

## 젓갈 및 젓갈 대용 부재료가 김치의 숙성 중 아질산염 분해작용에 미치는 영향

박덕천 · 박재홍 · 구연숙 · 한진희\* · 변대석 · 김은미\*\* · 김영명\*\* · 김성봉  
부경대학교 식품생명공학부, \*인천해양과학고등학교, \*\*한국식품개발연구원

### Effects of Salted-Fermented Fish Products and Their Alternatives on Nitrite Scavenging Activity of *Kimchi* During Fermentation

Douck Choun Park, Jae Hong Park, Yeun Suk Gu, Jin Hee Han\*, Dae Seok Byun,  
Eun Mi Kim\*\*, Young Myung Kim\*\* and Seon Bong Kim

Faculty of Food & Biotechnology, Pukyong National University  
\*Inchon Marine Science High School, \*\*Korea Food Research Institute

#### Abstract

Nitrite scavenging activity of *Kimchi* added with salted-fermented fish products(SFFP), such as low salt-fermented anchovy sauce(LSFAS), salted-fermented anchovy sauce(SFAS), salted-fermented anchovy(SFA), salted-fermented small shrimp(SFS), low salt-fermented sandlance sauce(LSFSS) and their alternatives, such as oyster hydrolysate(OH), Alaska pollack hydrolysate(APH) and Sea-staghorn extract(SSE) were studied during fermentation at 20°C, 10°C and 4°C. Nitrite contents of *Kimchi* samples added with SFFP were roughly decreased except *Kimchi* added with SFS and SFAS, which increased at the 2nd day of fermentation. Fermentation of *Kimchi* at 4°C and 10°C resulted a decrease in nitrite(<5 ppm). Nitrite contents of *Kimchi* samples added with SFFP alternatives rapidly decreased in the initial fermentation and then kept a low level (<2 ppm). Nitrite scavenging effects of *Kimchi* samples added with SFFP and their alternatives were steady during fermentation, showing a little variation in samples added with SFFP. Samples added with LSFAS and OH showed higher nitrite scavenging effects(90%) than others(70-80%).

Key words : *Kimchi*, nitrite scavenging effect, salted and fermented fish product

#### 서 론

최근, 우리 전통식품에 대한 관심이 고조됨에 따라 김치에 대한 과학적이고 체계적인 연구가 활발히 진행되었으며 이에 따라 김치가 갖는 여러 가지 기능성 즉, 항산화효과<sup>(1)</sup>, 항종양 및 항돌연변이 효과<sup>(2)</sup>, 피부 세포 독성 완화효과<sup>(3)</sup>, 식이섬유<sup>(4)</sup>, 혈전용해 및 면역능력 강화효과<sup>(5,6)</sup>, 정장작용 및 대장균 억제효과<sup>(7,8)</sup> 등의 기능성이 알려지게 되었으며 본 연구자들의 일부 연구결과 ACE(Angiotensin converting enzyme) 저해작용에 따른 항고혈압효과<sup>(9)</sup>도 기대되고 있다.

이와 함께 김치의 안전성에 대한 연구들<sup>(10-12)</sup>도 진행

되었는데 대표적으로 김치 부재료의 아질산염 소거작용을 예로 들 수 있다. 아질산염 소거작용은 김치의 주재료인 배추와 기타 채소에 다량의 질산염이 함유되어 있어 이 물질이 질산염환원효소나 환원세균의 작용으로 아질산염으로 되고<sup>(13,14)</sup> 또한, 아질산염은 2급 아민류와 반응하여 발암성분인 니트로사민을 생성하는 것으로 알려져 있기<sup>(15-17)</sup> 때문이다. 그러나, 김치의 부재료로 사용되는 마늘, 생강 및 청각 등에 아질산염 소거작용이 있음이 보고된 바 있어<sup>(18,19)</sup> 이외의 김치에 상용되고 있는 첨가 소재의 아질산염 분해효과를 검색하는 것은 기능성 식품으로서의 김치의 인식제고에 중요할 것으로 생각된다.

따라서, 본 연구는 일반적으로 김치의 제조에 상용되고 있는 멸치젓갈류, 새우젓갈 및 저염 까나리액젓을 비롯하여 젓갈 대용물로서 굴과 명태육 가수분해물 및 청각추출물에 의한 김치숙성 중 아질산염 분해효과를 체계적으로 살펴봄으로써 기능성 식품으로서의

Corresponding author : Seon Bong Kim, Faculty of Food and Biotechnology, Pukyong National University, Daeyeon3-dong, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea  
Fax : 051-626-8494, 051-622-9248  
Tel : 051-620-6418  
E-mail : owlkim@mail.pknu.ac.kr

김치의 역할에 기여하고자 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

김치의 제조에 사용한 배추는 부산 대연 시장에서 구입하였으며 젓갈은 멸치액젓(백경식품, 염도 29.2%), 멸치육젓(가락동시장, 염도 27.2%), 새우젓갈(가락동시장, 염도 29.1%)과 연구실에서 전기 투석기(Asahi Glass Co.)로 탈염한 저염 멸치액젓(백경식품, 염도 4.4%), 및 저염 까나리액젓(대운식품, 염도 5.0%)을 사용하였다.

