

김치원료의 amylase, protease, peroxidase, ascorbic acid oxidase 활성

김현정 · 이정진 · 최미정 · 최신양
한국식품개발연구원

Amylase, Protease, Peroxidase and Ascorbic Acid Oxidase Activity of *Kimchi* Ingredients

Hyun-Jung Kim, Jung-Jin Lee, Mee-Jung Cheigh and Shin-Yang Choi
Korea Food Research Institute

Abstract

Several enzymes of *kimchi* ingredients were assayed to improve the product quality using these quality related enzyme information. Among various hydrolases, amylase and protease were selected with respect to lactic acid fermentation. Peroxidase and ascorbic acid oxidase were studied for off flavor production and ascorbic acid destruction. The amount of protein in *kimchi* ingredients, specific and total enzyme activity of sample were compared. Regarding total enzyme activity of sample, α -amylase activity of salted and fermented anchovy, dried red pepper and salted and fermented shrimp were higher than other ingredients. Activity of salted and fermented anchovy was 2,790.0 units/g sample. Salted and fermented anchovy, oyster and chinese radish showed the highest β -amylase activity (4.4, 2.1, 1.0 units/g sample, respectively). Salted and fermented anchovy showed the highest protease activity of 13.4 PU/g sample, followed by salted and fermented shrimp and dried red pepper. For peroxidase, chinese radish, cucumber, green onion showed the highest activity of 7.2, 6.8 and 5.6 units/g sample, respectively. In case of ascorbic acid oxidase, salted and fermented anchovy showed the strongest enzyme activity (331.4 units/g sample), followed by dried red pepper and salted and fermented shrimp.

Key words: amylase, protease, peroxidase, ascorbic acid oxidase, *kimchi*

서 론

최근 우리나라의 대표적인 전통식품의 하나인 김치의 대량 생산을 위하여 김치의 제조 및 숙성과정을 과학적으로 이해하고 이를 바탕으로 표준화된 제조공정을 제안하며, 나아가 김치의 품질을 일정하게 유지하려는 노력이 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 연구는 주로 김치발효에 관여하는 미생물⁽¹⁻³⁾, 숙성 및 저장 중 김치 성분의 변화^(4,6), 저장성 연장방법^(7,9) 등을 중심으로 진행되고 있다.

김치는 원재료 및 부재료에서 유래된 당을 기질로 하여 젖산발효로 대표되는 복잡한 발효공정을 거쳐 재료중의 탄수화물과 단백질 등이 분해되어 당류 및 아미노산등 여러 저분자물질들을 생성함으로써 독특

한 맛과 풍미를 형성하게 된다⁽¹⁰⁾. 그런데 발효과정중의 변화는 기본적으로 효소반응에 근거하지만 이들 효소에 관한 체계적인 연구는 이루어지고 있지 않다. 특히 김치는 원재료인 배추, 무 이외에도 다양한 양념류가 혼합된 복합 시스템이므로 김치 재료에서 유래되는 각종 가수분해효소 및 산화효소들은 김치의 발효과정 및 발효후 제품의 품질에 크게 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러나 배추, 무 등 일부 원재료에 한하여 조직감에 관련된 효소에 관한 연구가 소수 있을 뿐 발효와 제품의 품질에 직접적으로 영향을 주는 가수분해효소 및 산화효소에 관한 종합적인 연구는 전무한 실정이다^(11,12).

따라서 본 연구에서는 김치재료의 가수분해효소로서 발효원으로 사용되고 균체증식에 필수적인 당 및 아미노산의 생산에 관여하는 amylase 및 protease와, 산화효소로서 이취발생과 Vitamin C의 산화에 관여하는 peroxidase와 ascorbic acid oxidase를 조사하여 이

Corresponding author: Shin-Yang Choi, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

들 효소의 특성을 이용한 김치의 품질개선을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 김치재료는 배추, 무, 오이, 파, 마늘, 고춧가루, 꿀, 새우젓, 멸치젓 등 9종으로 시판품을 구입하여 사용하였다. 효소의 역가를 측정하기 위한 시약은 특급시약을 사용하였다.

