멸치젓 숙성중 불휘발성아민의 함량 변화

정종순·이영근·박법규*·류병호**
부산직할시 보건환경연구소 식품분석과
*경성대학교 종합식품연구소 **경성대학교 공과대학 식품공학과

Change of Nonvolatile Amines During Fermentation of Anchovy

Jong-Son Chung, Yung-Geun Lee, Bob-Gyu Park*, and Beung-Ho Ryu.**
Pusan Institute of Health and Environment
**Institute of Food Science and Microbiology, Kyungsung University*
***Department of Food Science and Technology, Kyungsung University*

ABSTRACT-The present work was to study the changes of nonvolatile amines and microorganism in fermentation of anchovy during 12 weeks with addition of various concentration of sodium chloride.

Changes of histamine occured significantly during fermentation of anchovy with 10, 15, 20% salt and 10% mixed salts (5.0% NaCl+5.0% KCl). A maximum histamine content was observed in anchovy fermented for 6 weeks while the change of histamine content was not with addition of 20% sodium chloride.

Tyramine was found at highest contents in the fermented anchovy of 10% mixed salts and increased markedly in all anchovy fermented for 8 weeks. Cadaverine content was higher in fermented for all fermentation periods than in raw.

During fermentation cadaverine contents increased significantly in fermented with 10% mixed salts. In contrast with that, fermented anchovy with 20% sodium chloride had very low those content and high sodium chloride concentration had influenced on amine formation. Although the highest content of putrescine was observed in fermented for 8 weeks, those content was not changed significantly during fermantation.

The growth of Microflora, Achromobacter, Aeromonas and Pseudomonas were found in the in itial fermantation and Micrococus, Pediococcus, Lactobacillus and Saccharomyces were found during all fermentation periods.

Keywords □ **Nonvolatile amines, histamine, tyramine, fermentation.**

불휘발성아민은 동·식물 및 미생물의 대사과정 중에 형성되는 생리활성아민으로 인체의 신경계와 혈관계에 나쁜 영향을 주는 물질로 알려져 있다.[1]

아민은 여러종류의 식품에 함유되어 있는데 특히 치즈, 소시지, 포도주 및 맥주 등의 발효식품과 수산식품에 많다.[2-11] 식품의 발효중 불휘발성아민 형성에 관한 연구로는, 발효소시지에 있어 tyramine 함량이 숙성 전보다 숙성 후에 약 10배 증가하였다는 Dierick 의 보고[12]와 Salami(소시지의 일종) 숙성중 대부분의 아미노산이 증가하는데도 tyrosine은 감소하고 tyramine이 증가하였다는 Cantoni 등의 보고[13]가 있다.

불휘발성아민중 histamine, cadaverine, putre-

Received for publication 15 April, 1989
Reprint request; J. S. Chung at the above address

scine 및 tyramine은 monoamine oxidase inhibitor(MAOI)와 반응하거나 또는 식품중에 다량 있을 경우 고혈압, 두통, 발열, 호흡곤란 또는 구토 등을 일으킨다.[14-17] 또한 아민은 아질산과 반응하여 발암성 물질인 N-nitrosoamine을 생성[18]하며 아민화합물은 암세포 성장시 조절시스템을 전환한다는 보고[19-21]도 있다.

따라서 본 연구는 수산물중 멸치를 선정하여 젓갈을 담근 후 숙성중 불휘발성아민의 함량 및 미생물의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료—1988년 6월 21일 경상남도 양산군 기장면 앞바다에서 어획한 멸치(Engraulis Japonica, 체장 11.5~13.8 cm, 체중 8.88~16.93g)를 현지에서 ice box에 넣어 실험실로 운반하여 시료로 사용하였으며 시중 유통품은 1988년 9월 6일 부산시 중구 충무동 소재 자갈치 시장에서, 멸치젓 3종류(A, B, C)와 액젓 2종류, 즉 국산품 D와 수입품 E(Tiparos anchovy in salted liquid, Ban Kok Thailand)를 구입하였다.

젓갈제조—멸치를 물로 씻은 후 식염함량 10%, 15% 및 20%의 3종류와 혼합염 1종류(식염과 염화칼리 각 5%) 즉 염농도가 각기 다른 4종류로 구분하여 1.5*l* 유리용기에 넣어 저온항온기(Precision scientific model 815, U.S.A. 20±0.5℃)에서 1, 2, 4, 6, 8, 10 및 12주간 숙성시킨 후 염 농도별로 개별 포장된 시료를 homogenizer로 균질화 하였다.

