

명태육을 기질로한 풍미물질 발효균주의 선발

신동화·김영명*·김동수*·이병완

전북대학교 식품공학과, *한국식품개발연구원

Screening of Suitable Mold Strains for Production of Taste Materials from Alaska Pollack Flesh

Dong-Hwa Shin, Young-Myoung Kim*, Dong-Soo Kim* and Byung-Wan Lee

Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Chonju

*Korea Food Research Institute, Suwon

Abstract

Fish flesh of Alaska pollack containing 5% of corn starch were fermented with 8 strains of mold and monitoring of their flavor characteristics, acceptability, nucleotides and their related compounds, amino acid compositions were conducted. All strains were grown vigorously on fish flesh media and formed their characteristic spores with unique flavor by strains. Amino type nitrogen ($\text{NH}_2\text{-N}$) content of fermented fish flesh (FFF) were 25-26 times higher than that of raw flesh and 6-15 times higher in extractable nitrogen (Ex-N) content. The strains which produce more ADP (Adenosine 5'-diphosphate) in FFF also showed much higher level of IMP (Inosine 5'-monophosphate) and GMP (Guanosine 5'-monophosphate) content than that of raw flesh. Amino acid composition were differ by strain but lysine was generally highest and arginine, glutamic acid, leucine and alanine in order. In review of sensory evaluation, total content of nucleotides, $\text{NH}_2\text{-N}$, Ex-N and amino acid compositions, suitable strains for fish flesh fermentation were *Aspergillus oryzae* KFCC 11371, *Asp. oryzae* KFCC 32343, *Penicillium roqueforti* KFCC 11269 and *Asp. quercinus*.

Key words: fish flesh fermentation, alaska pollack, nucleotides, fish fermentation

서 론

조미료는 인간의 역사와 함께 발전해왔고 지금도 새로운 조미료들이 계속 개발되어 우리의 미각을 즐겁게 하고 식생활을 더욱 풍요롭게 만들고 있다. 우리나라의 조미료는 약령(藥蔘)으로 오래전에 알려져왔고⁽¹⁾ 맛과 향을 한데 묶은 넓은 의미로 풍미를 음식물에 부여하는 기능을 가진 것으로 볼 수 있다. 그러나 근대 조미료라는 말이 본격적으로 사용된 것은 1950년대로 MSG를 주성분으로 하였고⁽²⁾ 조미료의 대명사화 하였으나 1913년 일본의 小玉新太郎이 가다랭이 추출물의 맛의 정체가 IMP라는 것을 밝힌 후⁽³⁾ 기업적 생산이 가능해지면서 핵산계 조미료가 각광받는 조미료로 대두되었다.

그러나 식생활의 고급화, 다양화 추세에 따라 조미료

도 단순미 보다는 복합미를 선호하면서 천연물질에서 추출한 풍미 조미료의 요구가 증가, 새로운 인기 조미료로 주목을 끌면서 그 생산량이 급증할 추세이다⁽²⁾. 천연 풍미 조미료의 원료로는 육류를 많이 이용하고 있으나 맛의 다양화에 한계가 있고 원료의 고가로 수산물에 대한 관심이 점차 고조되고 있다. 수산물은 어종에 따라 독특한 풍미가 있고 어패류 종류에 따른 정미성분도 각각 다르다고 알려져 있으나 주로 5'-IMP, 5'-AMP, 5'-GMP 등 핵산관련물질,^(4,5) 유리아미노산 및 유기산이 주요 맛성분으로 알려지고 있다.^(6,7) 마른 멸치,⁽⁸⁾ 고등어 분말소프,⁽⁹⁾ 담치⁽¹⁰⁾ 등의 정미성분은 핵산과 아미노산이며 기타 어종에 있어서의 맛의 발현도 아미노산과 5'-IMP의 조화⁽¹¹⁾ 및 아미노산의 조성에 의해 영향을 받는다고 한다.⁽¹²⁾ 또한 발효식품에서도 아미노산과 핵산 관련물질이 주된 정미성분으로 알려져 있다.⁽¹³⁻¹⁸⁾

풍미물질의 생산은 천연물에서 직접 추출하는 방법도

Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Dukjin-dong, Chonju, Chonbuk, 560-756

있으나 이는 이미 존재하는 물질의 이용으로 맛의 다양화에는 한계가 있어 이를 극복하기 위하여 어육을 기질로한 미생물 발효를 하는 경우 새로운 풍미물질이 생성, 보완 및 증량될 가능성이 있을 것으로 판단되어 본 연구에서는 단백질 분해능이 있고 독성이 없다고 알려진 곰팡이를 선정, 이들에 의한 풍미물질 생성 양상을 고찰하고 그 능력을 비교, 우수균주를 선발하였다.

