

부추첨가 김치의 발효과정 중 chitinase 활성과 조직감

김유경 · 이귀주

고려대학교 사범대학 가정교육과

Chitinase Activity and Textural Property of Leek Added *Kimchi* During Fermentation

Yoo-Kyung Kim and Gui-Chu Lee

Department of Home Economics, College of Education, Korea University

Abstract

Several ingredients of *kimchi* including chinese cabbage, garlic, leek, big green onion, and small green onion were assayed for their chitinase activities. *Kimchi* with various leek contents (4, 8, 12%) were fermented at 15°C for 9 days and the chitinase (EC 3.2.1.14) activity and textural properties were determined. The chitinase activity of the ingredients was in the order of garlic>leek>small green onion>chinese cabbage>big green onion. During fermentation, the chitinase activity of *kimchi* juice appeared more prominent than that of *kimchi* tissue, however, it was decreased in all *kimchi* samples among which the control sample showed a remarkable drop. The activity of chitinase in *kimchi* tissue increased until 3rd or 5th day of fermentation and then decreased. The puncture force of all *kimchi* samples decreased and those of leek-added *kimchi* were higher than those of control. The above results suggested that the addition of leek for *kimchi* preparation could contribute to the improvement of textural qualities of *kimchi* due to chitinase activities of leek during fermentation.

Key words: chitinase activity, textural property, leek-added *kimchi*, fermentation

I. 서 론

김치는 소금에 절인 배추나 무에 여러 가지 부재료와 향신료를 적절히 배합하여 발효시킨 우리나라 고유의 발효식품이다. 그러나 김치는 숙성이 진행됨에 따라 조직이 연화되고 품질변화를 가져와 독특한 맛을 잃게 된다. 김치조직의 연화는 주로 펙틴분해효소들에 의한 펙틴질의 분해에 의한^{1,3)} 이러한 김치조직의 연화를 방지하기 위하여 키토산첨가의 영향에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다^{4,7)}.

키토산의 원료가 되는 키틴은 주로 게, 조개, 새우등 갑각류의 껍질과 곤충류 등의 외부골격의 주요 구성성분으로써, N-acetyl-D-glucosamine이 β -1,4 결합으로 이루어진 고분자 탄수화물이다. 키틴 가수분해효소인 chitinase (EC 3.2.1.14)는 미생물^{8,9)}과 동물^{10,11)} 그리고 식물^{12,13)}에서 발견되며 주로 endo 형태이다. 특히 파의 chitinase¹⁴⁾는 pH 5와 50~55°C에서 최대활성을 나타내며 조리과정 중 키틴을 분해하는 능력으로 키토산을 생성하여 식품의 맛과 영양가를 향상시키는 것으로 알려져 있다. 이밖에 김

치발효과정 중 새우젓이 서서히 녹아 새우껍질이 없어지는 현상을 볼 수 있는데 이는 김치 국물 속에 들어있는 chitinase에 의해 새우껍질, 즉 키틴질이 분해된 것으로 생각되어진다.

한편 부추(*Leek*, *Allium tuberosum*)는 달래과에 속하는 다년생 초본으로 '溫腎固精'의 효과가 있으며 다른 녹색 채소에 비하여 단백질, 비타민A, B₂, C, 칼슘, 철 등의 영양소를 많이 함유하고 있고 독특한 향미성분인 유황화합물이 생선이나 육류의 냄새를 제거한다¹⁵⁾. 최근 연구에 따르면 부추의 메탄올 추출물이 발효말기의 김치의 연화와 부패여건을 조성하는 펙틴분해효소를 분비하는 효모의 생육을 초기에 억제함으로써¹⁶⁾ 효모에 의한 산패를 지연시킬 수 있어 부추의 메탄올 추출물이 김치의 조직감 향상에도 관련될 것으로 짐작된다. 한편 지금까지 김치 숙성과정 중 polygalacturonase, pectinesterase, Cx-cellulase, amylase 등¹⁷⁻¹⁹⁾의 여러 효소활성의 변화를 연구한 보고는 있으나 chitinase 활성변화에 대한 연구는 아직 미미한 실정이며 단지 파에서의 chitinase 활성²⁰⁾만이 연구되어졌다. 그러나 파는 대량으로 생산하는 공장김

치 제조시 손질이 많이 가는 경향이 있어 손질이 간편하고 계절의 풍미를 느낄 수 있는 부추, 미나리, 갯 등을 파 대신으로 사용하는 예가 점차 늘고 있다. 특히 부추는 생산량이 많아 실제 김치공장에서도 부재료로서의 사용빈도가 높아지고 있다.