표준용액 및 시액—Cadaverine, histamine, putrescine 및 tyramine은 Sigma Chemical Co.에서 각기 염산염을 구입한 후 물에 용해하여 1 m*l*에 아민이 1000 μg을 함유하도록 각 아민별 표준원액을 조제하였고 4-fluro-A-nitrobenzofurazane(NBD-F)는 Fluka에서 구입하여 methanol에 0.05%되게 용해하였으며 붕산완충액은 pH 8.0, 인산완충액은 pH 6.0 수용액을 사용하였다.

불휘발성아민의 추출 및 정량 조건—시료 10g을 blender cup에 취한 뒤 10% $HClO_4$ 25 m*l*를 가하고 방냉하면서 2분간 원심분리 후 균질화 하고 다시 5분간 원심분리(0℃, 8,000×g)하여 상징액을 분취하고 잔사를 반복 조작하여 상징액을 합한 후 5N-KOH 용액으로 pH를 6.4로 조정한 다음 냉장고에 30분간 방치하고 동양여지 No. 5C로 여과하여 증류수로 정확히 50 m*l* 되게 한 뒤 5 m*l*를 분액여두에 취하여 5N-KOH 용액 0.5 m*l*와 NaCl 2g을 가하고 *n*-buthanol 10 m*l*로써 5분간 추출한 뒤 상층의 *n*-buthanol층을 분취하고 다시 하층에 *n*-buthanol 10 m*l*를 가하여 재추출한후 *n*-buthanol로써 20 m*l* 되게하였다. *n*-Buthanol 추출액과 각 아민 표준용액(3, 5, 10, 20 μg/m*l*) 0.5 m*l* 씩을 공전시험관(5 m*l* screw cap)에 취하여 붕산완충액 0.5 m*l* 및 NBD-F 용액 1 m*l*를 가하고 60℃ 수욕중에서 1시간 가온한 후 그중 15 μ*l*를 HPLC에 injection 하였으며 측정조건은 Table 1과 같으며 정량은 Tonogai,[22] Santos,[23] Ikai[24]가 각기 실시한 시험방법을 변형하였다.

미생물 시험—멸치젓 250g을 무균적으로 균질화(사용기기 : Nissei-AM 7, Japan Kaisa Ltd.)한 다음 50g을 취하여 생리식염수에 적절히 희석하여 총 균수는 Haemacytometer(Hawksle-

Table 1. High performance liquid chromatography conditions for amine analysis

Items	Conditions
Model	Waters 244
Column	μ-Bondapak C 18
Solvent delivery system	Two step gradient elution system
Mobile phase	1) Initial step, CH_3OH 40% + phosphoric acid buffer solution 60%
	2) Final step, CH_3OH 80% + phosphoric acid buffer solution 20%
	3) Gradient elution time 15 mins
	4) Gradient curve No. 7
Flow rate	1.5 m*l*/min
Detector	Fluorescene detector model 420-AC
Chart speed	1.0 cm/min

y-England)로 측정하였고, 일반세균의 분리는 영양배지, 유산균의 분리는 유산균 분리배지와 LB 배지를, 대장균군 시험은 deoxycholate 배지를 사용하였으며 분리세균의 동정은 gram 염색 후 API kit에 의한 시험[25] Bachman과 Gibbons[26] 및 Cappuccino와 Sherman 등[27]의 방법에 의하였다.

효모의 검색동정—Lodder와 Kreger[28] 및 鈑塚과 後膝 등[31]의 시험방법에 의하였다.

결과 및 고찰

불휘발성아민—Histamine, tyramine 및 putrescine의 검량곡선은 Fig. 1, cadaverine의 검량곡선은 Fig. 2에 나타내었고, HPLC에 의한 chromatogram은 Fig. 3에 나타내었다.

