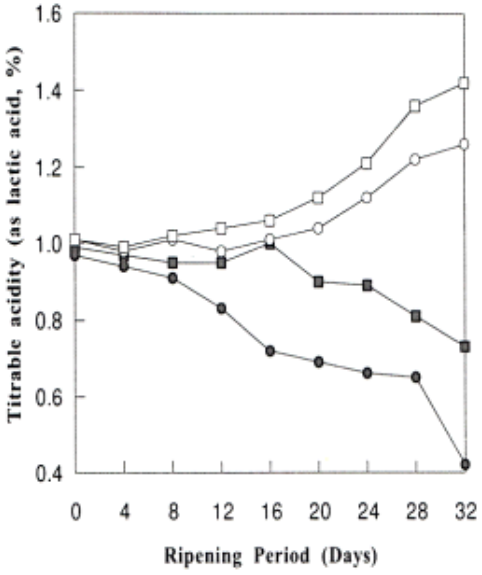


Fig.5. Changes of the titrable acidity of salted squid in the ripening process at 20°C

### 3.4 핵산관련물질의 변화

젓갈류의 맛과 관련된 주요성분으로서 유리아미노산, 유기산과 등과 함께 정미성 핵산 관련물질은 중요한 성분으로 인식되고 있다. 오징어젓갈의 숙성 중 주요 핵산관련물질의 함량 변화는 Table 4와 같다.

Table 4는 10℃에서 관능성이 가장 좋은 염 5% 첨가구를 대상 시료로 하여 측정한 결과이다. 핵산관련물질 중 ATP 와 ADP는 완전히 분해되어 측정되지 않았으며 AMP는 숙성 4주까지에만 검출 되고 그 이후로는 아주 미량으로 존재하였다. 오징어 젓갈의 경우 Inosine(HxR) 및 Hypoxanthine(Hx)이 핵산관련 물질의 주성분으로 나타났으며 HxR은 숙성 4주까지 증가하고 그 후에 감소하였으며, Hx는 숙성과정 중 증가하였다. HxR함량에 비해 Hx함량이 월등이 많으므로 Hx 축적 형으로 밝혀진다. 본 연구에서 숙성 0일부터 Hx가 많이 검출되는 것은 원료가 냉동 오징어이고 식염첨가 후의 탈수기간 동안에 발효가 많이 진행되었기 때문이다.

Table 4. Changes in nucleotides and their related compounds during the fermentation of squid with 5% NaCl at 10°C (Unit:mg%)

| Nucleotides and their related compounds | Ripening period(weeks) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 4 | 8 |
| ATP | T | T | T[a)] |
| ADP | T | T | T |
| AMP | 0.40 | 0.03 | T |
| HxR[b] | 0.21 | 0.29 | 0.17 |
| Hx[c)] | 2.38 | 3.67 | 3.23 |

a) Trace b) Inosine c) Hypoxanthine

오징어는 핵산관련물질 중 ATP에서 HxR까지는 분해속도가 아주 빠르고 HxR 및 Hx가 핵산관련물질의 대부분을 차지하는 어종이기 때문이다.

한편, 이 [13]는 조기젓 등 시판젓갈 4종을 대상으로 하여 RNA의 분해 경로를 추적한 결과 젓갈 원료 및 젓갈에 존재하는 RNA-depolymerase가 젓갈중의 RNA를 nucleotide 및 유리 인산까지 분해하므로 정미성이 강한 5'-mononucleotides의 축적이 어렵다고 보고하였다. 유 등[14]은 조개젓 실험에서 숙성이 진행됨에 따라 ATP, ADP 및 AMP는 나타나지 않았다고 보고하였으며, Hx는 숙성 초기에는 감소하였다가 숙성이 진행될수록 증가하였다고 보고하였다.

또한 정 등[15]은 새우의 향미성분 연구에서, 차 등[16]은 저염 정어리 젓의 정미성분 연구에서, 하 등[17]은 저 식염 자리돔 젓의 연구에서 숙성기간 중 IMP의 소실과 hypoxanthine의 축적을 확인한 바 있다.