재료 및 방법

재료

명태 (*Theragra chalcogramma*)는 선도가 양호한 시판 냉동품을 사용하였고 이의 수분은 77.6%, 조단백질은 19.7%, 조지방은 1.1%이었다. 부재료로서 전분은 선일포도당(주)의 옥수수 전분을, 기타 재료는 시판품을 사용하였다.

사용균주 및 포자현탁액

본 실험에 사용한 균주는 Table 1과 같으며 한국중균협회에서 분양받아 실험실에서 계대, 보관하면서 사용하였고, 각 균주는 맥아 한천배지에 접종, 30°C에서 3일간 배양하여 포자를 형성하고 0.1% Tween 80액 5ml/씩을 각 slant 에 주입, 진탕 후 거즈로 여과, 포자현탁액을 만들었다.

어육의 발효

원료어체로부터 어육을 채취, 1% 소금을 첨가, 고기갈이하고 5% 전분 및 1% 식염을 가하고 고기풀을

Table 1. The list of mold strains used for fish flesh fermentation

| No. of strain | strain | |
|---------------|-------------------------------|----------------------------|
| No. 1 | <i>Aspergillus oryzae</i> | KFCC 32319 (ATCC 16513) |
| No. 2 | <i>Asp. niger</i> | AFCC 11239 (ATCC 2029) |
| No. 3 | <i>Asp. oryzae</i> | KFCC 11371 (IFO 30103) |
| No. 4 | <i>Asp. oryzae</i> | KFCC 32343 (IFO 30104) |
| No. 5 | <i>Asp. awamori Nakazawa</i> | KFCC 11439 (YUEE 1014) |
| No. 6 | <i>Asp. oryzae</i> | KFCC 11372 |
| No. 7 | <i>Penicillium roqueforti</i> | KFCC 11269 |
| No. 8 | <i>Asp. quercinus</i> | KFCC 11956 (ATCC 14307) |

얻었다. 이 고기풀을 두께 2mm의 sheet 상으로 성형, 65-70°C 열탕에서 5분 가열, 냉각 후 40-45°C 열풍건조기에서 건조, 수분함량 70% 내외로 조정된 후 2×2cm로 절단, petri dish에 넣어 121°C, 30분 살균하여 발효기질로 하였다. 이 발효기질에 각 균주의 포자현탁액을 일정하게 접종, 30°C에서 배양하였다.

분석방법

pH는 발효시료 10g에 증류수 90ml를 혼합 균질화한 액으로 측정하였고, 수분은 105°C 건조법, 아미노태질소(NH₂-N)의 함량은 Spies의 동염비색법⁽¹⁹⁾으로 측정하였으며, 엑스태질소(Extractive nitrogen, Ex-N)은 7% TCA로 제단백 후 여과액에 대하여 Semi-micro Kjeldahl법으로 질소량을 정량하였다. 핵산 관련물질의 분석은 Valentine 방법^(20,21)에 준하여 HPLC로 분리 정량하였고, 아미노산은 전처리하여 자동 아미노산 분석기(LKB, Type 4151)로 유리아미노산을 분석하였다. 환원당은 발효시료를 제단백, 탈남처리 후 Somogyi 변법⁽²²⁾으로 정량하였다.

관능검사

발효시료 1g에 1% 소금용액 100ml를 넣고 5분간 끓인 다음 30°C로 냉각, 여과하여 이 액으로 5점평점법으로 평가, 풍미, 맛, 전체적인 기호도 등을 평가토록 하였다. 관능검사 요원은 선별된 대학원생 12명으로 구성하였다.