따라서 본 연구에서는 수종의 김치재료에 chitinase 활성이 있는지를 확인하고 부추를 첨가한 김치를 제조하여 숙성과정 중 부추첨가량에 따른 chitinase 활성변화를 조사하였다. 또한 김치조직의 조직감을 측정하고 김치의 chitinase 활성과 조직감과의 상관관계도 알아보았다.

II. 재료 및 방법

1. 김치의 재료 및 담그기

본 실험에서 사용한 배추(강원, 중량 1.5~2 kg/포기), 부추(하남농협), 마늘 및 생강은 서울 중랑구 마그넷에서 신선한 것을 구입하여 사용하였으며, 고추가루(속유유통)는 한번에 구입하여 냉장고에 보관하면서 이용하였고 새우젓은 한성기업의 제품을, 식염은 천일염을 사용하였다. 배추는 다듬어 약 3x3 cm의 크기로 썰어 15% 소금물에 2시간 동안 절인 다음 수돗물로 2회 세척한 후 30분간 물기를 뺐다. 물 뺀 절인배추 200 g을 증류수 15 ml와 함께 Table 1의 비율로 배합하여 김치를 담은 후 폴리에틸렌 봉지에 잘 혼합하여 넣고 밀봉한 후 다시 플라스틱통에 담아 15°C의 항온기에서 9일간 저장하였다.

2. pH와 산도

각 시료구에서 김치액을 취하여 여과지(whatman No. 4)로 30분간 여과하여 얻은 여액 10 ml를 시료액으로 하여 pH meter(HANNA, HI8418)를 사용하여 pH를 측정하였다. 산도는 상기 시료액을 20배로 희석한 액을 10 ml 취하여 pH 8.3이 될 때까지 소비된 0.1 N NaOH 용액의 ml수를 구하여 젖산함량으로 표시하였다²¹⁾.

Table 1. Ingredient ratios of various kimchi % (w/w)

Ingredients	Control	LK4	LK8	LK12
Salted korean cabbage	100	100	100	100
Garlic	2	2	2	2
Red pepper powder	2	2	2	2
Ginger	1	1	1	1
Fermented shrimp sauce*	3.6	3.6	3.6	3.6
Leek	0	4	8	12

*unit: ml. Control, LK4: leek (4%) added kimchi, LK8: leek (8%) added kimchi, LK12: leek (12%) added kimchi.

3. 조효소액의 조제

김치시료를 김치조직과 김치액으로 분리하여 서 등²²⁾의 방법으로 조효소액을 추출하였다. 김치조직은 각 김치시료에서 파란 부분과 흰 부분을 동일하게 5g씩 취하여 0.02 M citrate buffer(pH 5.0) 30 ml에 넣고 블랜더로 균질화시킨 후 네점의 거즈로 걸렸다. 여액을 냉동원심분리기(centrifuge T-124, Kontron Ins.)를 사용하여 9,800xg에서 20분간 원심분리하여 그 상등액을 김치조직의 조효소액으로 사용하였다. 한편 김치액은 한점의 거즈에 거름 다음 9,800xg에서 원심분리한 상등액을 김치액의 조효소액으로 사용하였다.

4. Chitinase 활성

1) Colloidal chitin의 제조방법

Shimahara 등²³⁾의 방법에 의하여 colloidal chitin을 제조하였다. 42-mesh로 체친 키틴분말(성산종합화학) 20 g을 5°C 이하에서 800 ml 진한 HCl를 강하게 저으면서 천천히 가하였다. 키틴분말을 균일하게 분산시킨 후, 적당히 저으면서 37°C까지 천천히 가열하고 소량의 키틴이 아직 다 해리 되지 않은 상태에서 혼합액을 glass wool로 여과시킨 후 그 여액을 5°C 이하에서 8 l의 3차 증류수로 희석시켰다. 30분간 교반한 후 현탁액을 5°C 이하에서 하룻밤 방치한 후 다음날 상등액을 버리고 잔사를 흡입여과 시킨 후, 색깔이 맑을 때까지 세척하고 생성된 acid-free residue에 3차 증류수 500 ml를 가하여 colloidal chitin을 제조하였다.

