

젓갈 및 젓갈 대용 부재료가 김치의 숙성 중 Angiotensin 전환효소 저해작용에 미치는 영향

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

Effects of Salted-Fermented Fish Products and Their Alternatives on Angiotensin Converting Enzyme Inhibitory 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

Angiotensin converting enzyme(ACE) inhibitory activity of *Kimchi* added with salted-fermented fish products(SFFP), such as salted-fermented anchovy(SFA), salted-fermented anchovy sauce(SFAS), low salt-fermented anchovy sauce(LSFAS), 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. ACE inhibitory activities of *Kimchi* samples added with SFFP were increased until some fermentation period and then kept similarly constant levels at every fermentation temperature. Similar tendencies were occurred in amino nitrogen (AN) content. ACE inhibitory activities of *Kimchi* samples added with SFFP alternatives rapidly increased in 1st or 2nd day fermentation and then very slowly increased but AN contents showed roughly constant levels (400~600 mg/100 g) in every fermentation temperature. *Kimchi* added with LSFAS had higher ACE inhibitory activity (>80%) with elevated level of AN (>600 mg/100 g) among the tested *Kimchi* samples. *Kimchi* samples added with SFFP alternatives also showed comparable activity to *Kimchi* added with SFFP. This study shows that *Kimchi* added with SFFP and their alternatives is a good source as a functional food.

Key words : *Kimchi*, angiotensin converting enzyme(ACE), salted-fermented fish product.

서 론

김치는 우리나라의 주요 전통 발효식품의 하나로써 우리의 식생활과 불가분의 관계를 맺고 있는 식품이다. 전통적인 김치의 제법은 배추, 무, 기타 야채류를 소금에 절인 후 젓갈류를 비롯하여 고춧가루, 마늘, 생강, 파 등의 각종 양념을 첨가하여 제조하는 것으로 사용하는 재료의 종류나 제조방법 등에 따라 다양한 김치가 전해오는 것으로 알려져 있다⁽¹⁾.

최근, 우리 전통식품들에 대한 관심과 연구의 필요성이 고조됨에 따라 김치에 대한 과학적 연구들이 활발히 진행되고 있다. 즉, 김치류의 지역에 따른 특성 연구⁽²⁾와 안전성에 대한 연구^(3,4)를 비롯하여, 현대인의 생활 패턴의 변화에 따라 김치의 상품화와 관련한 연구들이 진행되어 김치제조의 표준화를 위한 연구^(5,6), 발효 및 숙성조건에 따른 각 성분들의 변화^(7,8), 천연물 첨가를 통한 보존성의 개선^(9,10) 및 품질개선^(11,12)과 포장방법의 개선^(13,14)에 관한 연구가 주류를 이루고 있다.

이와 함께 각종 성인병의 예방 및 억제효과를 갖는 기능성 식품으로 김치가 갖는 여러 가지 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으며 이에 관한 연구로는 김치의 관능적 품질개선⁽¹⁵⁾과 함께 항산화능⁽¹⁶⁾, 항종양 및 항돌연변이 효과⁽¹⁷⁾, 피부세포 독성 완화효

Corresponding author : Seon Bong Kim, Faculty of Food and Biotechnology, Pukyong National University, Daeyeon 3-dong, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea
Fax : 82-51-626-8494
Tel : 82-51-620-6418
E-mail : owlkim@mail.pknu.ac.kr

과⁽¹⁸⁾, 식이섬유⁽¹⁹⁾, 혈전용해 및 면역능력 강화효과^(20,21), 정장작용 및 대장균 억제능^(22,23) 등이 보고되어 왔다.

특히 이들 연구중 멸치육 및 가다랭이육 단백질의 효소분해로 생성된 peptide류가 고혈압의 유발요인인 angiotensin 전환효소(ACE)를 저해하는 인자로 보고됨⁽²⁴⁻²⁷⁾에 따라 젓갈을 첨가하여 제조한 김치의 항고혈압 효과를 함께 기대할 수 있으며 이것은 어취발생, 숙성기간의 단축, 색택불량 등의 원인으로 기피하여 왔던 젓갈 및 수산부재료 첨가김치의 인식제고와 전통 식품의 발전적 다양화를 위해 필요한 연구로 사료된다.

따라서, 본 연구는 일반적으로 김치에 상용되고 있는 멸치젓갈류, 새우젓갈 및 까나리 액젓을 비롯하여 젓갈 대용물로서 굴 가수분해물, 명태육 가수분해물 및 청각추출물의 김치숙성에 따른 ACE 저해효과를 과학적으로 구명하여 전통김치의 식품학적 우수성 및 어패류 소재 등 수산부재료의 기능성 첨가소재화 가능성을 검토하고자 실시하였다.