#### 저염 젓갈 및 젓갈 대용물의 제조

저염 액젓은 오 등<sup>(20)</sup>의 방법에 따라 염 함량을 5% 이하로 탈염하여 사용하였다. 즉, 두 개의 전극 사이에 양이온 교환막과 음이온 교환막이 장착된 전기 투석기를 이용하여 막 사이로 액젓을 통과시킴으로써 해리되어 있는 염 성분을 제거하였다. 청각 추출물은 건조 청각에 50% 에탄올을 20 배량 첨가하고 50°C에서 5시간 추출한 후 여과(Whatman No.4)하고 °Brix 10으로 농축(Tokyo Rikakikai A-3S)하였다. 굴 가수분해물과 명태육 가수분해물은 원료에 동량의 물을 첨가하고 Flavourzyme™ (대중상사)을 시료무게의 2% 첨가하여 45°C에서 4시간 반응시킨 후 여과 농축(°Brix 30)하였다.

#### 김치의 제조

배추를 4등분하여 10% 소금물에 4시간 절이고 흐르는 물에 3회 세척하여 15시간 동안 물기를 뺀 후 3~4 cm 크기로 잘랐다. 절임 배추 100 g에 대하여 파 3.1 g, 고춧가루 1.8 g, 마늘 1.5 g, 생강 0.4 g, 물 2.9 g의 배합비율로 첨가하여 잘 혼합한 다음, 전체를 크게 9등분하였다. 젓갈을 첨가하지 않은 김치를 대조군으로 하여 최종염도 2.8~2.9%가 되도록 맞춘 저염 멸치액젓(low salt-fermented anchovy sauce; LSFAS), 멸치액젓(salted-fermented anchovy sauce; SFAS), 멸치육젓(salted-fermented anchovy; SFA), 새우젓(salted-fermented small shrimp; SFS), 저염 까나리액젓(low salt-fermented sandlance sauce; LSFSS), 굴 가수분해물(Oyster hydrolysate; OH), 명태육 가수분해물(Alaska pollack hydrolysate; APH) 및 청각 추출물(Seastaghorn extract; SSE)을 각각 첨가하여 김치를 제조하였다. 제조한 김치를 적당히 갈아서 두 겹의 거즈로 압착 여과한 액즙을 시료로 하여 분석에 사용하였다.

#### 아질산염의 정량

김치 액즙을 시료로 하여 시료 3 mL를 정확히 취하고 약 80°C 물 3 mL, 0.5 N NaOH 용액 1 mL, 황산 아연 용액 1 mL를 가한 후 혼합하여 80°C 수욕 중에서 20분간 중탕하였다. 그 후, 실온까지 냉각한 다음 0.5 N NaOH용액으로 pH 9.5로 조정하고 증류수를 가해 정확히 10 mL로 하였다. 냉장고에서 30분간 방치한 후 여과지(5A)로 여과하여 얻은 투명한 액을 시료액으로 하였다. 공시료액은 시료액 대신 증류수를 사용하여 시료액 제조와 같은 방법으로 제조하였다. 시료액과 공시료액 각 5 mL를 10 mL 매스플라스크에 정확히 취한 후 Sulfanilamide 400 µL, HCl 400 µL, naphthylen-diamide 400 µL를 가하고 증류수로 10 µL로 정용한 후 20분간 방치한 다음 측정액 및 공측정액을 540 nm에서 흡광도를 측정하여 미리 작성한 검량선을 사용하여 아질산염 함량을 산출하였다.

#### 아질산염 분해작용

1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 2 mL에 각 시료 1 mL씩을 첨가하고 여기에 0.1 N HCl 완충용액(pH 1.2)을 사용하여 반응 용액의 전체 부피를 10 mL로 하였다. 이 전체 용액을 37°C에서 1시간 동안 반응시키고 이때 얻은 반응액을 1 mL씩 취하고 여기에 2% 초산용액 5 mL를 첨가한 다음, Griess시약(30% acetic acid로 조제한 1% sulfanic acid와 1% naphthylamine을 각각 동량의 비율로 혼합한 것으로 사용 직전에 제조) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합하고, 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 시료첨가 전후 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로서 나타내었다. 공시험은 Griess시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 상기와 같은 방법으로 행하였다.