조효소액의 조제

김치 재료의 조효소액 조제방법은 다음과 같다. 재료를 세절한 후 3배의 phosphate buffer (10 mM, pH 7.4)를 가하여 균질화하여 4°C에서 12시간 동안 추출하였다. 이때 고춧가루는 10배의 phosphate buffer를 이용하여 추출하였다. 추출된 조효소액을 10,000×g에서 20분간 원심분리하여 상등액을 분리하였다. 상등액을 대상으로 80% 유안침전시킨 후 12,000×g에서 20분간 원심분리하여 얻은 침전물을 같은 buffer에 대하여 투석한 것을 조효소액으로 하였다. 제조된 조효소액은 동결건조한 후 -70°C에서 보관하면서 효소의 역가를 측정하였다.

단백질농도

단백질 농도는 Lowry법을 이용하여 측정하였으며 표준 단백질로는 bovine serum albumin을 사용하여 정량하였다⁽¹³⁾.

α-amylase 활성

α-amylase의 기질로는 0.5% potato starch (pH 5.9)를 사용하였으며 기질 2 mL에 조효소액 1 mL을 첨가하여 40°C에서 10분간 반응시켰다. 반응혼합액중 0.3 mL를 취하고 여기에 0.01N I₂ solution을 첨가한 후 증류수를 총 10 mL이 되도록 가하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소의 활성은 660 nm에서 blue color density가 10분 동안 50% 감소했을 때를 1 unit로 하였다⁽¹⁴⁾.

β-amylase 활성

β-amylase 활성은 2 mL의 0.5% potato starch (pH 5.9)에 1 mL의 조효소액을 첨가하여 40°C에서 10분간 반응시켜서 생성된 당을 DNS법으로 측정하였다. β-amylase의 활성은 이 조건에서 10 mole의 glucose가 생성될 때를 1 unit로 하였다⁽¹⁴⁾.

Protease 활성

김치 재료의 protease 활성은 Anson의 방법을 변형하여 측정하였다⁽¹⁵⁾. 즉, 0.6% hammarsten casein solution을 기질로 하여 30°C에서 10분간 반응시킨 후 2.5 mL의 TCA를 첨가하여 반응을 종료시켰다. 30분간 정치하고 침전물을 제거한 후 상등액 2 mL에 대하여 5 mL의 0.55M Na₂CO₃와 1 mL의 2/3N Folin reagent를 첨가하고 30°C에서 30분간 반응시켜 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 L-tyrosin용액을 이용하여 작성하였으며, 효소의 활성은 조효소액 1 mL이 1분 동안 30°C에서 1 μg의 tyrosine을 생성할 때를 1 protease Unit (PU)로 하였다.

Peroxidase활성

Peroxidase의 활성측정을 위해서 0.05 M phosphate buffer (pH 6.0) 2.4 mL에 조효소액 0.15 mL와 150 mM guaiacol 0.3 mL를 가하여 100 mM H₂O₂ 0.15 mL를 넣고 혼합한 후 즉시 470 nm에서의 흡광도 변화를 측정하였다. 효소의 활성은 1분 동안 470 nm에서 흡광도를 1.0 증가시킬 때 1 unit로 하였다⁽¹⁶⁾.

Ascorbic acid oxidase 활성

효소활성 측정을 위한 기질로는 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 5.6)에 용해시킨 ascorbic acid를 사용하였으며 동량의 기질과 조효소액을 혼합하여 30°C에서 10분간 반응시킨 후 1.5배 부피의 6% HPO₃를 가하여 반응을 중지시켰다. 반응하기 직전과 10분간 반응한 후의 ascorbic acid 함량을 Hydrazine법⁽¹⁷⁾에 의하여 측정하여 10분 동안 산화된 ascorbic acid양을 효소활성으로 표시하였다⁽¹⁸⁾.

결과 및 고찰

단백질 함량

다양한 김치재료중 보편적으로 사용되고 있는 9종을 선정하여 시료 100 g당 단백질 함량을 Table 1에 나타내었다. 단백질함량은 시험한 시료중 유일하게 건조형태로 사용되고 있는 고춧가루의 경우 59.5 mg protein/g sample로 가장 높게 나타났으며 동물성 재료인 꿀, 새우젓, 멸치젓의 단백질함량은 시료 100 g당 각각 26.8, 21.5, 19.7 g으로 높았다.