멸치젓 숙성시 식염농도별, 숙성기간별 아민 함량 변화는 histamine의 경우 Fig. 4와 같은데 식염 20% 멸치젓은 숙성 4주째 350.8 ppm, 그리고 식염 10%, 혼합염 10% 및 식염 15%, 멸치젓은 숙성 6주째에 470.7~657.8 ppm까지 증가한 후 각기 감소하기 시작하여 숙성 12주째에는 식염 20%, 멸치젓이 210.8 ppm으로 가장 낮았고 식염 15%, 멸치젓이 275.2 ppm, 식염 10%, 멸치젓이 307.4 ppm 그리고 혼합염 10%, 멸치젓이 가장 많은 318.7 ppm 순으로 증가하였다. 어류의 histamine은 Morganella morganii, Hafnia alive 등이 histidine decarboxylase에 의하여 생성[29]되며, 또 어류의 선도 저하시 전체세균의 5~30%가 histamine 생성에 관여하고 많은 양의 histamine이 체내에 들어가면 allergy 중독현상

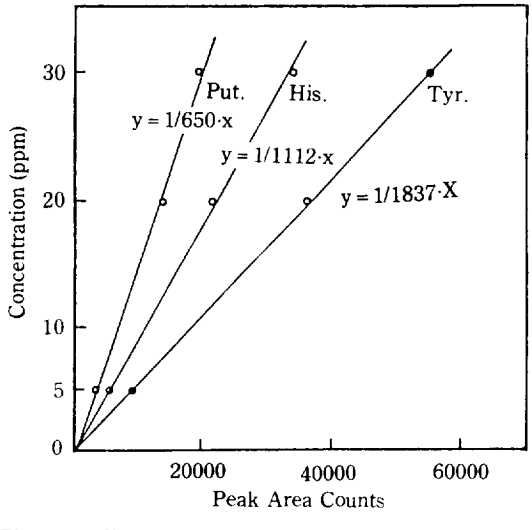

Fig. 1. Calibration curve of putrescine, histamine and tyramine.

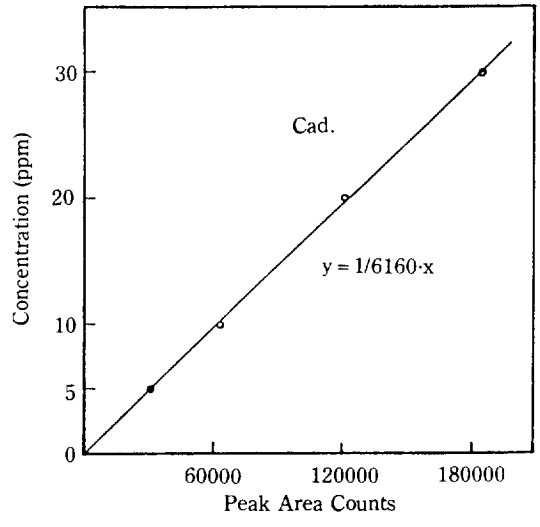

Fig. 2. Calibration curve of cadaverine.

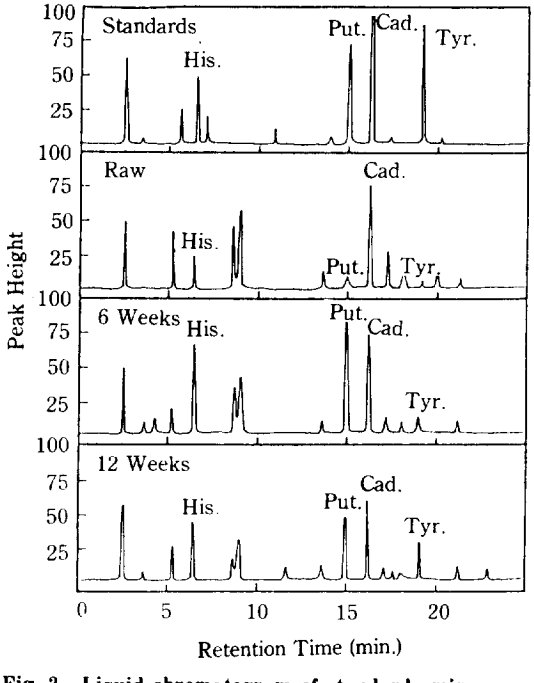

Fig. 3. Liquid chromatogram of standard amine, raw and fermented anchovy during 6 and 12 weeks.