### 결과 및 고찰

#### 젓갈 첨가 김치의 숙성 중 아질산염 함량 변화

젓갈종류 별로 첨가하여 제조한 김치를 20°C, 10°C 및 4°C에서 각각 숙성시키면서 숙성중의 아질산염 함량의 변화를 살펴보았으며 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

20°C 숙성의 경우, 새우젓갈 첨가구가 전 숙성 기간에 걸쳐 5~20 ppm을 보여 비교적 높은 함량을 보였으며 다음으로 멸치액젓 첨가구가 숙성 2일에 10 ppm 이상이었으나 다른 시험구들은 숙성에 따른 큰 변화 없이 5 ppm 이하로 나타났다. 새우젓갈 첨가구의 경우, 숙성 2일에 19.4 ppm을 보였고, 숙성 4일에는 다

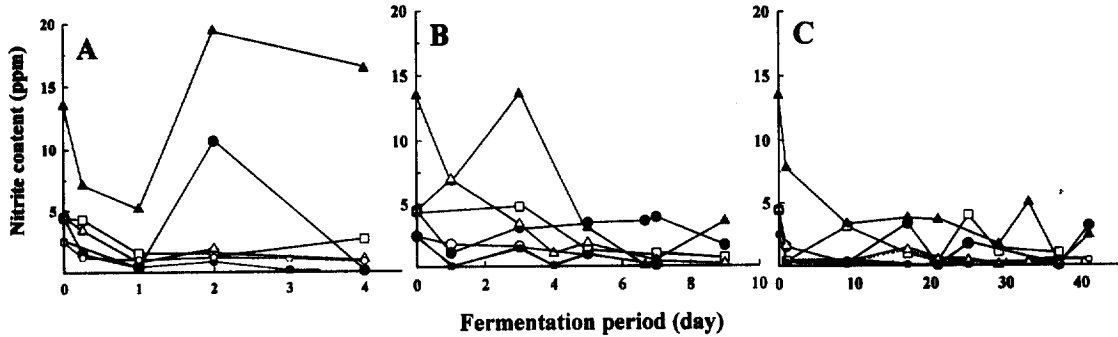


Fig. 1. Changes of nitrite content in Kimchi prepared with several salted and fermented fish products during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).  
○-○; Control, ●-●; Salted-fermented anchovy, □-□; Salted-fermented anchovy, ▲-▲; Salted-fermented small shrimp, △-△; Low salt-fermented sand lance sauce, ■-■; Low salt-fermented anchovy sauce

소 감소하여 16.3 ppm이었다.

동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시킨 경우, 새우젓갈 첨가구가 숙성 3일째에 13.6 ppm을 보였으나, 멸치젓갈류 첨가구들을 비롯한 타 시험구들은 전체 숙성기간동안 대체로 5 ppm 이하를 보였다. 그러나, 새우젓갈 첨가구도 숙성 6~7일에는 거의 대부분이 소거됨을 보여 숙성됨에 따라 대체로 감소하는 경향이 있었다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시킨 경우, 새우젓갈 첨가구가 숙성 1일에 역시 7 ppm 이상의 비교적 높은 함량을 보였으나 모든 시험구는 초기인 숙성 1일에 크게 감소하였으며 숙성됨에 따라 다소 증감하면서 대체로 5 ppm 이하의 함량을 보였다. 즉, 김치의 숙성에 따른 아질산염의 함량은 숙성 초기에 급격히 감소하여 멸치액젓 첨가구가 숙성 21일에 거의 0 ppm 까지 감소하는 등 모든 시험구가 숙성됨에 따라 대체로 5 ppm 이하의 낮은 함량을 유지하였으며 저염 멸치액젓 및 저염 까나리액젓 첨가구는 거의 대부분의 아질산염이 소거되는 것으로 나타났다.

이와 같이 김치의 온도별 숙성 중 아질산염의 함량은 대체로 숙성 초기에 크게 감소한 후 미량의 증감을 보이며 일정하게 낮은 함량(<5 ppm)을 유지하였다. 이와 관련하여 박과 최<sup>(10)</sup>는 김치의 숙성 중 아질산염의 함량은 대조 김치는 발효 1주에 0.1 ppm으로 감소한 후 증가하였고 5주에 1.6 ppm으로 최고치를 나타내었으며 6주 때 0.5 ppm으로 다시 감소하였다고 하였고 젓갈김치에서도 비슷한 경향을 보였다고 하여 특히 대조구와 저염액젓 첨가구의 결과와 함량 및 변화 경향이 유사하였다. 단, 새우젓갈 첨가구가 20°C와 10°C에서 20~10 ppm을 보이는 등 타 젓갈 첨가구에 비해 변화의 편차가 크면서 아질산염 함량도 다소 높은 것

은 새우젓갈 자체의 특이성에서 기인한 것으로 추측되었다. 한편, Kurechi와 kikugawa<sup>(16)</sup>는 Japanese radish (*Raphanus sativus*) 액즙이 산성영역에서(pH 3>4>5) 효과적으로 아질산염을 감소시켰다고 하였으며 Normington 등<sup>(21)</sup>은 Chinese wild plum(*Actinidia sinensis*)으로부터 얻은 액즙이 pH 3.28에서 30% 정도의 아질산염이 80 분 후 소멸하였으며 ascorbic acid와 함께 반응할 경우 약 6배 빨리 감소하였다고 하였다. 그러므로, 젓갈첨가 김치의 숙성에 따른 아질산염 함량의 감소는 숙성 중 생성되는 여러 유기산들<sup>(22)</sup>에 의한 pH 저하와 김치 소재 중의 ascorbic acid 등에 의한 환원작용에 의한 것으로 추측되었다.