Amylase 활성

김치의 숙성과정중 핵심적인 공정인 젖산발효에서 발효성 당의 생성과 관련된 가수분해효소중 α-, β-

Table 1. Protein contents of various kimchi ingredients (mg protein/g sample)

Kimchi ingredients	Protein concentration
Chinese cabbage	2.24±0.11 ¹⁾
Chinese radish	1.99±0.03
Dried red pepper	59.52±0.71
Green onion	4.43±0.12
Garlic	11.55±0.27
Cucumber	2.10±0.06
Salted and fermented anchovy	19.73±0.19
Salted and fermented shrimp	21.50±0.36
Oyster	26.76±0.30

¹⁾Mean ± SD (n=3).

amylase를 선정하여 김치재료에 대해 활성을 조사하였다. α-amylase의 경우 비활성은 멸치젓의 경우 141.4 units/mg protein으로 가장 높았으며 무, 새우젓, 고춧가루의 활성도 높았으며(Table 2), 시료 g당 활성은 Fig. 1(A)에 나타낸 바와 같이 멸치젓, 고춧가루, 새우젓, 굴의 순으로 높게 나타났다(각각 2,790.0, 1,329.0, 856.2, 556.3 units/g sample). β-amylase는 무의 경우 0.523, 멸치젓은 0.222, 오이는 0.109 units/mg protein으로 비활성이 높았으나 시료의 총활성은 멸치젓이 4.4 units/g sample로 가장 높았으며 그밖에 굴, 무에서도 높게 나타났다(Table 2, Fig. 1(B)). 멸치젓 중의 amylase 활성에 관한 연구는 보고된 바 없었으나 멸치젓을 첨가한 김치의 경우 환원당 함량이 숙성말기에 대조군보다 낮게 나타났으며, 이는 젖산균 수의 증가에 기인한 것이라고 보고된 바 있다⁽¹⁹⁾. 한편 amylase활성이 있는 lactic acid bacteria로는 *Streptococcus bovis*, *S. equinus*, *Lactobacillus amylophilus*, *L. amylovorus*, *L. acidophilus*, *L. celobiosus* 등이 알려져 있으며 최근 *Lactobacillus platarum*도 amylase 활성이 있는 것으로 보고되고 있다⁽²⁰⁾. 전통 발효 식품은 주로 lactic acid

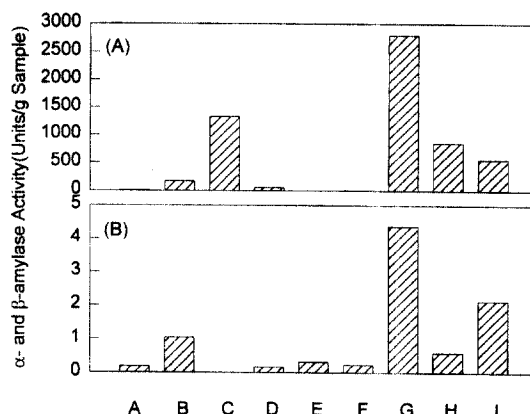


Fig. 1. α-amylase (A) and β-amylase (B) activity of various kimchi ingredients. A: Chinese cabbage, B: Chinese radish, C: Red pepper powder, D: Green onion, E: Garlic, F: Cucumber, G: Salted and fermented anchovy, H: Salted and fermented shrimp, I: Oyster.

bacteria에 의하여 발효 숙성되므로 amylase 활성이 있는 lactic acid bacteria가 멸치젓에도 상당수 존재하며 이들에 의하여 멸치젓의 amylase활성이 높게 나타난 것으로 생각된다.