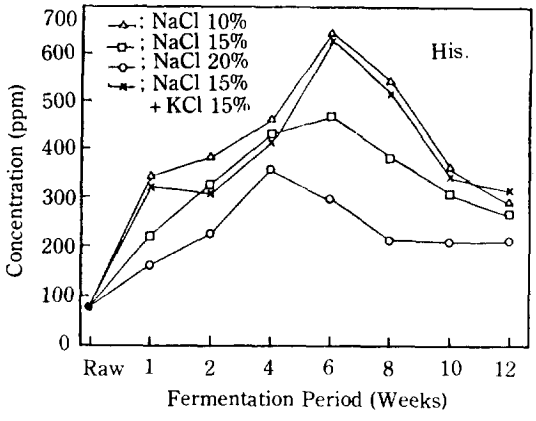

Fig. 4. Change of histamine content in anchovy during fermentation with various salt treatment.

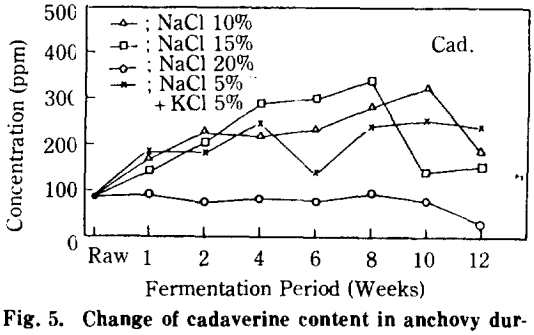

Fig. 5. Change of cadaverine content in anchovy during fermentation with various salt treatment.

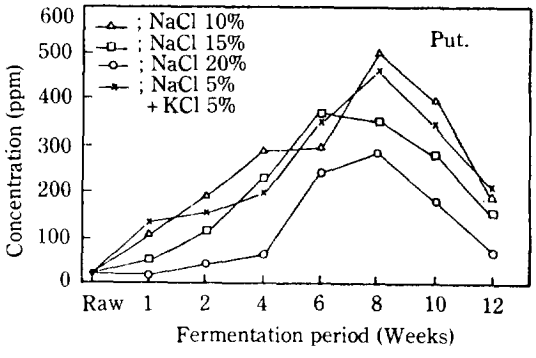

Fig. 6. Change of putrescine content in anchovy dur during fermentation with various salt treatment.

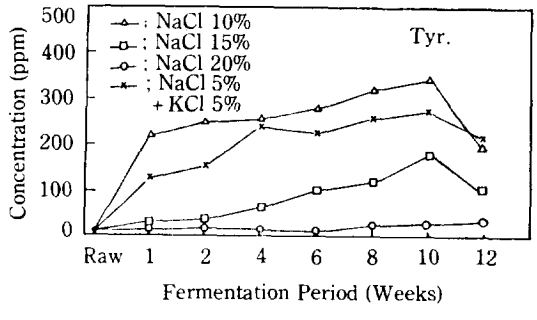

Fig. 7. Change of tyramine content in anchovy during fermentation with various salt treatment.

등을 일으킨다고 한다. Histamine의 중독한계농도는 760~2,800 ppm으로 알려져 있으나,[30,31] 현재는 1,000 ppm을 중독한계농도로 보고되어 있다.[32]

본 실험결과 식염 20% 멸치젓의 경우 숙성 12주째에 210.8 ppm 시중유통품은 206.4~417.0 ppm으로 식품위생상 문제가 없는 것으로 확인되었다. Cadaverine의 함량변화는 Fig. 5와 같은데 식염 20% 멸치젓이 가장 낮은 함량변화를 보였고, 식염 10%, 15% 및 혼합염 10%, 멸치젓은 함량변화가 심하였다. Histamine은 숙성 6주째 가장 함량이 높았는데 비하여 cadaverine은 숙성 8주째에 94.3~357.9 ppm으로 가장 함량이 높았다.

Putrescine의 함량변화를 Fig. 6에서 보면 숙성 4주 후 급격히 높아지기 시작하여 cadaverine처럼 숙성 8주째에 최대 함량인 283.4~498.6 ppm을 나타내었고 숙성 12주째에는 상당히 감소한 213.0~61.4 ppm이였다. Putrescine은 spermidine의 전구물질(precursor)로 포유동물에서는 상호변환하는 물질로 알려져 있다.[33]