젓갈 첨가 김치의 숙성에 따른 아질산염 분해효과의 변화

종류 별 젓갈을 첨가하여 제조한 김치를 20°C, 10°C 및 4°C에서 각각 숙성시키면서 아질산염 분해효과를 알아본 결과는 Fig. 2와 같다.

20°C에서 숙성시켰을 경우, 새우젓갈 첨가구를 제외한 모든 시험구가 60% 이상의 분해효과를 보였으며 그 중에서도 저염 멸치액젓 첨가구가 전체 숙성기간 동안 90% 내외의 가장 높은 아질산염 분해효과를 보였고 멸치육젓 및 멸치액젓 첨가구가 80% 내외의 대체로 높은 분해효과를 보였다. 한편, 새우젓갈 첨가구는 대조구 보다 낮은 50~60%의 분해효과를 보였다. 즉, 숙성기간 동안의 아질산염 분해효과는 첨가된 젓갈류에 따라 다소의 차이는 있었으나 숙성에 따른 변화는 크지 않아 대체로 일정한 수준을 유지하는 경향이 있었다.

동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시킨 경우, 새우젓갈 첨가구와 대조구를 제외한 모든 시험구가

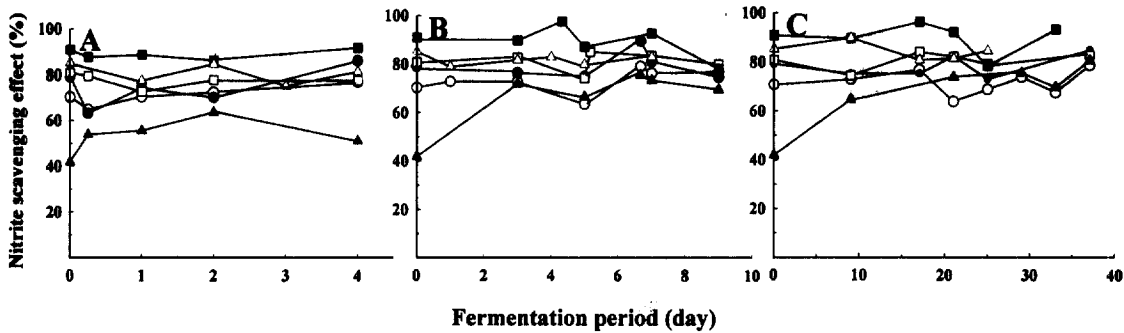


Fig. 2. Nitrite scavenging effect of Kimchi prepared with different fermented fish products during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).

○-○; Control, ●-●; Salted-fermented anchovy sauce, □-□; Salted-fermented anchovy, ▲-▲; Salted-fermented small shrimp, △-△; Low salt-fermented sandlance sauce, ■-■; Low salt-fermented anchovy sauce

70% 이상의 아질산염 분해효과를 보였고, 그 중에서도 저염 멸치액젓 첨가구는 전 숙성기간 동안 90% 내외의 가장 높은 분해효과를 보였으며 저염 까나리액젓과 멸치육젓 및 멸치액젓 첨가구가 80~70% 정도로 대체로 높게 나타났다. 한편, 새우젓갈 첨가구는 대조구와 비슷한 70% 내외의 분해효과를 보였다. 즉, 김치의 숙성에 따른 아질산염 분해효과는 경우에 따라 일시 증가하기도 하였으나 대체로 큰 변화 없이 일정한 수준의 분해효과를 보였다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시킨 경우, 10°C에서와 마찬가지로 새우젓갈 첨가구와 대조구를 제외한 모든 시험구가 70% 이상의 아질산염 분해효과를 보였고, 그 중에서 저염 멸치액젓 첨가구가 90% 내외의 가장 높은 분해효과를 보였다. 다음으로 저염 까나리액젓과 멸치육젓 및 멸치액젓 첨가구가 80% 내외의 분해효과를 보였으나 새우젓갈 첨가구는 대조구와 비슷한 70% 내외로 나타났다. 즉, 김치의 숙성에 따른 아질산염 분해효과는 대체로 일정한 수준을 유지하는 경향이였다.