재료 및 방법

재료

김치제조에 사용한 배추는 부산 대연 시장에서 구입하였으며 젓갈은 멸치액젓(백경식품, 염도 29.2%), 멸치육젓(가락동시장, 염도 27.2%), 새우젓갈(가락동시장, 염도 29.1%)과 실험실에서 전기 투석기로 탈염한 저염 멸치액젓(백경식품, 염도 4.4%) 및 저염 까나리 액젓(대운식품, 염도 5.0%)을 사용하였다.

저염 젓갈 및 젓갈 대용물의 제조

저염 액젓은 오 등⁽²⁸⁾의 방법에 따라 염 함량을 5% 이하로 탈염하여 사용하였다. 즉, 두 개의 전극사이에 양이온교환막과 음이온교환막이 장착된 전기 투석기(Asahi Glass Co.)를 이용하여 막 사이로 액젓을 통과 시킴으로써 해리되어 있는 염 성분을 제거하였다. 청각 추출물은 건조 청각에 50% 에탄올을 20배량 첨가하고 50°C에서 5시간 추출한 후 여과(Whatman No.4)한 다음 °Brix 10으로 농축(Tokyo Rikakikai A-3S)하였으며 굴 가수분해물과 명태육 가수분해물은 원료에 동량의 물을 첨가하고 Flavourzyme™(대중상사)을 시료 무게의 2% 첨가하여 45°C에서 4시간 반응시킨 후 여과 농축(°Brix 30)하였다.

김치 및 액즙의 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 대해 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 9 등분하여 젓갈을 첨가하지 않은 김치를 대조군으로 하여 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), 굴가수분해물(oyster hydrolysate; OH), 명태육 가수분해물(Alaska pollack hydrolysate; APH) 및 청각추출물(sea-staghorn extract; SSE)을 최종염도 2.8~2.9%가 되도록 각각 첨가하여 김치를 제조하였다. 분석에 사용한 김치 액즙은 김치를 적당히 갈아서 두 접의 거즈로 압착 여과하여 제조하였다.

아미노 질소의 정량

아미노 질소는 동염법⁽²⁹⁾에 따라 비색 정량하였다. 즉, 액즙 1 mL에 75% ethanol을 가하여 30분간 교반하고 1,500 g에서 20분간 원심분리한 후 여과지(5A)로 여과한 여액을 0.025 M 붕산완충액(pH 9.0, 1 M NaCl 함유)을 사용하여 50 mL로 정용한 것을 시료액으로 하였다. 시료액 5 mL에 미리 제조한 copper phosphate 현탁액을 동량 가한 다음 1,500×g에서 20분간 원심분리하고 상층액을 분리한 후 620 nm에서 흡광도를 측정하여 미리 작성한 검량선으로 정량하였다.

Angiotensin I 전환효소(ACE) 활성 측정

ACE활성은 Cushman and Cheung⁽³⁰⁾의 방법을 개량한 Yamamoto 등⁽³¹⁾의 방법에 준하여 실시하였다. 즉, 액즙 70 µL에 ACE 조효소액 50 µL 및 0.025 M 붕산완충액(pH 8.3, 400 mM NaCl 함유) 200 µL를 가한 후, 37°C에서 전배양시켰다. 여기에 기질로써 12.5 mM의 hippuryl-histidyl-leucine용액 80 µL를 가하여 다시 37°C에서 1시간 반응시킨 후 1 N HCl 300 µL를 가하여 반응을 정지시켰다. 공시험은 시료 대신 붕산완충용액 70 µL를 가하였으며, 대조구는 1 N HCl 300 µL를 가한 다음 ACE 조효소액 50 µL를 가하였다. 여기에 ethyl acetate 1.5 mL를 가하여 15초간 교반한 후, 1,500×g에서 10분간 원심분리시켜 상층액 1 mL를 취하였다. 이 상층액을 140°C에서 20분간 건조시킨 다음 실온에서 5분간 방치한 후 1 M NaCl 3 mL를 가하여 15초간 교반하여 용해시키고 228 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가 전후 잔존 활성의 백분율로써 ACE 저해율을 나타내었다.

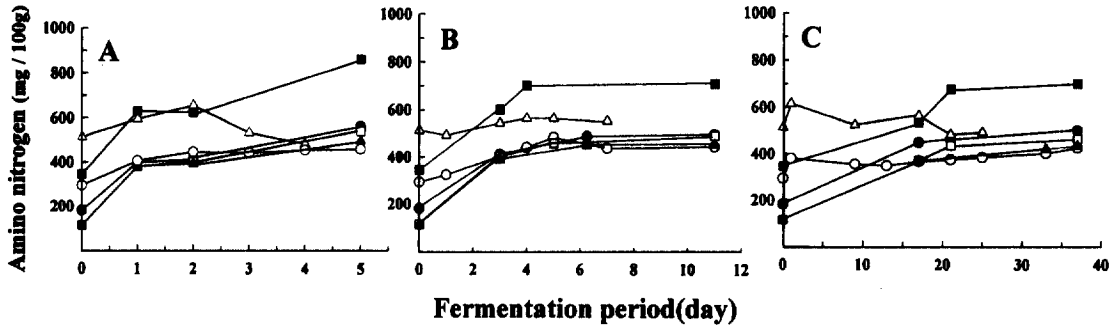


Fig. 1. Changes of amino nitrogen contents in *Kimchi* prepared with different salted and fermented fish products during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).