Protease 활성

Peptide hydrolase의 종류는 30여종이 보고되고 있으나 본 실험에서는 hammarsten casein을 기질로 하여 생성된 amino acid를 정량함으로써 비특이적 단백질 분해효소의 활성을 측정하였다. 시료의 비활성은 멸치젓이 0.679 PU/mg protein으로 가장 높았으며, 새우젓, 파, 오이에서도 높게 나타났다(Table 2). 시료의 활성은 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 멸치젓, 새우젓, 고춧가루에서 높았다(각각 13.4, 12.5, 4.3 PU/g sample). 새우젓은 경험적으로 단백질 식품의 동반식품으로 사

Table 2. Specific activity of α-amylase, β-amylase, protease, peroxidase, ascorbic acid oxidase in various kimchi ingredients (U/mg protein)

Kimchi ingredients	α-Amylase	β-Amylase	Protease	Peroxidase	Ascorbic acid oxidase
Chinese cabbage	5.94±2.93 ¹⁾	0.096±0.010	0.178±0.003	0.17±0.02	0.28±0.08
Chinese radish	84.79±7.98	0.523±0.047	0.162±0.010	3.61±0.5	1.72±0.54
Dried red pepper	22.33±2.46	ND	0.072±0.004	0.03±0.03	1.06±0.26
Green onion	12.64±4.01	0.038±0.004	0.369±0.021	1.26±0.02	0.62±0.11
Garlic	ND ²⁾	0.027±0.005	0.044±0.013	0.15±0.04	0.30±0.08
Cucumber	6.22±9.55	0.109±0.05	0.301±0.012	3.25±0.18	1.89±0.37
Salted and fermented anchovy	141.38±44.44	0.222±0.050	0.679±0.004	0.08±0.08	16.79±0.89
Salted and fermented shrimp	39.82±1.27	0.027±0.004	0.582±0.031	ND	0.34±0.15
Oyster	20.77±2.22	0.080±0.011	0.120±0.029	ND	0.26±0.03

¹⁾Mean ± SD (n=3, for α-amylase n=6).

²⁾ND: not detected.

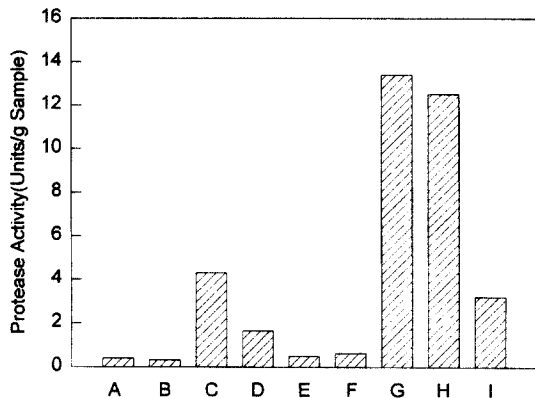


Fig. 2. Protease activity of various kimchi ingredients. A: Chinese cabbage, B: Chinese radish, C: Red pepper powder, D: Green onion, E: Garlic, F: Cucumber, G: Salted and fermented anchovy, H: Salted and fermented shrimp, I: Oyster.

용되어 왔으며 새우젓에서 분리 정제된 protease는 serine계 trypsin-like protease라고 보고된 바 있다⁽²¹⁾. 멸치젓의 protease 활성은 연구되어 있지 않으나 주성분이 단백질인 발효식품임을 감안할 때 발효 중 필수적으로 protease 활성이 높은 것은 자명한 것으로 생각된다. 따라서 김치에 첨가하는 젓갈류는 조미료로서의 역할 뿐만 아니라 김치제조시 첨가되는 부재료의 단백질 성분을 분해함으로써 발효에 필수적인 lactic acid bacteria의 균체증식을 촉진하는 역할을 할 것으로 사료된다.

Peroxidase 활성

Peroxidase는 불포화지방산에 작용하여 휘발성의 카르보닐 화합물을 형성함으로써 산패취를 유발하며 대부분의 채소와 과일에 존재한다⁽²²⁾. Polyphenol oxidase, lipoxygenase 등 유사한 작용을 하는 효소들과는 달리 peroxidase는 저온에서 안정성이 높기 때문에 저온에서 저장, 유통되는 식품에서의 이취 생성에 매우 중요한 역할을 한다⁽²³⁾. 따라서 과도하게 발효되는 것을 억제하기 위하여 냉장유통되고 있는 김치의 경우도 peroxidase에 의해 제품의 품질이 저하될 가능성은 매우 높다. Table 2와 Fig. 3에서 나타낸 바와 같이 김치재료중 peroxidase의 비활성과 시료 1g에 해당하는 효소활성 모두 무, 오이, 파의 순으로 높게 나타났다. 이때 무, 오이, 파의 시료 1g당 활성은 7.2, 6.8, 5.6 units로, 특히 무를 주원료로 사용하는 김치의 경우 peroxidase에 의한 이취 형성이 높을 가능성을 시사하므로 이에 대한 적절한 불활성화 대책이 필요할 것으