이와 같이 젓갈류를 첨가하여 제조한 김치는 숙성이 됨에 따라 대체로 70% 내외의 아질산염 분해효과를 보였다. 이와 관련하여 오 등<sup>(23)</sup>은 pH 4.8±0.2인 김치로부터 20종의 유산균을 분리하였는데 김치를 15°C, 20°C, 25°C 및 30°C에서 숙성하였을 때 시험된 모든 온도 조건에서 *L. plantarum*, *L. sake*, *L. mesenteroides* 순으로 아질산염 분해율이 높았다고 하였으며, *L. plantarum*는 성장 1일부터 90% 이상, *L. sake*는 성장 2일 이후 거의 대부분의 아질산염을 분해했다고 하였으며 아울러 pH가 낮아짐에 따라 그 분해율도 높아진다고 하였다. 또한, Kurechi와 Kikugawa<sup>(16)</sup>는 불포화지방산의 잔기가 지방과 아질산염의 상호반응에 관여하

여 산성조건(maximum pH 2-3)에서 아질산염을 감소시켰고 감소의 정도는 pH의 상승에 따라 적었으며 반응시간이 길 수록 더 많이 감소하였다고 하였다. 그러므로, 젓갈 첨가 김치가 숙성됨에 따라 아질산염의 함량이 감소하여 대체로 5 ppm 이하의 낮은 수준을 유지함과 함께 70% 내외의 높은 아질산염 분해효과를 보인 것은 젓갈첨가 김치의 숙성에 따라 증식하는 다양한 유산균들의 상호작용과 유산균의 증식에 따른 pH의 저하를 비롯 김치소재에 존재하는 ascorbic acid 등에 의한 환원작용 등의 복합적 요인 때문으로 판단되었다. 아울러, 저염 멸치액젓 등 저염 액젓 첨가구가 비교적 높은 아질산염 분해능을 보인 것은 오 등<sup>(20)</sup>이 멸치액젓과 까나리액젓을 전기투석하여 염함량을 20%에서 2%까지 단계적으로 탈염하였을 때 수분감소에 따른 농축효과가 있다고 하였으므로 결국, 저염 액젓류의 높은 아질산염 효과는 낮은 염함량 만큼의, 액젓 중의 잠재적 아질산염 분해인자들의 농축효과 때문으로 사료되었다. 한편, 젓갈을 첨가하지 않은 대조구도 60~70%의 대체로 높은 분해효과를 보인 것은 김<sup>(18)</sup> 등이 발암성 니트로사민의 전구체인 아질산염의 효과적인 분해인자의 검토실험에서 김치의 부재료로 사용되고 있는 마늘, 생강, 파 등의 야채류의 수용성 획분에서 아질산염 분해능이 강한 것으로 보고한 바 있으므로 젓갈과 함께 첨가된 이들 부재료들의 영향으로 사료되었다.

젓갈 대용물 첨가 김치의 숙성 중 아질산염 함량의 변화

젓갈류보다는 사용빈도가 낮으나 김치 제조에 사용되고 있는 굴, 명태육 및 청각을 이용하여 굴 가수분해물과 명태육 가수분해물 및 청각 추출물을 젓갈류

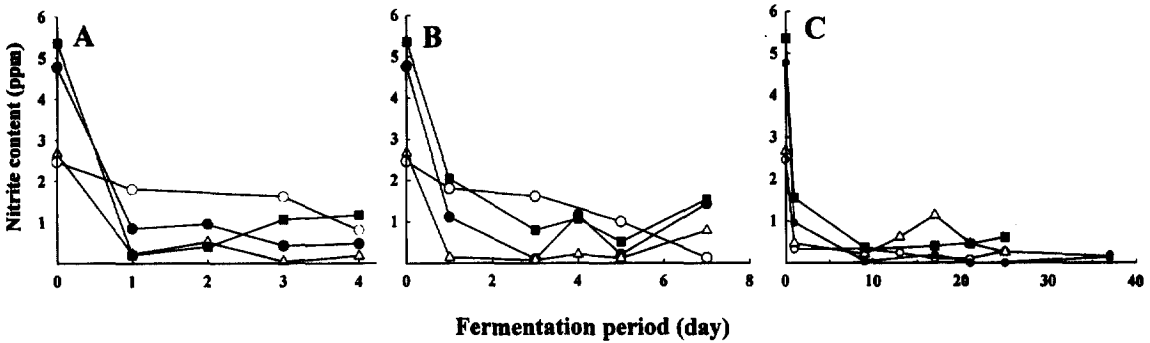


Fig. 3. Changes of nitrite content in *Kimchi* prepared with different salted and fermented fish product alternatives during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).  
○-○; Control, ●-●; Sea-staghorn extract, △-△; Oyster hydrolysate, ■-■; Alaska pollack hydrolysate