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

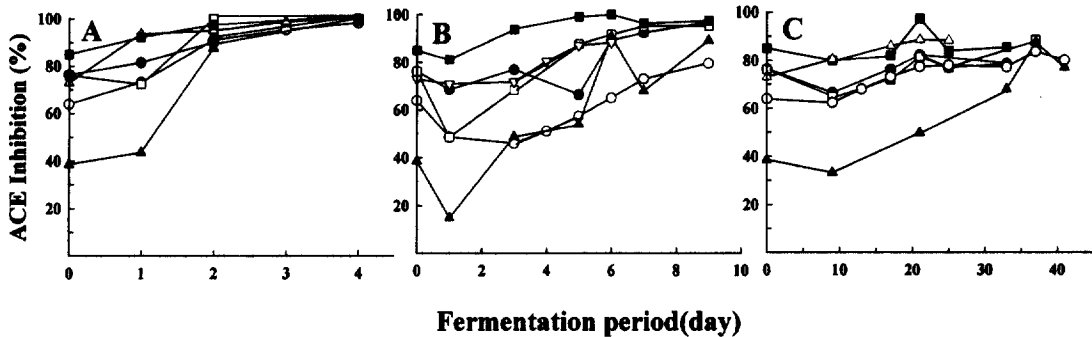


Fig. 2. ACE inhibitory activities of *Kimchi* prepared with different salted and fermented fish products during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).

ACE Inhibitory activity was determined with 70 μ L of each *kimchi* homogenate.

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

결과 및 고찰

젓갈 첨가 김치의 숙성 중 아미노질소 함량의 변화

젓갈종류별로 첨가하여 제조한 김치를 온도 20°C, 10°C 및 4°C에서 숙성시키면서 숙성중의 아미노질소의 함량 변화를 살펴보았으며 그 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

20°C 숙성의 경우, 숙성 1일째까지는 모든 시험구가 대체로 빠르게 증가하였으나 숙성 2일 이후부터는 비교적 완만하게 증가하는 경향을 보였으며 저염 까나리액젓 첨가구는 숙성 2일 이후 다소 감소하는 경향을 보였다. 첨가 젓갈 중에서는 저염 멸치액젓 첨가구가 숙성됨에 따라 344~861 mg/100 g로 증가하면서 비교적 높은 함량을 보인 반면 다른 시험구들은 대조구와 함께 100~500 mg/100 g의 비교적 낮은 함량이었다.

동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시켰을 경우, 저염 멸치액젓 첨가구가 숙성초기에 344 mg/100 g

에서 숙성 4일째 700 mg/100 g 정도까지 빠르게 증가하였으며 그 후 대체로 일정한 수준을 유지하였다. 다음으로 저염 까나리액젓 첨가구가 숙성에 따라 서서히 증가하면서 500 mg/100 g 정도의 높은 함량을 보였다. 한편, 다른 젓갈 첨가구들과 대조구도 숙성 5~6일까지는 아미노질소의 함량이 증가하다가 그 이후 대체로 450 mg/100 g 내외의 일정한 수준을 유지하였다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시킨 경우는 아미노질소의 함량변화가 20°C 및 10°C와 유사하였으나 숙성온도가 낮을수록 숙성시기가 늦어 완만히 증가하는 경향을 보였다. 멸치액젓 첨가구는 숙성 21일째에 677 mg/100 g까지 빠르게 증가하다가 그 후 매우 완만한 증가를 보였으며 그 외 멸치젓갈류와 새우젓갈 첨가구도 숙성 21일까지는 증가하다가 그 후 매우 완만한 증가를 보였다. 한편, 저염 까나리액젓 첨가구는 숙성기간 중 다소의 함량 증감이 있었으나 큰 변화 없이 대체로 일정하거나 미량 감소하였으며 대조

구도 거의 일정한 함량수준을 유지하였다. 이와 관련하여 염 등^(32,33)은 고등어 근육단백질 가수분해물은 가수분해됨에 따라 증가하다가 그 후 완만하게 증가하였으며, 정어리 어간장의 숙성 중에 5% TCA 가용성 peptide-nitrogen의 생성은 가수분해 시간이나 숙성기간의 경과와 더불어 증가한 후 완만하게 증가하거나 감소하는 경향을 나타내었다고 하였다. 그러므로, 젓갈류 첨가에 따른 아미노질소 함량의 변화 경향은 김치의 숙성온도와 함께 첨가된 젓갈의 종류에 따라 다소 변화하였고 저염 멸치액젓 첨가구가 첨가 젓갈 중에서는 가장 높은 함량을 보였으며 숙성온도가 높을 수록 숙성기간이 단축됨은 물론 함량(20°C, 861 mg/100 g; 10°C, 710 mg/100 g; 4°C, 700 mg/100 g)도 대체로 높음을 알 수 있었다.