Tyramine의 함량변화는 Fig. 7에 나타내었는데, histamine, cadaverine 및 putrescine과 달리 숙성 10주째 최대 함량인 22.6~343.5 ppm이 생성된 후 감소하였다. Tyramine은 인체가 정상적일때는 monoamine oxidase에 의하여 phenolic acid, 4-hydroxyphenol acetic acid로 산화되어 인체에 무해하게 되나 monoamine oxidase inhibitor를 투여받은 우울증 환자 등은 산화가 되지 않아 tyramine이 혈압증진 아민이 되어 심한 고혈압 증세를 유발한다고 Reuvers 등[2,34]이 보고하였다. Histamine, cadaverine, putrescine 및 tyramine은 멸치젓 숙성시 식염농도가 높을수록 아민 함량이 낮았는데 이는 식염농도가 높을수록 탈탄산효소 생성균의 생육이 억제되었기 때문으로 추정되었다.

Table 2. Comparision with nonvolatile amines between commercial and fermented anchovy (mg/kg)

Sample \ Amine	Nonvolatile amines				Sources
	Histamine	Tyramine	Cadaverine	Putrescine	
Fermented anchovy (20% NaCl)	210.8	28.3	16.0	61.4	This experiment
Fermented anchovy (15% NaCl)	275.2	100.0	160.1	137.4	"
Fermented anchovy (10% NaCl)	318.7	180.2	190.0	200.1	"
Fermented anchovy (5% NaCl + 5% KCl)	307.4	200.0	221.1	213.0	"
A	230.6	11.2	119.0	86.8	Commercial Product
B	206.4	68.8	12.4	72.6	"
C	222.8	18.2	39.2	133.0	"
D	328.0	tr	79.8	494.0	"
E	417.0	tr	52.8	118.4	"

Commercial fermented anchovy (A, B, C, D and E) contained 20%-22% NaCl.

불휘발성아민중 tyramine은 Streptococcus faecalis의 decarboxylase에 의해, cadaverine은 L-lysine이 *E. coli*, Clostridium septicum 및 Bacterium cadaveris에 의하여 putrescine은 L-ornithine이 Bacterium cadaveris 또는 arginine이 decarboxylase에 의해 생성된다고 하였다.[35] 그러나 식염 또는 염화칼리 함량과 숙성기간별 멸치젓의 불휘발성아민의 함량변화는 앞으로 더욱 검토해야 될 것으로 사료된다. 시중에 유통중인 멸치젓 5종의 불휘발성아민 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다.

시중 유통품과 본 실험의 식염 20% 멸치젓과는 염 함량이 비슷하므로 12주째의 품질을 비교하면 histamine 함량은 시중 유통품이 206.4~230.6 ppm으로 본 시료 210.8 ppm과 비슷하였고 액젓은 328.0~417.8 ppm으로 본 시료보다 높게 나타났다. 그러나 Yasuide 등[22]이 보고한 참치 10 ppm, 마른 전갱이 12.5 ppm, 된장절임 고등어 14.5 ppm에 비하면 멸치젓에서는 많은 양이 검출되었는데 이는 숙성기간중 세균의 탈탄산 작용 등에 기인한 것으로 사료된다. Cadaverine은 시중 유통품이 12.4~119.0 ppm으로 본 시료 16.0 ppm보다 조금 높은 경향을 나타내었고, putrescine은 시중 유통품이 72.6~494.0 ppm인데 비하여 본 시료는 61.4 ppm으로 시중 유통품보다 낮은 경향을 나타내었다. Tyramine 함량은 시중 유통품이 trace~68.8 ppm을 나타낸데 비하여 본 시료는 28.3 ppm을 나타내었다.

Baucom 등[36]에 의하면 cadaverine은 red wine에서 4.0~47.0 ppm, white wine에서는 3.2~108.3 ppm 검출되었고, putrescine은 red wine에서 0.6~5.5 ppm, white wine에서 0.7~11.7 ppm 검출되었다고 보고하였으며, Breien[27]은 치즈에 tyramine이 20~1,530 ppm, 맥주에는 12.2 ppm, yeast extract는 66~2,256 ppm, meat extract에는 95~206 ppm 검출되었다고 보고[2]하였다. 멸치젓과 치즈, 포도주, 맥주, yeast extract 및 meat extract에서 cadaverine, putrescine 및 tyramine 함량이 서로 차이가 나는 것은 식품별 아미노산조성 및 제조방법 등이 다르기 때문인 것으로 사료된다.