2) Chitinase 활성 측정

Boller 등²⁴⁾의 방법에 의해 chitinase 활성을 측정하였다. 먼저 시험관에 colloidal chitin(100 mg/ml) 100 µl와 조효소액 100 µl 및 0.02 M acetate buffer(pH 5.0) 300 µl를 혼합하여 반응액을 제조한 다음 37°C의 수조에서 2시간 배양시킨 후 3분간 100°C의 끓는 물로 가열하였다. 반응액에서 200 µl를 취하여 40 µl의 almond glucosidase (Sigma Co.) 2U를 가한 후, 1시간 배양시킨 다음 100 µl 0.02 M borate buffer(pH 9.0)를 가하여 3분간 100°C에서 가열하였다. 가열된 용액을 냉각시킨 후 3 ml p-DMB(p-Dimethylaminobenzaldehyde, Sigma Co.)를 첨가하여 37°C에서 20분간 발색시킨 후 분광광도계(Spectronic 21D, Milton Roy)를 사용하여 585 nm에서 흡광도를 측정하였다. chitinase 활성은 1시간 동안 생성한 N-acetylglucosamine의 흡광도(585 nm)가 0.0002일 때를 1 unit으로 정의하였다.

5. 조직감의 측정

두께가 일정한 배추를 취한 후, TA-Xt Texture An-

alyser를 사용하여 3회 반복하여 침투관통력을 측정하였다. probe는 직경이 2 mm인 stainless steel rod를 사용하였으며 Load cell pressure는 50 kg full scale, Pre-test speed는 1.0 mm/sec Test speed는 2.0 mm/sec 그리고 Post-Test speed는 3.0 mm/sec로 하였다.

6. 통계처리

본 실험의 모든 자료는 3회 반복하여 평균값을 구하였으며 chitinase활성과 조직감과의 상관관계는 Window Spss 7.5 통계 package²⁵⁾를 이용하여 Pearson 상관계수를 구하여 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH와 산도 변화

부추 첨가량을 달리한 김치시료의 pH와 산도의 변화는 Fig. 1과 같았다. 4% 부추첨가구는 pH 6.56에서 pH 3.84로, 8% 부추첨가구는 pH 6.69에서 pH 3.96으로, 12% 부추첨가구는 pH 6.76에서 pH 4.01의 변화를 보여 부추 첨가량이 증가할수록 pH가 높게 나타났다. 한편 대조구의 pH 변화는 발효초기 pH 6.67에서 9일에 pH 3.80을 나타내었다.

대조구의 산도의 변화는 0일 산도가 0.18%에서 9일에는 1.26%으로 발효기간 내내 가장 높은 산도를 유지하였다. 한편 4% 부추첨가구는 산도가 0.18%에서 1.19%로, 8% 부추첨가구는 산도가 0.17%에서 1.05%로, 12%부추첨가구는 0.16%에서 0.98%로 각각 증가하여 부추첨가량이 증가할수록 산도의 증가폭이 낮음을 알 수 있었다.