젓갈 첨가김치의 숙성 중 ACE 저해효과의 변화

젓갈종류 별로 첨가하여 제조한 김치를 20°C, 10°C 및 4°C에서 각각 숙성시키면서 ACE 저해효과를 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 20°C에서 숙성시킨 경우, 멸치젓갈류와 저염 까나리액젓 첨가구가 숙성 초기인 0일과 1일차에서 70% 이상의 높은 ACE 저해효과를 보였으나 새우젓갈 첨가구는 대조구(>60%) 보다 낮은 40% 내외를 보였다. 첨가 젓갈 중에서는 저염 멸치액젓 첨가구와 저염 까나리액젓 첨가구가 전 숙성 기간에 걸쳐 85% 이상의 저해효과를 보여 80% 내외인 멸치액젓이나 멸치육젓 첨가구보다 비교적 높은 저해효과를 보였으며 새우젓갈 첨가구(39~44%)보다는 월등히 높은 ACE 저해효과를 보였다. 그러나, 숙성 2일차 이후 부터는 대조구를 포함한 모든 시험구가 85% 이상의 저해효과를 보임으로써 김치의 숙성에 따른 각 시험구별 저해효과의 차는 크지 않았다.

동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시켰을 경우, 대체로 숙성 1일째에 다소 감소했다가 그 후 첨가 젓갈류별로 다소의 증감이 있었으나 전체 숙성기간 중 ACE 저해 효과는 대체로 증가하는 경향을 보였다. 숙성 초기인 0-4일차에는 멸치젓갈류 첨가구와 저염 까나리액젓 첨가구가 대체로 60% 이상으로, 50% 이하인 새우젓갈 첨가구 및 대조구보다는 저해효과가 높았다. 그러나, 저염 멸치액젓은 숙성 4일째, 멸치육젓 및 저염 까나리액젓은 숙성 5일째 또한, 대조구를 비롯한 멸치액젓 및 새우젓갈 첨가구는 숙성 6일째 80% 이상의 높은 저해효과를 보였으며 이후 대체로 일정한 수준을 유지하는 경향이였다. 즉, ACE 저해효과는 김치의 숙성에 따라 대체로 증가하였으며 멸치젓갈류 및 저염 까나리액젓 첨가구가 새우젓갈 첨가구보다 비

교적 높은 저해효과를 보였다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시켰을 경우도 20°C와 10°C에서와 마찬가지로 ACE 저해효과는 숙성이 진행됨에 따라 대체로 증가하는 경향이였고 숙성 0-21일차까지는 멸치젓갈류 및 저염 까나리액젓 첨가구(45~90%)가 새우젓갈 첨가구(23~39%)에 비해 월등히 높은 저해효과를 보였다. 한편, 숙성 21일부터는 저염 멸치액젓 첨가구와 저염 까나리액젓 첨가구가 80-90%의 저해효과를 보여 멸치액젓이나 육젓 첨가구의 64~82%보다는 다소 저해효과가 높았으며 새우젓갈 첨가구도 숙성 33일 부터는 60~80% 정도로 상승하였다. 그러므로, 젓갈 첨가 김치는 젓갈류에 따라 다소 차이가 있었으나 대체로 숙성 온도에 따라 20°C에서는 숙성 2일, 10°C에서는 숙성 4~6일 및 4°C에서는 숙성 21일까지 대체로 증가하다가 일정한 수준을 유지하는 경향을 보였다.

이와 같이 각종 젓갈류를 첨가하여 제조한 김치의 숙성 중 아미노질소 함량과 ACE 저해효과의 변화를 측정한 결과, 각 숙성온도에서의 ACE 저해효과와 아미노질소 함량 변화의 경향이 대체로 유사하였다. 즉, 첨가된 젓갈류별로 다소 차이가 있었으나 숙성됨에 따라 어느 정도 증가한 후 일정한 수준을 유지하는 경향을 보였다. 이것은 염 등^(32,34)이 어육 및 식품 단백질을 8시간 가수분해하였을 때까지는 ACE 저해효과가 급격히 증가하다가 그 후 완만한 증가를 보인 것과 유사하였으며 멸치육을 비롯한 단백질의 분해산물인 peptide 류가 ACE 저해인자로 밝혀졌으므로^(24,25) 결국, 젓갈이 숙성되면서 젓갈 중의 단백질이 분해되어 생성된 peptide 류에 의해 아미노질소 함량과 ACE 저해효과가 함께 증가한 것으로 판단된다. 또한, 이후 일정하게 높은 수준을 유지한 것은 김치의 숙성이 더욱 진행되어 첨가된 젓갈 중의 단백질이 대부분 분해되었기 때문에 아미노질소함량과 ACE 저해효과도 큰 변화 없이 일정하게 유지되는 경향을 보인 것으로 판단되었다. 첨가 젓갈 중에서 저염 액젓이 비교적 높은 ACE 저해효과와 아울러 높은 아미노질소 함량을 보인 것은 멸치액젓과 까나리액젓을 전기투석하여 염을 20%에서 2%까지 단계적으로 탈염하였을 때 탈염이 진행됨에 따라 아미노질소함량이 증가하였다는 보고⁽²⁸⁾와 같이 각종 아미노산의 농축효과에서 온 것으로 사료된다. 또한, 이⁽²⁴⁾는 탈지 멸치육의 pepsin 가수분해 물로부터 ACE 저해효과가 우수한 핵분의 아미노산 조성을 분석한 결과 glutamic acid, aspartic acid 및 proline의 함량이 비교적 높게 나타났다고 하였다. 그러므로, 저염 액젓은 상기 아미노산과 같은 잠재적