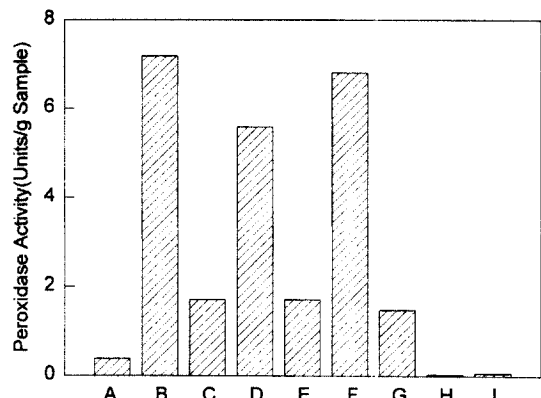


Fig. 3. Peroxidase activity of various kimchi ingredients. A: Chinese cabbage, B: Chinese radish, C: Red pepper powder, D: Green onion, E: Garlic, F: Cucumber, G: Salted and fermented anchovy, H: Salted and fermented shrimp, I: Oyster.

로 판단된다.

Ascorbic acid oxidase 활성

Ascorbic acid는 영양적으로도 가치가 있을 뿐만 아니라 식품중에서 항산화제 또는 항갈색제로서 작용한다. 김치의 주원료인 배추 100g에는 46mg, 무 100g에는 22mg의 ascorbic acid가 존재하는 것으로 보고되고 있으며⁽²⁴⁾ 김치가 숙성됨에 따라 glucose와 galacturonic acid로부터 생합성되어 배추김치 100g에는 14mg, 각두기에는 19mg, 오이 소박이에는 13mg의 ascorbic acid가 존재하는 것으로 알려져 있다⁽²⁵⁾. 그러나 ascorbic acid는 오이를 비롯한 몇몇 채소에 존재하는 ascorbic acid oxidase에 의해 dehydroascorbic acid로 산화되어 파괴되는 것으로 보고되고 있다^(26,27). 김치재료중의 ascorbic acid oxidase의 비활성은 Table 2에 나타낸 바와 같이 멸치젓, 오이, 무에서 각각 16.79, 1.89, 1.72 units/mg protein으로 높았으며 특히 멸치젓의 활성이 매우 높았다. Fig. 4에 나타낸 바와 같이 시료 1g의 활성은 각각 331.4, 62.9, 7.3 units/g sample로 멸치젓, 고춧가루, 새우젓에서 높았으나 멸치젓과 새우젓의 ascorbic acid oxidase 활성에 대한 연구결과는 보고된 바 없다. 오이의 ascorbic acid oxidase는 vitamin C의 정량에 적용되는 등 많은 연구가 진행되고 있으나⁽²⁸⁾ 본 연구에서는 비활성이 1.89 units/mg로 역시 ascorbic acid의 파괴에 관여하는 것으로 알려져 있는 당근의 비활성(2.38 unit/mg)에 비하여 낮게 나타났다. 시료 1g당 ascorbic acid oxidase 활성이 멸치젓, 고춧가루, 새우젓에서 높게 나타난 것은 고춧가루와 새우

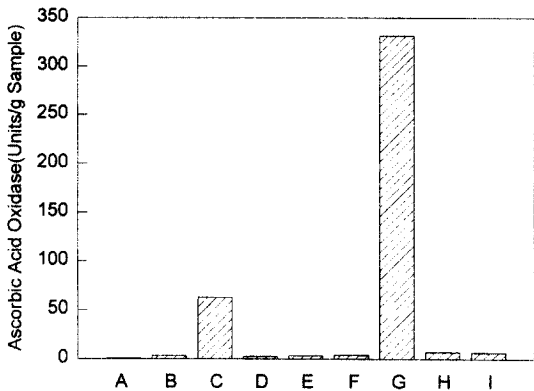


Fig. 4. Ascorbic acid oxidase activity of various kimchi ingredients. A: Chinese cabbage, B: Chinese radish, C: Red pepper powder, D: Green onion, E: Garlic, F: Cucumber, G: Salted and fermented anchovy, H: Salted and fermented shrimp, I: Oyster.