결과 및 고찰

어육에 대한 곰팡이 증식적성

어육에 대한 곰팡이의 생육과 생성물의 특성을 개괄적으로 관찰하기 위하여 각 균주를 어육발효기질에 접종하여 관찰한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서 보는 바와 같이 실험한 모든 균주가 어육기질에서 배양 24시간 이후부터 극히 왕성한 생육 특성을 보였으며, 모두가 48시간 이후 갈색 혹은 흑색의 포자를 형성하기 시작하여 72시간 후에는 포자로 완전히 덮히는 현상을 보였다. 발효시료의 열추출물을 시료로 하여 관능적으로 냄새를 평가한 결과 약한 고기냄새, 치즈냄새, 구수한 냄새와 함께 토양취, 알콜취, 약산취 등이 감지되는 등 서로 다른 특성을 보였고, No. 3과 7이 다른 처리구에 비하여 비교적 온화하고 바람직 한 냄새를 나타내었다.

Table 2. Overall growth characteristics of various mold strains on fish flesh

| No. of Strain ^{a)} | Growth characteristics ^{b)} | Odour |
|-----------------------------|---|---------------------------|
| No. 1 | growth vigorously, gellow green spore after 48 hours incubation | weak meaty |
| No. 2 | growth vigorously, black spore after 48 hours incubation | weak alcoholic |
| No. 3 | growth vigorously, yellow green spore after 48 hours incubation | cheese like |
| No. 4 | " | weak alcoholic |
| No. 5 | " | weak meat flavor |
| No. 6 | " | soil and acidic |
| No. 7 | growth vigorously, dark brown spore after 48 hours incubation | meat flavor |
| No. 8 | growth vigorously, brown spore after 48 hours incubation | meat flavor & weak acidic |

a) See Table 1.

b) Incubated at 30°C for 5 days on the flesh of Alaska pollack

어육발효시의 성분변화

어육발효기질에 Table 1과 같은 균주를 각각 접종하여 발효시킨 후 그 성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보면 모든 균주에서 전체적으로 NH₂-N과 Ex-N의 함량이 control보다 월등히 높아져서 강력한 단백질 분해능이 있음을 알 수 있었는데, NH₂-N의 경우 최저는 No. 6에서 25배, 최고는 No. 8에서 65배를 나타내었고, Ex-N도 NH₂-N의 경우와 같은 경향으로 6-15배를 보여 균주에 따라 단백질 분해능이 다를 수 있었다. pH는 사용균주에 따라 서로 차이가 있는데 이는 생물물질의 구성이 서로 다른 것으로 추정할 수 있다. 환원당량은 대부분의 경우 control보

다 낮아서 균의 증식에 따라 이를 소비한 것으로 보였으며, No. 1의 경우 오히려 증가하여 단백질 분해능과 함께 전분의 분해력도 강함을 알 수 있다. 일본식 된장의 경우 사용균주에 따라 아미노산의 유리율 및 질소의 가용화율이 증가한다는 결과⁽²³⁾와 비교해 보면 아미노산의 유리율은 비슷하나 Ex-N의 양은 어육에서 월등히 높음을 알 수 있다.

발효어육 중 핵산 관련성분

한편 각 균주에 의한 어육발효 시료 중 5'-adenine nucleotides의 분해 및 생성특성과 관련물질의 함량을 보면 Table 4와 같다.

Table 4의 결과를 보면 핵산 관련물질의 함량은 사용균주에 따라 상당한 차이를 보이고 있으며 대부분의 경우 ATP는 극미량이 존재하고, ADP는 control에

Table 4. Nuclotide and their related compounds of fish flesh fermented^{a)} by various mold strains

| strain ^{b)} | mg % (db) | | | | | |
|----------------------|-----------|-------|------|-----------|------------------|-------------------|
| | ATP | ADP | AMP | IMP + GMP | Hx ^{c)} | HxR ^{d)} |
| control | tr | 143.6 | 36.9 | tr | 12.9 | 57.1 |
| No. 1 ^{b)} | 1.28 | tr | 83.7 | 3.2 | 50.6 | 10.4 |
| No. 2 | tr | tr | 2.8 | tr | 18.5 | tr |
| No. 3 | tr | 204.3 | tr | 187.6 | 12.3 | 13.7 |
| No. 4 | 1.9 | 203.8 | 8.1 | 104.8 | 6.0 | 7.0 |
| No. 5 | tr | tr | tr | 20.2 | 34.0 | 13.7 |
| No. 6 | tr | 35.0 | 24.0 | 1.8 | 9.0 | 26.4 |
| No. 7 | tr | 114.7 | 17.4 | 28.9 | 37.5 | 114.4 |
| No. 8 | tr | 119.6 | 84.3 | 306.1 | 3.6 | 121.1 |

a), b) See foot note of Table 3.