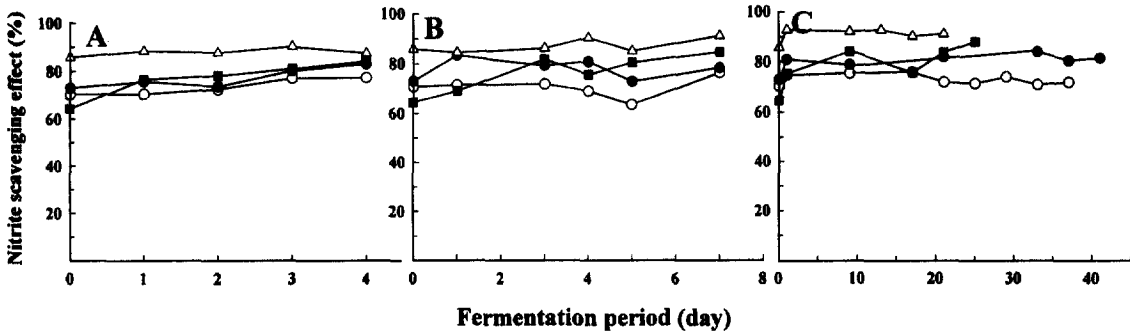


Fig. 4. Nitrite scavenging effect of *Kimchi* prepared with different salted and fermented fish product alternatives during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).  
○-○; Control, ●-●; Sea-staghorn extract, △-△; Oyster hydrolysate, ■-■; Alaska pollack hydrolysate

대용으로 첨가하여 김치를 제조하고 20°C, 10°C 및 4°C에서 저장했을 때의 아질산염 함량의 변화를 알아보았다(Fig. 3).

그 결과, 20°C에서 숙성했을 경우, 숙성 1일에 아질산염 함량은, 크게는 명태육 가수분해물 첨가구가 5.36 ppm에서 0.21 ppm으로 현저히 감소하였고 작게는 대조구가 0.80 ppm에서 0.21 ppm으로 감소하였다. 그 후, 숙성됨에 따라 모든 시험구는 1 ppm 내외의 일정하게 낮은 함량을 보였다.

동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시킨 경우, 숙성 4~5일까지 아질산염 함량은 크게는 명태육 가수분해물 첨가구가 5.36 ppm에서 0.80 ppm으로, 청각 추출물 첨가구가 4.77 ppm에서 0.10 ppm으로 현저히 감소하였고 작게는 대조구가 0.80 ppm에서 0.03 ppm으로 감소하였다. 즉, 아질산염은 숙성 초기에 크게 감소하여 숙성됨에 따라 대체로 1 ppm 내외의 일정하게 낮은 함량을 유지하였다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시킨 경우도

20°C 및 10°C의 경우와 마찬가지로 숙성 1일에 현저히 감소하였으며 그 후 숙성됨에 따라 대체로 1.0 ppm 이하의 일정하게 낮은 함량을 유지하였다. 즉, 굴 가수분해물, 명태육 가수분해물 및 청각 추출물을 첨가하여 제조한 김치를 20°C, 10°C 및 4°C에서 숙성시켰을 때 숙성에 따른 아질산염의 함량은 모든 시험구에서 숙성초기에 크게 감소한 후 숙성됨에 따라 1 ppm 내외의 일정하게 낮은 함량을 유지하는 경향이었다. 결국, 젓갈 대용물 첨가구 김치의 숙성 중 아질산염 함량의 감소는 젓갈류 첨가 김치의 경우와 마찬가지로 김치의 숙성에 따른 pH의 저하, 김치 중의 ascorbic acid 및 여러 유산균들이 생성하는 환원효소 등에 의한 환원작용 때문으로 사료되었다.

젓갈 대용물 첨가 김치의 숙성 중 아질산염 분해효과의 변화

굴 가수분해물, 명태육 가수분해물 및 청각 추출물을 젓갈류 대용으로 첨가하여 김치를 제조하고 20°C,

10°C 및 4°C에서 저장했을 때의 아질산염 분해효과를 알아보았다(Fig. 4).

그 결과, 20°C 숙성의 경우, 모든 시험구가 대체로 70% 이상의 효과를 보였으며 그 중에서 굴 가수분해물 첨가구는 숙성기간 동안 90% 내외의 가장 높은 아질산염 분해효과를 보였다. 또한, 청각 추출물 및 명태육 가수분해물 첨가구는 70~80%의 아질산염 분해효과를 보였고 아울러, 대조구도 전 숙성기간에 걸쳐 청각 추출물 및 명태육 가수분해물 첨가구와 비슷한 70~80%의 아질산염 분해효과를 보였다.

동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시킨 경우, 숙성에 따라 대조구를 비롯한 모든 시험구가 70% 내외의 아질산염 분해효과를 보였다. 그 중에서 굴 가수분해물 첨가구는 숙성기간 동안 90% 내외의 가장 높은 분해작용을 보였으며 청각 추출물 및 명태육 가수분해물 첨가구가 70~80%의 분해효과를 보였다. 즉, 숙성기간 동안의 아질산염 분해효과는 각 시험구 별로 큰 변화 없이 대체로 일정한 수준을 유지하였다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시킨 경우, 모든 시험구가 대체로 75% 이상의 아질산염 분해효과를 보였고, 그 중에서 굴 가수분해물 첨가구는 숙성기간 동안 90% 이상의 가장 높은 분해효과를 보였으며 다음으로 청각 추출물 첨가구가 80% 내외의 효과를 보였다. 한편, 명태육 가수분해물 첨가구는 숙성초기에는 다소 낮았으나 숙성됨에 따라 80% 이상까지 증가하였다. 따라서, 젓갈 대용물 첨가 김치의 숙성기간 동안의 아질산염 분해효과는 74~93%의 효과를 보이며 각 시험구 별 분해효과의 차는 다소 있었으나 숙성에 따른 변화는 적어 대체로 일정한 수준을 유지하는 경향이었다.