멸치젓 숙성중 미생물의 변화—12주간 숙성한 멸치젓의 염 함량별 미생물수의 변화는 Fig. 8과 같다. 식염 20%를 첨가한 멸치젓의 경우 숙성 첫주에 미생물수가 급속히 감소한 후 숙성 8주째에 2.5×10^5cells/g으로 최고치를 나타낸 뒤 다시 감소하기 시작하여 숙성 12주째에는 9.0×10^4cells/g으로 증가하였고 식염 15% 멸치젓의 경우 숙성

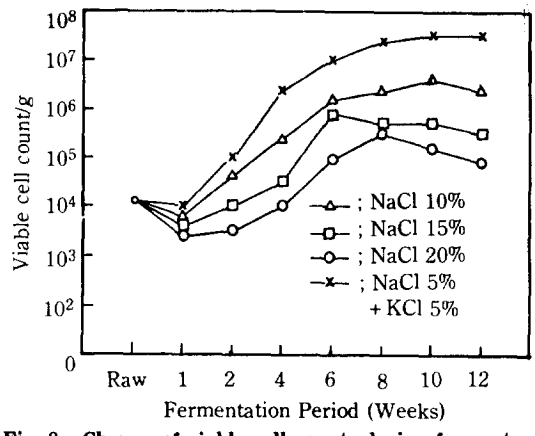

Fig. 8. Change of viable cell counts during fermentation of anchovy.

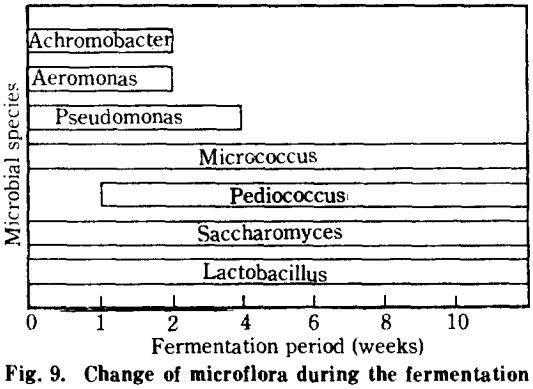

Fig. 9. Change of microflora during the fermentation of anchovy.

첫주에 6.0×10^3cells/g을 나타내었다. 식염 10%와 혼합염 10%, 멸치젓은 6.0×10^7cells/g으로 최고치를 나타내었는데 이는 새우젓의 숙성중 미생물 변화를 조사한 鄭 등[37]의 보고와 멸치젓 숙성중 미생물변화를 조사한 車 등[38]의 보고와는 다르게 나타났다.

Table 3. The species of microorganism isolated during fermentation of anchovy

Group	No. of strain	Identified organism
1	9	Achromobacter sp.
2	4	Aeromomas sp.
3	14	Pseudomonas sp.
4	28	Micrococcus sp.
5	32	Pediococcus sp.
6	15	Saccharomyces sp.
7	7	Lactobacillus sp.

멸치젓 숙성에 관여하는 미생물로서 109주가 분리되었는데 이들 균주들을 배양 및 형태학적 특성에 따라 분류한 결과는 Fig. 9와 Table 3과 같다.

대장균군은 원료인 생멸치는 물론 숙성과정중의 멸치젓에서도 검출되지 않았다. 멸치젓 숙성 초기에는 호기성 또는 통성 호기성균인 Achromobacter속, Aeromonas속 및 Pseudomonas속이 생육하였으나, 숙성기간 경과와 함께 점차적으로 감소하였는데 이들 초기세균은 멸치에 함유된 단백질을 분해하여 아미노산을 생성하므로써 호기성 세균이 감소하고 Pediococcus속 등의 혐기성 부패세균이 증가한 것이며, 또 부패세균의 활성이 숙성 2~4주 때 크게 떨어짐은 Lactobacillus속이 생성하는 젖산 때문으로 사료된다. Saccharomyces속 즉, 효모균 속은 전 숙성기간 동안 활성을 잃지 않았는데 멸치젓에 呈味成分 축적은 Saccharomyces속의 활성과도 관계가 크며 금번 멸치젓 숙성시 미생물상(相)의 변화는 鄭 등,[37] 李 등[39]의 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

국문요약

멸치를 물로 씻은 후 식염 10%, 15%, 20% 및 식염과 염화칼리 1 : 1의 혼합염 10%를 각기 첨가하여 1~12주간 숙성할 때 불휘발성아민의 함량과 미생물의 변화와 시중에 유통중인 멸치젓의 불휘발성아민 함량을 조사하였다.