c) Hypoxanthin

d) Inosine

Table 3. Analytical results of fish flesh fermented^{a)} by various mold strains

| strain ^{b)} | pH | moisture content (%) | Total-N (% db) ^{c)} | NH ₂ -N (mg% db) | Ex-N (mg% db) | reducing sugar (mg% db) |
|----------------------|------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------|
| control | 6.92 | 71.4 | 9.86 | 109.2 | 325.6 | 2,874.6 |
| No. 1 | 4.81 | 79.5 | 10.24 | 3,397.6 | 2,796.3 | 3,432.6 |
| No. 2 | 5.18 | 79.8 | 10.18 | 3,061.4 | 3,144.0 | 1,599.8 |
| No. 3 | 6.03 | 77.5 | 10.09 | 5,230.5 | 3,837.5 | 1,569.7 |
| No. 4 | 6.13 | 78.6 | 10.71 | 4,813.5 | 3,607.8 | 2,329.5 |
| No. 5 | 6.03 | 77.6 | 10.12 | 3,345.2 | 3,007.3 | 1,178.3 |
| No. 6 | 6.05 | 80.0 | 9.72 | 2,805.2 | 1,986.8 | 1,320.7 |
| No. 7 | 7.79 | 75.7 | 10.24 | 5,486.8 | 4,362.5 | 1,936.9 |
| No. 8 | 7.13 | 81.2 | 10.42 | 7,071.5 | 5,025.4 | 1,248.8 |

a) The flesh of Alaska pollack with starch (5%) was fermented at 30°C for 72 hours

b) See Table 1.

c) Dry basis

Table 5. Amino acid composition of fish flesh^{a)} fermented by various mold strain(mg %, DB^{c)}

| Amino acids | control | strain ^{b)} | | | | | | | |
|-----------------|---------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 | No. 7 | No. 8 |
| Tau | 114.2 | 51.6 | 62.0 | 54.0 | 38.4 | 67.7 | 138.6 | 129.5 | 207.1 |
| Asp | 10.8 | 433.0 | 312.1 | 824.2 | 594.4 | 470.4 | 444.4 | 488.3 | 486.5 |
| Thr | 12.0 | 286.2 | 205.2 | 302.0 | 302.0 | 243.2 | 253.4 | 260.9 | 340.0 |
| Ser | 17.1 | 287.7 | 168.3 | 268.5 | 234.5 | 270.7 | 233.3 | 263.3 | 281.3 |
| Glu | 14.9 | 951.9 | 796.0 | 1,057.5 | 1,108.9 | 715.9 | 126.1 | 1,200.7 | 1,610.6 |
| Gly | 37.7 | 131.9 | 127.8 | 197.0 | 140.1 | 211.9 | 178.4 | 179.5 | 165.9 |
| Ala | 26.6 | 515.4 | 344.8 | 540.5 | 482.8 | 566.7 | 547.3 | 688.8 | 1,239.3 |
| Val | 7.7 | 294.3 | 212.3 | 295.1 | 126.0 | 148.3 | 123.0 | 276.2 | 376.8 |
| Cys | 8.3 | 211.5 | 47.1 | 170.6 | 161.5 | 329.7 | 115.4 | 121.2 | 247.3 |
| Met | 4.0 | 179.0 | 172.3 | 149.4 | 194.3 | 247.5 | 147.5 | 152.5 | 242.4 |
| Ile | 7.7 | 244.3 | 188.4 | 278.9 | 240.1 | 261.8 | 232.6 | 277.5 | 392.6 |
| Leu | 11.7 | 618.2 | 506.3 | 574.2 | 749.6 | 690.0 | 459.2 | 519.8 | 788.4 |
| Try | 3.2 | 258.5 | 233.9 | 302.1 | 314.4 | 276.3 | 135.9 | 177.8 | 306.3 |
| Phe | 3.8 | 350.5 | 362.5 | 329.9 | 418.1 | 369.9 | 236.2 | 301.1 | 357.0 |
| Lys | 17.2 | 1,139.3 | 904.0 | 1,159.4 | 1,375.9 | 1,001.5 | 777.6 | 762.5 | 267.9 |
| His | 4.1 | 200.7 | 168.0 | 195.1 | 255.4 | 211.6 | 114.2 | 132.2 | 200.4 |
| Arg | — | 1,469.0 | 1,016.8 | 1,085.2 | 779.9 | 1,255.8 | 193.9 | 399.5 | 533.5 |
| NH ₃ | 52.1 | 458.6 | 445.4 | 393.3 | 466.2 | 477.1 | 345.2 | 336.1 | 246.6 |
| E-OH | 9.7 | 25.9 | 29.3 | 29.1 | 39.4 | 9.8 | 20.0 | 26.2 | 65.7 |
| Total A.A | 301.0 | 7,243.0 | 5,827.8 | 7,783.6 | 7,516.3 | 7,338.9 | 4,887.0 | 7,391.3 | 7,943.3 |