것의 단백질함량이 오이나 무에 비하여 상대적으로 매우 높지만 비활성의 차이는 미미하기 때문인 것으로 생각된다. 일반적으로 ascorbic acid oxidase는 고온과 pH 3.5 이하에서 활성이 저해 되거나 불활성화되는 것으로 알려져 있으나⁽²⁷⁾ 식품에는 적용하기 어려운 조건이므로 김치중 ascorbic acid 함량을 유지하기 위해서는 김치의 관능적 특성은 그대로 유지하면서 ascorbic acid oxidase의 활성만 선택적으로 저하시킬 수 있는 방법이 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 김치재료 중 존재하는 각종 효소의 특성을 이용한 김치의 품질개선을 위한 기초자료를 제시하고자 몇 가지의 대표적인 가수분해효소와 산화효소의 활성을 조사하였다. 가수분해효소로는 발효원으로 사용되고 관체증식에 필수적인 당 및 아미노산의 생산에 관여하는 amylase와 protease를 연구하였으며, 산화효소로는 이취발생과 vitamin C의 산화에 관여하는 peroxidase 및 ascorbic acid oxidase 활성을 조사하였다. 시료 1 g중 존재하는 효소활성은 α-amylase의 경우 멸치젓, 고춧가루, 새우젓, 굴에서, β-amylase는 멸치젓, 굴, 무에서 높게 나타났다. Protease의 경우는 멸치젓, 새우젓, 고춧가루에서 높게 나타났으며, peroxidase와 ascorbic acid oxidase는 각각 무, 오이, 파 및 멸치젓, 고춧가루, 새우젓에서 높게 나타나 김치재료중 발효식품인 멸치젓과 새우젓이 전반적으로 높은 가수분해 및 산화활성을 나타내었고, 고춧가루는 가수

분해효소 활성이, 무, 오이는 산화효소 활성이 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부의 '97년도 농림수산물개발사업 기획연구과제 사업비의 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

- Han, H. and Yang, M.: Ecology of lactic acid bacteria in kimchi. p. 204, In *Lactic Acid Fermentation of Non-dairy Food and Beverage*. Lee, C.H., Adler-Nissen, J. and Barwald, G. (ed.), Harn Lim Won, Seoul (1994)
- Lim, C.R. and Park, H.K. Han, H.E.: Reevaluation of isolation and identification of Gram-Positive bacteria in Kimchi (in Korean). *Korean J. Microbiol.*, **27**(4), 404-414 (1989)
- Lee, C.W., Ko, C.Y. and Ha, D.M.: Microfloral changes of the lactic acid bacteria during Kimchi fermentation and identification of the isolates (in Korean). *Korean J. Microbiol.*, **20**(1), 102-109 (1992)
- Ha, J.H., Hawer, W.S., Kim, Y.J. and Nam, Y.J.: Changes of free sugars in Kimchi during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(5), 633-638 (1989)
- Kang, K.O., Sohn, H.J. and Kim, W.J.: Changes in chemical and sensory properties of dongchimi during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**(3), 267-271 (1991)
- Park, S.K., Cho, Y.S., Park, J.R., Moon, J.S. and Lee, Y.S.: Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nucleic acid-related compounds during fermentation of leaf mustard-Kimchi (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**(1), 48-53 (1995)
- Moon, K.D., Byun, J.A., Kim, S.J. and Han, D.S.: Screening of natural preservatives to inhibit Kimchi fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(2), 257-263 (1995)
- Son, Y.M., Kim, K.O., Jeon, D.W. and Kyung, K.H.: The effect of low molecular weight chitosan with and without other preservatives on the characteristics of Kimchi during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(5), 888-896 (1996)
- Cha, B.S., Kim, W.J., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O.: Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of Kimchi (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(1), 109-119 (1989)
- Ryu, J.Y., Lee, H.S. and Rhee, H.S.: Changes of organic acids and volatile flavor compounds in Kimchi fermented with different ingredients (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**(2), 169-174 (1984)
- Baek, H.H., Lee, C.H., Woo, D.H., Park, K.H., Pek, U. H., Lee, K.S and Nam, S.B.: Prevention of pectinolytic softening of Kimchi tissue (in Korean). *Korean J. Food*