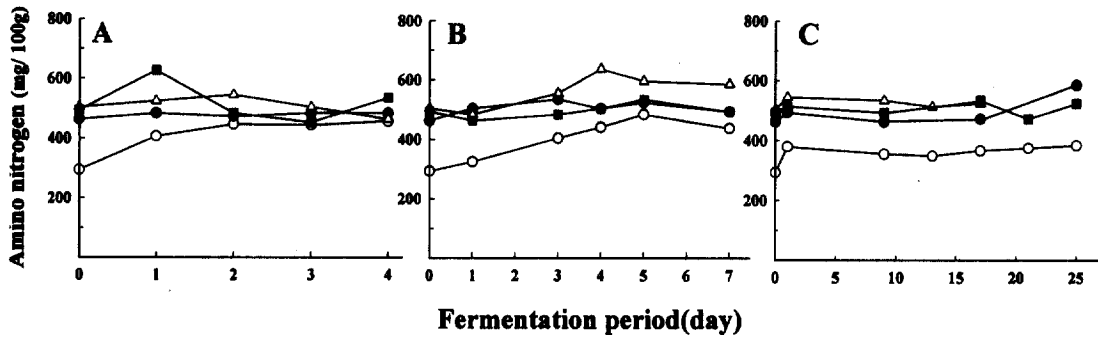


Fig. 3. Changes of amino nitrogen contents in *Kimchi* prepared with different salted and fermented fish product alternatives during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).

○-○; Control, ●-●; Sea-staghorn extract, △-△; Oyster hydrolysate, ■-■; Alaska pollack hydrolysate

ACE 저해효과가 높은 아미노산의 농축효과에 의해 기존의 젓갈류보다 ACE 저해효과와 아미노질소함량이 함께 높게 나타난 것으로 생각되었다. 한편, 저염 까나리액젓 첨가구의 경우 숙성됨에 따라 아미노질소함량은 일정하거나 다소 감소하였음에도 ACE 저해효과는 대체로 증가하는 경향을 보였는데 이와 관련하여 이 등⁽³⁵⁾은 멸치육 효소가수분해물 중 pepsin 가수분해물은 peptide-nitrogen 생성량이 가장 적었지만 ACE 저해효과는 비교적 높은 것으로 미루어 ACE 저해효과와 peptide-nitrogen 생성량과는 반드시 상관관계가 일치하는 것은 아니며, 효소의 선택적 절단 특성에 따라 그 저해효과가 결정되는 것으로 보았다. 그러므로, 저염 까나리 액젓 첨가구는 멸치젓갈류 첨가구보다 숙성됨에 따라 잠재적 ACE 저해인자가 다소 많이 생성된 것으로 추측된다.

젓갈 대용물 첨가 김치의 숙성 중 아미노질소 함량의 변화

젓갈류보다는 사용빈도가 낮으나 김치 제조에 사용되고 있는 굴, 명태육 및 청각을 이용하여 굴 가수분해물과 명태육 가수분해물 및 청각추출물을 젓갈류 대용으로 첨가하여 김치를 제조하고 20°C, 10°C 및 4°C에서 숙성시켰을 때의 아미노질소 함량의 변화를 알아보았다(Fig. 3). 그 결과, 20°C에서 숙성시켰을 경우, 숙성 1일까지 명태육 가수분해물이 626 mg/100 g으로 증가하면서 비교적 높은 함량을 보였고 그 후 감소하면서 일정한 수준을 유지하는 경향이었으며 굴 가수분해물과 청각추출물 첨가구는 숙성 중 대체로 일정한 수준을 유지하였다. 이와 같이 숙성 1일 이후부터는 모든 시험구가 483~524 mg 정도의 함량을 보였다. 동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시킨 경우,