이상과 같이 젓갈 대용물 첨가 김치의 아질산염 분해효과는 젓갈류 첨가구의 경우와 유사하였고 숙성에 따른 변화는 오히려 더 적은 것으로 나타났다. 또한, 대조구도 대체로 높은 효과를 보였는데 이것은 앞서 언급한 바와 같이 김치의 부재료로 사용되고 있는 마늘, 생강, 파 등의 채소류 등에 의한 효과<sup>(18)</sup> 때문으로 판단되었다. 아울러, 이와 최<sup>(24)</sup>는 ascorbic acid가 아질산염 분해능과 니트로소화합물의 생성을 동시에 억제한다고 보고하였으므로 첨가된 젓갈이나 젓갈 대용물에 의한 효과와 함께 김치의 숙성 중 증식한 유산균 환원효소 및 내재하는 ascorbic acid 등에 의한 환원작용 때문으로 판단되었다. 한편, 굴 가수분해물 첨가구가 비교적 높은 아질산염 분해효과를 보인 것은 지질 함량<sup>(25)</sup>이 명태육(0.6%)이나 청각(0.2%)에 비해 비교적

높은 굴(1.6~3.6%)이 아질산염의 감소와 관련된 불포화지방산의 잔기가 비교적 높기 때문으로 사료되었다. 또한, 청각 추출물이 대체로 높은 아질산염 분해능을 보인 것은 김 등<sup>(19)</sup>이 해조류 추출물의 아질산염 분해능을 측정된 결과, 청각의 메탄올 가용성 획분에서 그 효과가 높게 나타났으며 linoleic acid, 혹은 환원성 phenol 화합물, 황화물 및 카르보닐화합물 등 주로 환원력을 갖는 물질의 관여가 크다고 보고한 것과 관련이 있을 것으로 생각된다.

이상 젓갈류 및 젓갈대용물을 첨가하여 제조한 김치를 대조구와 함께 20°C, 10°C 및 4°C에서 숙성시켰을 때 아질산염 분해효과 및 아질산염 함량은 숙성온도에 크게 영향을 받지 않았고 젓갈 및 젓갈 대용물 첨가구에 따라 다소의 차이를 보였다. 젓갈류 및 젓갈 대용물 첨가 김치 모두 숙성됨에 따라 대체로 높은 아질산염 분해효과를 보였으며 특히, 젓갈류 중에서는 저염 멸치액젓이, 젓갈대용물 중에서는 굴가수분해물 첨가구가 비교적 높은 아질산염 분해효과를 보였다. 아울러, 마늘, 생강, 파 등이 부재료로 첨가된 대조구도 대체로 높은 분해효과를 보여 기능성 식품으로서의 김치의 식품학적 우수성을 확인하였으며 첨가 소재별 김치의 발전적 다양화도 기대된다.

## 요 약

김치제조에 널리 쓰이는 젓갈류 즉, 멸치젓갈(액젓, 저염 액젓, 육젓), 새우젓갈 및 저염 가나리액젓과 젓갈 대용물로서 굴 가수분해물, 명태육 가수분해물 및 청각 추출물을 첨가하여 제조한 김치를 20°C, 10°C 및 4°C에서 각각 숙성시키면서 숙성에 따른 아질산염의 함량과 그 분해효과를 살펴보았다. 그 결과, 젓갈류 첨가 김치의 경우, 아질산염 함량은 20°C 숙성에서 새우젓갈 및 멸치액젓 첨가구가 한 때 증가하였으나 그 후 다시 감소하였으며 10°C와 4°C의 경우도 대체로 감소하였다(<5 ppm). 젓갈 대용물 첨가 김치의 경우, 아질산염 함량은 숙성초기에 크게 감소한 후 숙성됨에 따라 일정하게 낮은(<2 ppm) 함량을 유지하였다. 각 시험구의 아질산염 분해효과는 젓갈류 첨가구가 다소의 변동을 보였으나 숙성온도에는 크게 영향을 받지 않으면서 대체로 일정한 수준을 유지하였다. 젓갈류 중에서는 저염 멸치액젓 첨가구가, 젓갈대용물 중에서는 굴가수분해물 첨가구가 90% 내외의 효과를 보여 타 시험구 (70~80%)보다 높은 아질산염 분해효과를 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부 특정연구사업의 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