불휘발성아민은 식염농도가 높을수록 생성량이 적었고 숙성기간별 생성량은 histamine의 경우 숙성 초기부터 증가하여 6주째에 식염 10%, 멸치젓이 657.8 ppm으로 최고치를 나타낸 후 감소하기 시작하여 숙성 12주째는 식염 20%, 멸치젓이 210.8 ppm으로 가장 적었고 혼합염 10% 멸치젓이 310.8 ppm으로 가장 많이 생성되었다. Cadaverine과 putrescine은 숙성 8주째까지 생성량이 증가한 후 점차적으로 줄어들었고 tyramine은 숙성 10주째까지 계속 증가한 뒤 숙성 12주째 현저히 감소하였다.

시중 유통품과 식염 함량이 비슷한 20% 멸치젓의 12주째 실험결과를 비교하면 시중 유통품의 불휘발성아민 함량이 전반적으로 높게 나타났다.

미생물의 변화는 숙성 초기에는 Achromobacter속, Aeromonas속 및 Pseudomonas속이, 숙성 중기에는 Pediococcus속, Micrococ us속 및 Lactobacillus속이 많았으며 숙성 후기에는 Sacchromyces속이 증가하였고 전 숙성기간 동안 미생물은 109주가 분리되었다.

참고문헌

1. Lovenberg, W.: Sence vaso andpsycloative sub stances in Foods; amines, stimulants and hallucinogens, in Toxicants. Occurring Natturally in Foods, *National Academy of Sciences.* Washington, D.C., p.170 (1973).
2. Sen, N.P.: Analysis and Significance of Tyramine in Foods, *J. of Food Sci.* **34,** 22 (1969).
3. Hurst, W.T. and Toomy, P.B.: High performance Liquid chromatographic determination of four biogenic amines in chocolate, *Analyst,* **106,** 394 (1981).
4. Himuro, A., Nakamura, H. and Tamura, K.: Flurometric determination of secondary amines by high performance liquid chromatography with postcolumn derivation, *J. of Chromatog.,* **264,** 423 (1983).
5. Koehler, P.E. and Eitenmiller, R.R.: High performance Liquid chromatographic analysis of tyramine, phenylethlamine and tyramine in sausage, Cheese and chocolate, *J. of Food Sci.,* **43,** 1245 (1978).
6. Laleye, L.C., Simard, R.E., Gosselin, C., Lee, B.H. and Giroux, R.N.: Accessment of cheddar cheese Quality by chromatographic analysis of amino acid and biogenic amines, *J. of Food sci.,* **303,** 52 (1987).
7. Ough, O.S.: Measurement of histamine in California Wine, *J. Agr. Food. Chem.* **19,** 241 (1971).
8. Zee, J.A., Simard, R.E.: Biogenic amines in Canadian, American and European Beers, *Can. Inst. Food Sci. and Technol.,* **14,** 119 (1981).
9. Zee, J.A., Simard, R.E. and Roy, A.: A modified automatic ion-exchange method for the seperation and quantitation of biogenic amines, *Can. Inst. Food Sci. Technol.,* **14,** 71 (1981).
10. Sen, N.P.: Analysis and significance of Tyramine in Food, *J. of Food Sci.,* **34,** 22 (1969).
11. Reuvers, B.A., Martin, M.P. and Ramos, M., Jimenez, R.:A rapid ion-pair HPLC procedure for the determination of tyramine in Dairy products, *J. of Food. Sci.,* **51,** 84 (1986).
12. Dierick, N., Vandekerckhove, P. and Demeyer, D.: Change in nonprotein compounds during dry sausage ripening, *J. of Food Sci.,* **39,** 301 (1974).
13. Cantoni, C., Bianchi, M., Beretta, G.:Amino acids, histamine and tyramine variation during ripening of dry sausage, *Ind. Aliment* (Bucharest), **13,** 75 (1974).
14. Blackwell, B., Marley, E. and Ryle, A.: Hypertensive crisis associated with MAO inhibitors, *Lancet,* 722 (1964).
15. Blackwell. B.: Hypertensive crisis due to monoamine-oxidase inhibitor, *Lancet,* 849 (1963).
16. Asator, A.M., Levi, A.J. and Miline, M.O.: Tranyleypromine and cheese, *Lancet,* 733 (1963).
17. Blackwell, B. and Mabbit, L.A.: Tyramine in cheese related to hypertensive crisis after monoamineoxidase inhibition, *Lancet,* 938 (1965).
18. Harold Hart : Organic Chemistry, 유학수, 김종대, 이일규, 윤능민, 장승현(광림사, 1985) p. 353.
19. Bjeldanes, L.F., Schutz, D.E. and Morries, M.M.: On the acetionogy of scombroid poisoning: Cadaverine potentiation of histamine toxicity in the Guinea-Pig, *Food Cosmet. Toxicol.,*