모든 시험구는 숙성초기에 480 mg/100 g 내외에서 숙성 4일 및 5일차에 500~600 mg/100 g까지 다소 증가하였으나 이후 완만한 감소를 보여 숙성에 따른 아미노질소의 함량은 20°C에서와 마찬가지로 전체적으로는 큰 변화를 보이지 않았다. 시험구 중에서는 굴 가수분해물 첨가구가 숙성 4일차에 636 mg/100 g로 가장 높았고 다른 시험구들은 430~535 mg/100 g 정도의 함량을 보였으며 대조구가 가장 낮은 함량을 보였다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시킨 경우, 아미노질소의 함량은 숙성초기에 미량 증가하지만 이후 시험구 별로 큰 편차 없이 대체로 500 mg/100 g 내외의 함량을 유지하는 것으로 나타났다. 이와 같이 젓갈 대용물을 첨가하여 제조한 김치를 숙성하였을 때 아미노질소의 함량이 초기에 미량 증가한 후 거의 일정한 수준을 유지하였는데 이것은 첨가한 굴 가수분해물과 명태육 가수분해물이 분해효소인 Flavourzyme™에 의해 이미 분해된 상태로 첨가되었기 때문에 젓갈 첨가 김치의 경우와 같이 숙성에 따라 아미노 질소의 함량이 크게 증가하지 않은 것으로 판단되었다. 또한, 이 등⁽³⁵⁾은 멸치육을 소화효소 및 식품공업용 단백질 분해효소로 가수분해하였을 때 Flavourzyme™으로 가수분해한 경우 가수분해 시간에 따라 peptide-nitrogen 함량은 거의 일정한 수준을 유지하는 것으로 보고하였으며 가수분해 효소에 따라 함량 차가 있다고 하였다. 그러므로, 굴과 명태육 가수분해물의 제조에 사용하는 효소의 종류에 따라 아미노질소의 함량 경향도 변화할 것으로 추측된다.

젓갈 대용물 첨가 김치의 숙성 중 ACE 저해효과

젓갈 대용물로서 굴 가수분해물, 명태육 가수분해물과 청각추출물을 각각 첨가하여 제조한 김치를 20°C,

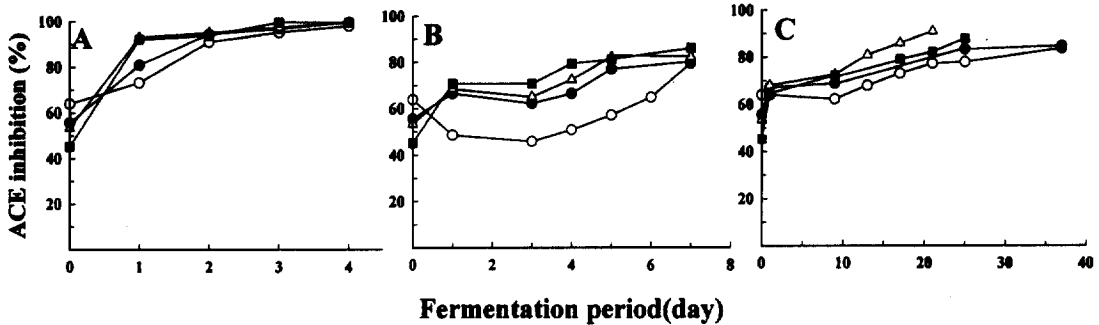


Fig. 4. ACE inhibitory activities of Kimchi prepared with different salted and fermented fish products during fermentation at 20°C(A), 10°C(B) and 4°C(C).

ACE Inhibitory activity was determined with 70 μL of each kimchi homogenate.

○-○; Control, ●-●; Sea-staghorn extract, △-△; Oyster hydrolysate, ■-■; Alaska pollack hydrolysate

10°C 및 4°C에서 숙성시켰을 때의 ACE 저해효과를 Fig. 4에 나타내었다. 그 결과, 20°C 숙성의 경우, 굴 가수분해물과 명태육 가수분해물 첨가가 숙성 1일차에 크게 증가하였으며 다음으로 청각추출물 첨가가 숙성 2일까지 대체로 큰 증가를 보였다. 또한, 숙성 2일차 이후부터는 모든 시험구가 90% 이상의 일정하게 높은 저해효과를 나타내었다.

동일하게 제조한 김치를 10°C에서 숙성시켰을 경우, 숙성 중 대조구를 제외한 모든 시험구가 60% 이상의 ACE 저해효과를 보였으며 숙성 4~5일까지 대체로 증가하다가 숙성 7일에는 대조구를 포함한 모든 시험구가 77% 이상의 저해효과를 보였다.

동일하게 제조한 김치를 4°C에서 숙성시켰을 경우, ACE저해 효과는 숙성 1일차에 급히 증가하였으나 이후 숙성 9~13부터는 완만하게 증가하여 숙성 21일 이후부터는 모든 시험구가 대체로 84% 내외의 일정하게 높은 저해효과를 보였다. 따라서, 젓갈 대용물로서 굴 가수분해물, 명태육 가수분해물과 청각추출물을 각각 첨가하여 제조한 김치를 20°C, 10°C 및 4°C에서 숙성시켰을 경우, ACE 저해효과는 첨가한 젓갈 대용물에 따라 다소 차이가 있었으나 모든 숙성온도에서 숙성 1일에 크게 증가한 후 대체로 완만한 증가 경향을 보였다.