## 4. 결 론

식염 5%를 첨가한 저염 오징어 젓갈을 10℃에서 8주간 숙성시키면서 핵산관련물질의 변화를 분석하였다. 숙성발효에 따른 정미성분의 변화를 보면, 핵산관련물질 중 ATP 및 ADP는 소실되어 검출되지 않았으며 초기에만 AMP가 존재하고 숙성중반까지 현저히 감소한 반면에 inosine 및 hypoxanthine은 숙성중반까지 증가하였다가 다시 감소하였으며 핵산관련물질의 대부분을 차지하였다. pH는 식염농도가 낮고 숙성온도가 높을수록 숙성후반까지 계속 유의성 높게 증가하여 숙성이 촉진되었으며 적정산도는 숙성후반까지 감소하였다. 이상의 결과처럼 저염 오징어 젓갈의 적정 발효조건을 추정해 보면 발효온도 10℃, 식염 10%, 발효기간 5주로 추정되어 활용가치가 높다고 사료된다.

## References

1. S. Nilsang, S. Lertsiri, M. Suphantharika and A. Assavanig, Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Fish Soluble Concentrate by Commerical Protease. *J. Food Eng.* 70, 571-578 (2005).
2. Y. M. Kim and D. S. Kim, Korea Jeotkal. 15 (1990).
3. S. C. Oh and J. S. Cho, Changes of the Volatile Basic Nitrogen and Free Amino Acids according to the Fermentation of Low Salt Fermented Squid. *Korean J. Soc. Food Sci. Technol.* 16, 173-181 (2000).
4. H. R. Cho, U. Y. Park and D. S. Chang, Studies on the Shelf-Life Extention of *Jeotkal*, Salted and Fermented Seafood. *Korean J Food Sci. Technol.* 34, 652-660 (2002).
5. F. R. Shank and F. E. Scarbrough, FAD Prospective on Sodium. *Food Technol.*, 37,

73 (1983).
6. A. C. Marsh, Process and Formulation that Affect the Sodium Content of Foods, Food Technol., 37, 45 (1983).
7. A.O.A.C. : Official Methods of Analysis, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1984).
8. A.O.A.C. : Official Methods of Analysis, 11th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1970).
9. E. H. Lee, J. G. Koo, C. B. Ahn and K. S. Ok, A rapid method for determination of ATP and its related compounds in dried fish and shell-fish products using HPLC. *Bull. Korean Fish Soc.* 17(5), 368 (1984).
10. D. Valentine, Sandwich student report. Determination of ATP and its degradation products in fish muscle by HPLC. Torry Research Station. United Kingdom (1977).
11. K. G. Lee and S. M. Kim, Quality Changes in Low-Salted Squid *Jeot-gal* during Fermentation and Determination of Shelf-life. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41, 687-694 (2012).
12. Y. M. Kim, Y. M. Jeong and J. H. Hong, Processing Conditions for Low-Salted Squid Jeotkal. *Bull. Korean Fish. Soc.* 26(4), 312 (1993).
13. K. H. Lee, Microbiological and Enzymological Studies on the Flavor Components of Sea Food Pickles, *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotech.* 11, 1-27 (1969).
14. B. J. You and M. H. Chang, Processing of low Salt fermented Sauce of Shelfish with Citric Acid Pretreatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24(6), 541-546 (1992).
15. S. Y. Chung and E. H. Lee, The Taste Compounds of Fermented Acetes chinensis. *Bull. Korean Fish.* Soc. 9(2), 79-110 (1976).
16. Y. J. Cha, S. Y. Cho, K. S. Oh and E. H. Lee, Studies on the Processing of low Salt Fermented Sea Foods. 2. The taste Compounds of Low Salt Fermented Sardine. *Bull. Korean Fish. Soc.* 16(2), 140-146 (1983).
17. J. H. Ha, S. W. Han and E. H. Lee, Studies on the Processing of low Salt Fermented Sea Foods. 8. Taste Compounds and Fatty Acid Composition of Low Salt Fermented Damsel Fish, *Chromis notatus*. *Bull. Korean Fish. Soc.* 19(4), 312-320 (1986).