## 문헌

- Lee, Y.O., Park, K.Y. and Cheigh, H.S. Antioxidative effect of *Kimchi* with various fermentation period on the lipid oxidation of cooked ground meat. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25: 261-266 (1996)
- Lim, S.W. and Kim, T.H. Physiological activity of Alliin and ethanol extract from Korean garlic (*Allium sativum*, L.). *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 348-354 (1997)
- Ryu, S.H. Jeon, Y.S. Moon, J.W. Lee, Y.S. and Moon, G.S. Effect of *Kimchi* ingredients to reactive oxygen species in skin cell cytotoxicity. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 26: 998-1005 (1997)
- Park, K.Y., Ha, J.O. and Rhee, S.H. A study on the contents of dietary fibers and crude fiber in *Kimchi* ingredients and *Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25: 69-75 (1996)
- Noh, K.A., Kim, D.H. Choi, N.S. and Kim, S.H. Isolation of fibrinolytic enzyme producing strains from *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 219-223 (1999)
- Kim, J.Y. and Lee, Y.S. The effect of *Kimchi* intake on lipid contents of body and mitogen response of spleen lymphocytes in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 26: 1200-1207 (1995)
- Lee, K.E., Choi, U.H. and Ji, G.E. Effect of *Kimchi* intake on the composition of human large intestinal bacteria. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 981-986 (1996)
- Chung, C.H., Kim, Y.S., Yoo, Y.J. and Kyung, K.H. Presence and control of coliform bacteria in *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 999-1005 (1997)
- Park, D.C., Park, J.H., Gu, Y.S., Han, J.H., Byun, D.S., Kim, E.M., Kim Y.M. and Kim, S.B. Effects of salted-fermented fish products and their alternatives on angiotensin converting enzyme inhibitory activity of *Kimchi* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* In press (2000).
- Park, K.Y. and Cheigh, H.S. *Kimchi* and nitrosamines. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 109-116 (1992)
- Koh, E.M. and Kwon, H.J. Determination of fermentation specific carcinogen, ethyl carbamate, in *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 421-427 (1996)
- Kim, G.E., Kim, S.H., Cheong, H.S. Yu, Y.B. and Lee, J.H. Changes of chlorophylls and their derivatives contents during storage of green onion, Leek and *Gldulbaegi Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 27: 1071-1076 (1998)
- Gray, J.I. and Dugan, L.R. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci.* 40: 981-984 (1975)
- Kurechi, T., Kikugawa, K. and Fukuda, S. Nitrite-reacting substances in Japanese radish juice and their inhibition of nitrosamine formation. *J. Agric. Food Chem.* 28: 1265-1269 (1980)
- Fiddler, W., Pensabene, J.W., Kushnir, I. and Piotrowski, E.G. Effect of frankfurter cure ingredients on N-nitrosodimethylamine formation in a model system. *J. Food Sci.* 38: 714-715 (1973)
- Kurechi, T. and Kikugawa, K. Nitrite-lipid reaction in aqueous system: inhibitory effects on n-nitrosamine formation. *J. Food Sci.* 44: 1263-1266 (1979)
- Cooney, R.V. and Ross, P.D. N-Nitrosation and N-Nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: Effect of vanillin and related phenols. *J. Agric. Food Chem.* 35: 789-793 (1987)
- Kim, D.S., Ahn, B.W., Yeum, D.M., Lee, D.H., Kim, S.B., Park, Y.H. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components, 1. Nitrite-scavenging effects of vegetable extracts. *J. Korean Fish. Soc.* 20: 463-468 (1987a)
- Kim, S.B., Ahn, B.W., Yeum, D.M., Lee, D.H., Park, Y.H., Kim, D.S. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components, 2. Nitrite-scavenging effects of seaweed extracts. *J. Korean Fish. Soc.* 20: 469-475 (1987b)
- OH, S.W., Nam, E.J., Jo, J.H. Kim, E.M. and Kim, Y.M. Chemical changes during desalting of fish sauce using electrodialyzer. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 992-998 (1997)
- Normington, K.W., Baker, I., Molina, M., Wishnok, J.S. and Tannenbaum, S.R. Characterization of a nitrite scavenger, 3-Hydroxy-2-pyrone, from Chinese wild plum juice. *J. Agric. Food Chem.* 34: 215-217 (1987)
- Kim, K.O. and Kim, W.H. Changes in properties of *Kimchi* prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 324-330 (1994)
- OH, C.K., Oh, M.C., Hyon, J.S., Choi, W.J., Lee, S.H. and Kim, S.H. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolation from *Kimchi*(II). *J. Korean Soc. Food Nutr.* 26: 549-555 (1997).
- Lee J.H. and Choi, J.S. Influence of some flavonoids on N-Nitrosoproline formation *in vitro* and *in vivo*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 22: 273-279 (1993)
- Rural Nutrition Institute, Rural Development Administration. Food composition table. Third revised and supplemented edition (1986)

(2000년 3월 17일 접수)