이와 같이 젓갈 대용물을 첨가하여 제조한 김치의 경우, 아미노질소 함량은 모든 숙성온도에서 큰 변화 없이 대체로 일정한 수준을 유지하였으며 ACE 저해 효과도 모든 숙성온도에서 숙성 1일에 급격히 증가한 후 대체로 완만한 증가를 보였는데 이것은 첨가한 굴 가수분해물과 명태육 가수분해물이 Flavourzyme™에 의해 이미 peptide로 분해된 상태로 첨가되었기 때문에 김치의 숙성에 따른 아미노질소 함량과 ACE 저해

효과의 변화는 젓갈류 첨가의 경우와는 달리 대체로 일정한 경향을 유지한 것으로 판단되었다. 또한, 청각추출물이 다소 낮은 아미노질소함량을 보였음에도 굴 및 명태육 가수분해물 첨가구와 유사한 ACE 저해효과를 보인 것은 ACE의 잠재적 저해인자로서 아미노질소의 영향과 함께 청각 중의 polyphenol 성분의 영향 때문으로 추측되는데 녹차의 polyphenol 성분인 galloyl tannin류가 비(非) peptide 형의 ACE 저해인자로서 높은 ACE 저해효과를 보이는 것으로 확인된 바 있다⁽³⁶⁾. 아울러 대조구가 가장 낮은 아미노질소 함량에도 불구하고 대체로 높은 ACE 저해효과를 보인 것은 도 등⁽³⁷⁾에 의해 기호유료 원료인 생강의 수용성 화분이 높은 ACE 저해효과를 보인 것으로 나타나 김치 제조시에 젓갈류 및 젓갈 대용물 외에 첨가된 생강을 비롯한 마늘, 파 및 고춧가루 등과 같은 부재료에서 기인한 것으로 추측되었다. 그럼에도 불구하고, 젓갈 및 젓갈 대용물 첨가가 대조구보다 숙성초기에 대체로 높은 ACE 저해효과를 보임으로써 김치의 제조 후 숙성초기에도 숙성이 진행된 경우에 필적하는 효과를 볼 수 있다는 점에서 김치에서 젓갈 및 젓갈 대용물의 첨가는 중요한 의미를 가질 것으로 사료된다. 이로써 기능성 식품으로서 김치의 식품학적 우수성 확인과 함께 전통식품으로서의 김치의 발전적 다양화도 모색할 수 있을 것이다.

요 약

김치제조에 널리 쓰이는 젓갈류 즉, 멸치젓갈(액젓, 저염 액젓, 육젓), 새우젓갈 및 저염 까나리액젓과 젓갈 대용물로서 굴 가수분해물, 명태육 가수분해물 및 청각추출물을 첨가하여 제조한 김치를 20°C, 10°C 및

4°C에서 각각 숙성시키면서 숙성에 따른 아미노질소의 함량과 ACE 저해효과를 살펴보았다. 그 결과, 젓갈류 첨가구의 경우, 아미노질소의 함량과 ACE 저해효과는 모든 숙성온도에서 숙성됨에 따라 어느 정도 증가한 후 대체로 일정한 수준을 유지하는, 유사한 경향을 보였다. 젓갈 대용물 첨가구의 경우, 아미노질소는 모든 숙성온도에서 각 시험구별 숙성에 따른 큰 변화 없이 400~600 mg/100 g의 함량을 보였으며 ACE 저해효과는 숙성 초기인 1~2일 사이에 급격한 상승 후 완만히 증가하는 경향을 보였다. 첨가된 젓갈 및 젓갈 대용물 중에서는 저염 멸치액젓 첨가구가 모든 숙성온도에서 아미노 질소의 함량(>600 mg/100 g)과 ACE 저해효과(>80%)가 비교적 높았다. 그러나, 젓갈 대용물도 ACE 저해효과 면에서 젓갈류에 못지 않은 좋은 효과를 보임으로써 ACE 저해 기능성 김치용 조미소재로 젓갈류와 함께 이용 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림부 특정연구사업의 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Park, W. S. The present and future of *Kimchi* manufacturing. *Food Technology* 7: 17-52 (1994)
2. Lee, K.J., Rhee, S.H., Han, J.S. and Park, K.Y. Kinds and characteristics of traditional special *Kimchi* in Pusan and Kyungnam province. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 734-743 (1995)
3. Koh, E.M. and Kwon, H.J. Determination of fermentation specific carcinogen, ethyl carbamate, in *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(3), 421-427 (1996)
4. 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)
5. Cho, E.J. Lee, S.M. Rhee, S.H. and Park, K.Y. Studies on the standardization of chinese cabbage *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 324-332 (1998)
6. Cho, E.J., Park, K.Y. and Rhee, S.H. Standardization of ingredient ratios of chinese cabbage *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 1228-1235 (1997)
7. Park, S.S., Jang, M.S. and Lee, K.H. Effect of fermentation temperature on the physicochemical properties of mustard leaf(*Brassica juncea*) *Kimchi* during various storage days. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 752-757 (1995)
8. Han, E.S., Seok, M.S., Park, J.H. and Lee, H.J. Quality changes of salted chinese cabbage with the package pressure and storage temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 650-656 (1996)
9. Wee, J.H. and Park, K.H. Relation of *Kimchi* fermentation and growth inhibition of related microorganisms by tea catechins. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 1275-1280 (1997)
10. Kim, M.R. Mo, E.K, Kim, J.H. Lee, K.J. and Sung, C.K. Effect of hot water extract of natural plants on the prolongation of optimal fermentation time of *Kakdugi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 28: 365-370 (1999)
11. Kim, M.K., Kim, S.Y., Woo, C.J. and Kim, S.D. Effect of air controlled fermentation on *Kimchi* quality. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23: 268-273 (1994)
12. Lui, Y.C., Kwon, K.S. and Park, K.H. Infusion of pectinesterase for preventing softening of *Kimchi* tissue. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 393-395 (1996)
13. Hong, S.I., Park, N.H. and Park, W.S. Packaging techniques to prevent winter *Kimchi* from inflation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 285-291 (1996)
14. Lee, D.S., Cheigh, H.S. and Park, W.S. Analysis of variables influencing the pressure build-up and volume expansion of *Kimchi* package. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 28: 429-437 (1999)
15. Song, Y.O., Kim, E.H., Kim, M. and Moon, J.W. A survey on the children's notion in *Kimchi*(I)-Children's preferences for *Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 758-764 (1995)
16. 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)
17. 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)
18. 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)
19. 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)
20. 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)
21. 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)
22. 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)
23. 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)