- Sci. Technol.*, **21**(1), 149-153 (1989)
12. Park, H.O., Kim, K.H. and Yoon, S.: A study of characteristics of pectinesterase, polygalacturonase and peroxidase in *Kimchi* materials (in Korean). *Korean J. Dietary Culture*, **5**(4), 443-448 (1990)
 13. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J.: Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-269 (1951)
 14. Yamamoto, T., Miyara, I., Yamamoto, S., Fujita, K. and Mizokami, K.: α -amylase of *Rhizopus niveus*: Its isolation and some enzymatic properties. *Denpun Kagaku*, **37**(3), 129-136 (1990)
 15. Yu, J.H.: Experiments in food science and engineering, Department of food engineering, Yonsei university (Ed.), Tamgudang, Seoul, Vol. 2, p. 476-478 (1984)
 16. Kim, J.A.: Studies on the purification and characterization of isoperoxidase A. *M.S. Thesis*, Yonsei Univ., Korea (1987)
 17. Yu, J.H.: Experiments in food science and engineering, Department of food engineering, Yonsei University (Ed.), Tamgudang, Seoul, Vol. 1, p.480-481 (1984)
 18. Kim, J.W., Park, E.S. and Yoon, S.: Characteristics of ascorbic acid oxidase in cucumber (in Korean). *Korean J. Nutr.*, **18**(4), 312-317 (1985)
 19. Ryu, B.M., Jeon, Y.S., Song, Y.S. and Moon, G.S.: Physicochemical and sensory characteristics of anchovy added *Kimchi* (in Korean). *Korean J. Nutr.*, **25**(3), 460-469 (1996)
 20. Giraud, E., Brauman, A., Keleke, S., Lelong, B. and Raimbault, M.: Isolation and physiological study of an amylolytic strain of *Lactobacillus plantarum*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **36**, 379-383 (1991)
 21. Nam, E.J., Oh, S.W., Jo, J.H., Kim, Y.M. and Yang, C. B.: Purification and characterization of alkaline protease from *saewoo-jeot*, salted and fermented shrimp (*Acetes japonicus*) (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(1), 82-89 (1998)
 22. Richardson, T. and Hyslop, D.B.: Enzymes, In *Food Chemistry*, Fennema, O.R. (Ed.), pp.371-476, Marcel Dekker, Inc., New York (1985)
 23. Cano, M.P., Ancos, B. and Lobo, G.: Peroxidase and polyphenoloxidase activities in papaya during postharvest ripening and after freezing/thawing. *J. Food Sci.*, **60**(4), 815-817 (1995)
 24. Food Composition Table, 5th ed., Rural Nutrition Institute, R. D. A. (1996)
 25. Lee, T.Y. and Lee, J.W.: The change of vitamin C content and the effect of galacturonic acid addition during *Kimchi* fermentation (in Korean). *Agric. Chem. Biotechnol.*, **24**, 139-144 (1981)
 26. Barman, T.E.: Enzyme handbook, Vol. 1., p.229, Springer-Verlag, New York (1985)
 27. Kanner, J., Harel, S. and Shalim, N.B.: Ascorbate oxidase in mature orange peel. *J. Food Sci.*, **46**, 1407-1409 (1981)
 28. Macholan, L. and Chmelikova, B.: Plant tissue-based membrane biosensor for L-ascorbic acid. *Analytica Chimica Acta*, **185**, 187-193 (1986)

(1998년 6월 8일 접수)