a), b) See foot note of Table 3

c) DB: Dry Basis

서 143.6mg이 존재하나 No. 3, 4에서는 오히려 증가하고 나머지 균주에서는 감소하는 경향을 보였고, AMP는 그 반대현상을 보였으나 No. 1 및 No. 8에서만 증가하는 현상을 보였다. 가다랑어의 정미성분으로 알려진 IMP와 GMP⁽³⁾는 control에는 거의 존재하지 않으나 No. 3, 4 및 No. 8 균주에서 104.8-306.1mg%까지 비교적 높은 함량을 나타내고 있어 발효과정 중 새로 생성되는 것을 알 수 있었다. 일반적으로 어육의 가공 또는 저장품의 경우 ATP나 ADP 등 분자량이 큰 물질보다 inosine이나 hypoxanthine 같은 말단 분해산물이 더 많은 것으로 알려져 있으며⁽²⁴⁻²⁸⁾ 어류의 근육 중에서 ATP는 ADP, IMP, inosine, hypoxanthine 순으로 분해되어 근육 중에 IMP가 축적되는 경향이 있는데⁽²⁹⁻³³⁾ 이를 본 연구결과와 비교해 보면 상당한 차이를 보이는 바 이는 사용균주에 의한 핵산의 생산 가능성을 의미하는 것으로 이것을 확인할 필요성이 있음을 인지하였다.

발효어육 중 아미노산 구성

발효된 어육시료의 아미노산 조성을 보면 Table 5와

같다. Table 5에서 보면 총 유리아미노산의 함량은 NH₂-N이나 Ex-N의 함량과 유사한 경향이며 대체적으로 균주간 유리아미노산의 조성은 상당한 차이를 보이고 있어 균주마다 특성이 다를 수 있었다. Control의 총 유리아미노산은 301.0mg%임에 비하여 발효한 시료 중 함량은 약 4,000-8,000mg% 수준이었으며, 특히 lysine과 arginine의 함량이 높았다. 핵산이나 다른 정미성분과 함께 맛의 상승효과를 내는 것으로 알려진 glutamic acid나 alanine 등 아미노산은 No. 1, 3, 4, 7 및 No. 8 균주에서 비교적 다량 검출되었고, 암모니아 생성량은 비교적 낮고 에틸알콜은 비교적 높은 특성을 보여 타균주와는 차이를 나타내었다. 고미를 내는 것으로 알려진 arginine은 No. 1, 2, 3 및 No. 5에서 높았고 이와 같은 유리아미노산의 조성은 된장⁽³⁴⁾이나 젓갈⁽³⁵⁾ 및 어간장⁽¹⁸⁾의 유리아미노산 조성과의 유사한 경향을 보였다.

발효어육 추출물의 관능검사

발효된 어육시료의 맛을 최종적으로 평가하기 위하여 관능검사한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Sensory evaluation^{a)} of fish flesh^{b)} fermented by various mold strains

| strain ^{d)} | Flavor | Taste | overall acceptance |
|----------------------|-------------------|-------|--------------------|
| No. 1 | 1.8 ^{d)} | 2.2 | 2.0 |
| No. 2 | 1.8 | 2.0 | 1.7 |
| No. 3 | 2.8 | 3.3 | 3.3 |
| No. 4 | 2.5 | 3.2 | 3.0 |
| No. 5 | 2.3 | 2.5 | 2.2 |
| No. 6 | 2.5 | 2.7 | 2.8 |
| No. 7 | 3.0 | 3.5 | 3.5 |
| No. 8 | 3.0 | 3.7 | 3.5 |

a) 5; extremely good, 1; extremely poor

b),c) See foot note No. a) and No. b) of Table 3.

d) mean value of 12 panel scores.