24. Lee, T.G. Characterization of Angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from seafoods. Thesis of PhD. (1996)
25. Lee, T.G., Park, Y. B., Park, D. C., Yeum, D. M., Kim, I. S., Gu, Y. S., Park, Y. H. and Kim, S.B. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity in enzymatic hydrolysates of anchovy muscle protein, J. Korean Fish. Soc. 31: 875-881 (1998)
26. Yokoyama, K., Chiba, H. and Yoshikawa, M. Peptide inhibitors for angiotensin I converting enzyme from thermolysin digest of dried bonito. Biosci. Biotech. Biochem. 56: 1541-1545 (1992)
27. Kim, S.B., Lee, T.G., Park, Y.B., Yeom, D.M., Kim, O.K., Do, J.R., Park, Y.H. Isolation and characteristics of angiotensin- I converting enzyme inhibitory activity of peptic hydrolysates of anchovy muscle protein, J. Korean Fish. Soc. 27: 1-6 (1994)
28. Oh, S.W., Nam, E.J., Jo, J.H. Kim, E.M. and Kim, Y.M. Chemical changes during desalting of fish sauce using electro dialyzer. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 992-998 (1997)
29. Spice, T.R. and Chamber, D.C. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with their copper salt. J. Biol. Chem. 191: 787-797 (1951)
30. Cushman, D.W. and Cheung, H.S. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. Biochem. Pharm. 20: 1637-1648 (1971)
31. Yamamoto, S., Toida, I and Iwai, K. Re-examination of the spectrophotometric assay for serum angiotensin-converting enzyme. Japan. J. of Thoracic Diseases 18: 297-303 (1980)
32. Yeum, D.M., Lee, T.G., Byun, H.S., Kim, S.B. and Park, Y.H. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of enzymatic hydrolysates of mackerel muscle protein. Bull. Korean Fish. Soc. 25: 229-235 (1992)
33. Yeum, D.M., Lee, T.G., Do, J.R., Kim, O.K., Park, Y.B., Kim, S.B. and Park, Y.H. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors derived from fermented fish product, 2. Characteristics of angiotensin-I converting enzyme inhibitors of fish sauce prepared from Sardine, *Sardinops melanosticta*. Bull. Korean Fish. Soc. 26: 416-423 (1993)
34. Yeum, D.M., Roh, S.B., Lee, T.G., Kim, S.B. and Park, Y.H. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of enzymatic hydrolysates of food proteins. J. Korean Soc. Food Nutr. 22: 226-233 (1993)
35. Lee, T.G., Park, Y.B., Park, D.C., Yeum, D.M., Kim, I.S., Gu, Y.S., Park, Y.H. and Kim, S.B. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity in enzymatic hydrolysates of anchovy muscle protein. J. Kor. Fish. Soc. 31: 875-881 (1998)
36. Cho, Y.J., An B.J. and Choi, C. Inhibition effect of against angiotensin converting enzyme of flavan-3-ols isolated Korean green tea. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 238-242 (1993)
37. Do, J.R., Kim, S.B., Park, Y.H. and Kim, D.S. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity by the component of traditional tea materials. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 456-460 (1993)

(2000년 2월 7일 접수)