16., 157 (1978).
20. Russell, D.H.: Polyamines in normal and neoplastic growth, *Rawen press Publishers,* N.Y.
21. Hibasami, H., Tsukada, T. and Nakashima, K.: Cancer metastasis and polyamines, Protein, nuclear acid, *Enzymes,* **30,** 335 (1985).
22. Yashuide Tonogai, Y., Yoshiho Ito and Motoo Harada:A separative determination of putrefactive non-volatile amines in raw fish and products by H.P.L.C. with fluorescene detector, 食衛誌, **25,** 41(1984).
23. Santos, Buelga. C., Marine, Font, A. and of tyramine during storage and spoilage of anchovy, *J. of Food Sci.,* **51,** 512 (1986).
24. Masaak Ikai, Tomofumi Ogata, Koichi Haraguchi and Yosuke Ohkura: High-performance liquid chromatohraphic determination of free and total polyamines in human serum as fluoresamine derivatives, *J, of chromatog.,* **163,** 151 (1979).
25. Roverston, E.A. and Maclowery, J.D.: Diagonostic Mathematical analysis of API Enter-20 (1974).
26. Buchman, R.E. and Gibbons, N.E.:Bergey's manual of determinative bacteriology (8th. eds. *The William Wilkins Co.Boltimore,* 1974).
27. Cappuccino, J.G. and Sherman, N.:Microbiology a laboratory manual Addison (Wesley Co. Massachusetts, 1983).
28. Lodder, J.S. and Kreger-Van Rij: The yeasts a toxonomic study (2nd. eds, *North Holland Pub.* amsterdam, 1967) p.116.
29. Omura, Y. and Olcott, H.S.: Histamine-forming bacteria isolated rmfo spoiled skipjack tuna and jack mackerel, J. of Food Sci., **43,** 1779 (1978).
30. Kinata, M. and Tanaka, M.: On the bacteria causing apoilage of gresr fish, especially on the activity which can product histamine, *Mem. Res. Inst. Food Sci.,* Kyoto Univ. **7,** 12 (1954).
31. Edmunds, W.T. and Eitenmiller, R.R.: Effecg of storage time and temperature on histamine content and histidine decarboxylase activity of aquatic species, *J. of Food Sci.,* **40,** 516 (1975).
32. Arnold, H. and Brown, D.:Histamine toxidity from fish products, (Advan. Food. Res. 24, Academic press, New York, 1978) p.113
33. Merck Index 10th. ed., (Merk Sharp & Dohme Research Laboratories Rahway, New Jersey 07065, 1983) p.1147
34. Reuvers, B.A., Martine de pozuelo, M., Ramos, M. and Jimenez, R.: A rapid ion-pair HPLC procedure for the determination of Tyramine in dairy products, *J. of Food Sci.* **34,** 22 (1969).
35. Jesse, P. Greenstein and Milton winitz: Chemistry of the amino acid, 2. 1793 (1986).
36. Baueom, T.L., Tabacchi, M.H., Cottrell, T.H.E and Richmond, B.S.: biogenic amine content of New York state Wines, *J. of Food Sci.,* **51,** 1376 (1986).
37. 정승호, 이웅호 : 새우젓의 정미성분에 관한 연구, 한국수산학회지, **19,** 72(1976).
38. 차용준, 박향숙, 조순영, 이웅호 : 저염수산발효식품의 가공에 관한 연구, 한국수산학회지, **16,** 363(1983).
39. 이종갑, 최위향 : 멸치젓갈 숙성에 따른 미생물상의 변화에 대하여, 한국수산학회지, **7,** 105(1974).