즉 자건(煮乾) 멸치와 유사한 조미용도를 가정하여 발효 어육침출액을 평가해 본 결과, 풍미보다 맛의 기호도가 높은 경향을 보이고 있으며, 종합적 기호도에서 No. 3, 4, 7 및 No. 8 균주의 발효시료가 보통수준 이상의 평가를 받고 있다.

우수균주의 선정

Table 6의 관능평가 결과와 Table 3을 비교해 보면 NH₂-N 과 Ex-N 함량이 높은 처리구에서 관능평가 결과도 우수하였으며, Table 4에서 핵산 관련물질의 함량도 높았고, Table 5에서 총 유리아미노산의 함량과 glutamic acid 함량과도 같은 경향을 보였다.

그러나 No. 1 및 No. 5 균주의 경우는 무미 또는 고미 아미노산으로 알려진 arginine의 함량이 높아 기호성이 떨어진 것으로 판단된다.

핵산 관련물질의 함량, 유리아미노산 조성 및 관능평가 결과를 종합하여 볼 때, 명태 어육을 발효시켜 정미성분을 생산하기 위한 비교적 우수한 균주는 *Aspergillus oryzae* KFCC 11371, *Asp. oryzae* KFCC 32343, *Penicillium roqueforti* KFCC 11269 및 *Asp. quercinus* KFCC 11956이었다.

요 약

어육을 발효하여 정미성분 생산 가능성을 검토하기 위하여 명태육에 전분을 첨가한 발효기질에 8종의 곰팡이를 접종, 발효하여 성분의 변화를 검토하였다. 시험에 사용한 균주는 모두 어육발효 배지에서 왕성히 증식하였고, 30°C에서 48시간 배양 이후 특징적인 포자를 형

성하였으며, 냄새는 균종에 따라 각각 다른 양상을 보였다. 발효어육의 NH₂-N 함량은 명태육에 비하여 25-26배, Ex-N은 6-15배 증가하였고, 명태육으로부터 ADP 생성능력이 높은 균주는 IMP와 GMP 생성능력도 높았다. 발효어육 중의 유리아미노산은 사용균주에 따라 차이는 있으나 일반적으로 lysine 함량이 가장 높고 arginine, glutamic acid, leucine, alanine 순이었다. 발효어육 추출액의 관능검사한 핵산 관련물질, NH₂-N 및 Ex-N의 함량과 아미노산 조성 등을 종합적으로 검토할 때 어육발효에 비교적 우수한 균주는 *Aspergillus oryzae* KFCC 11371, *Asp. oryzae* KFCC 32343, *Penicillium roqueforti* KFCC 11269 및 *Asp. quercinus* KFCC 11956이었다.

감사의 말

이 연구는 미원 문화재단부설 한국전통음식문화연구원으로부터 연구비를 지원받아 수행한 것으로 저자들은 이에 깊은 사의를 표합니다.

문 헌

1. 장지현: 우리나라 전래의 약과류, 식품과학, 19(2), 5(1986)
2. 장희진: 조미료 산업의 발전과 현황, 식품과학, 19(2), 25(1986)
3. 中島宣郎, 市川恒平, 鎌田政喜, 藤田榮一郎: 5'-리보ヌクレオチドの食品化學的 研究(第1報)-食品中の 5'-리보ヌクレオチドについて(その1)イオン交換クロマトグラフによる 煮出し汁中の5'-리보ヌクレオチドの定量, 日本農化學會誌, 35(9), 797(1961)
4. 大石桂一: 어개육 엑기스성분-그 정밀발현기구, *New food industry*, 10, 1(1968)
5. 鴻巢章二: 어류의 미, 일본식품공학회지, 30, 38(1973)
6. 志賀昭夫: 천연조미료 특성과 식품풍미개선, 식품공업(日), 16, 37(1973)
7. 조길석, 박영호: 패류의 유기산 조성에 관한 연구, 한국수산학회지, 10(3), 227(1985)
8. 이응호, 김세권, 전중균, 차홍준, 정숙현: 시판 마른멸치의 정미성분, 한국수산학회지, 14, 194(1981)
9. 이응호, 오세광, 안창범, 정부길, 배유경, 하진환: 고등어 분말스프의 제조 및 정미성분에 관한 연구, 한국수산학회지, 20, 41(1987)

10. 유병호, 이용호 : 배건 담치의 정미성분에 관한 연구, 한국수산학회지, **11**, 65(1978)
11. 양승택, 이용호 : 담수어의 정미성분에 관한 연구, 한국수산학회지, **17**, 177(1984)
12. 양승택, 이용호 : 담수어의 정미성분에 관한 연구, 한국수산학회지, **17**, 170(1984)
13. 하진환, 한상원, 이용호 : 저식염 수산발효식품의 가공에 관한 연구(자리돔젓), 한국수산학회지, **19**, 312(1986)
14. 차용준, 조순연, 오세광, 이용호 : 저염 수산발효식품의 가공에 관한 연구(정어리젓), 한국수산학회지 **16**, 140(1983)
15. 이용호, 안창범, 오세광, 이태현, 차용준, 이근우 : 저식염 수산발효식품의 가공에 관한 연구(새우젓), 한국수산학회지, **19**, 459(1986)
16. 이용호, 조순영, 차용준, 박향숙, 권철성 : 크릴 간장제조에 관한 연구, 한국영양식량학회지, **13**, 97(1984)
17. 이용호, 박향숙, 안창범, 황규철 : 고등어 가공잔사를 이용한 어간장의 제조, 한국영양식량학회지, **15**, 201(1986)
18. 이용호, 안창범, 김진수, 임치원, 이승원, 최영애 : 말퀴치 잔사를 이용한 어간장 제조 및 제품의 정미성분, 한국영양식량학회지, **17**, 326(1988)
19. Spies, T.R. and Chamber, D.C.: Spectrophotometric analysis of amino acids and peptides with their copper salts, *J. Bio Chem.*, **191**, 787(1951)
20. Valentine, D.: Determination of adenosine triphosphate and its degradation products in fish muscle by HPLC. Sandwich student report. Torry Research station, Aberdeen, UK.(1977)
21. Han, J.S. and Koh, J. K.: Quantitative high-performance liquid chromatography of intracellular nucleotides. *Korean J. Biochem.*, **18**, 39(1986)
22. Osborne, D. and Voogt, P.: *The analysis of nutrients in foods*. Academic Press, New York.(1981)
23. Hesseltine, C.W. and Shibasaki K.: Miso III. Purculture fermentation with *Saccharomyces rouxii*, *Appl. Micro*, **9**, 515(1961)
24. 이태현 : 가다랑어 두부를 이용한 어간장 제조 및 맛성분, 석사학위논문, 부산수산대학(1987)
25. 이용호, 박영호 : 수산식품의 가공 및 보장 중 핵산 관련 물질의 변화에 관한 연구(마른멸치), 한국수산학회지, **4**, 31(1971)
26. 이용호, 한봉호, 김용근, 양승택, 박영호 : 명태의 열풍 건조 및 저장 중의 핵산 관련물질의 변화, 한국식품과학회지, **4**, 116(1972)
27. 이용호, 한봉호 : 수산식품의 가공 및 보장 중 핵산 관련 물질의 변화연구(붕장어), 한국영양식량학회지, **1**, 17(1972)
28. 박영호, 이용호 : 수산식품의 가공 및 보장 중의 핵산 관련물질의 변화연구, 한국식품과학회지, **4**, 317(1972)
29. 박영호 : 수산식품가공학, 형설출판사 간(1979)
30. 한국식품과학회 : 한국식품연구문헌총람(3), 명보출판사 간(1984)
31. 이용호 : 수산가공학, 선진문화사 간(1983)
32. 野中順三九, 橋本芳郎, 高橋豊雄, 須山三千三 : 水産食品學, 恒星社厚生閣, 東京, p. 42(1971)
33. 坂口守彦 : 魚介類のエキス成分, 恒星社厚生閣, 東京, p. 38(1988)
34. Chang, C.H., Lee, S.R., Lee, K.H., Kwon, T.W. and Park, K.I.: Fermented soybean foods. Symposium on indigenous fermented foods, Bangkok, Thailand(1977)
35. Lee, K.H., Chang, C.H., Mheen, T.I., Lee, S.R., Kwon, T.W. and Park, K.I.: Korean Jeotkal. Symposium of indigenous fermented foods, Bangkok, Thailand(1977)

(1990년 2월 14일 접수)