2. 김치재료들의 chitinase 활성

김치의 주재료인 배추와 부재료로 사용되는 마늘, 부

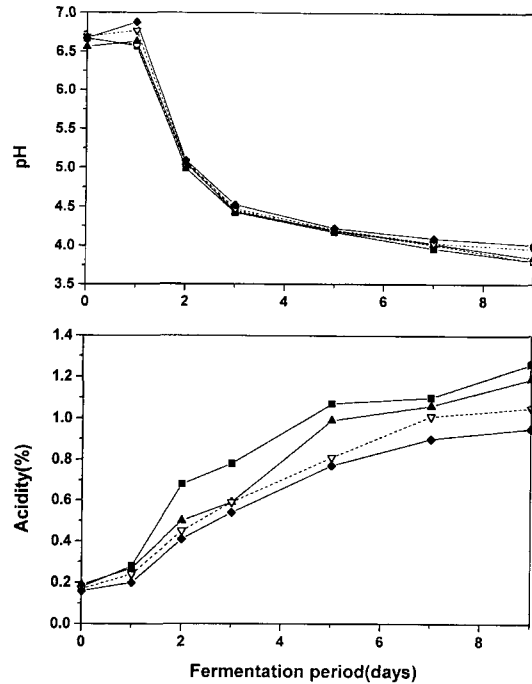


Fig. 1. Changes in pH and acidity of various kimchi samples during fermentation at 15°C. Control (■), LK4 (▲): leek (4%) added kimchi, LK8 (▽): leek (8%) added kimchi, LK12 (◆): leek (12%) added kimchi.

추, 대파, 쪽파로부터 조효소액(crude extract)을 얻어 chitinase 활성을 측정된 결과는 Fig. 2와 같았다. 대체적으로 향신료로 사용하는 파, 부추 그리고 마늘은 높은 chitinase 활성을 보였으며, 파는 푸른 잎부분이 파전체보다 높은 chitinase 활성을 보였다. 특히 대파보다는 쪽파가 2배 넘는 효소활성을 보였으며 푸른 잎부분이 파전

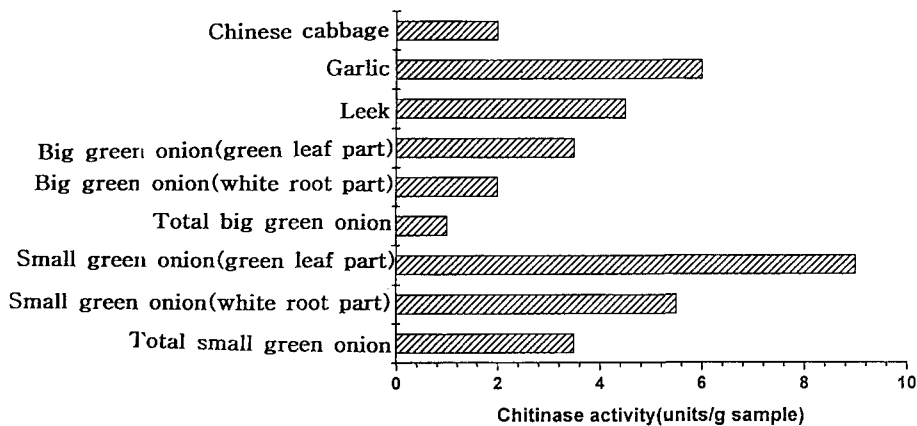


Fig. 2. The activity of chitinase from various kimchi materials.

체보다 chitinase 활성이 높게 나타났다. 마늘과 부추의 경우 g당 chitinase 활성을 살펴보면 각각 6 units과 4.5 units으로 2 units인 배추 보다 높은 chitinase 활성을 나타내었다. 주²⁰⁾는 식물의 chitinase 활성을 엽류(파, 썩갓, 깻잎, 오이잎, 콩각지)와 열매류(오이, 호박, 당근, 원두콩, 고추)로 구분하여 실험하였는데 대체로 엽류가 열매류의 2배에서 4배의 활성을 보였으며 chitinase 활성크기는 파, 썩갓, 깻잎, 오이잎, 고추, 콩각지순으로 나타났다고 보고하였다. 따라서 대부분 채소류가 주원료인 김치는 기본적으로 chitinase 활성을 지니고 있다고 할 수 있으며 그 효과를 기대할 수 있을 것으로 여겨진다.

3. 김치액의 Chitinase 활성

김치액의 chitinase 활성 변화는 Fig. 3(kimchi juice)과 같았다. 숙성이 진행됨에 따라 모든 시료에서 김치액의 chitinase 활성은 감소하였으며 시료구에 따라 숙성초기의 감소폭에 차이를 나타내었다. 즉 대조구는 숙성 3

일까지 급속히 감소하였으며 숙성기간 동안 가장 낮은 chitinase 활성을 나타내었다. 반면 부추첨가구들은 대조구에 비하여 대체로 chitinase 활성이 서서히 감소하였으며 숙성이 진행됨에 따라 부추첨가량에 따른 차이도 뚜렷해지는 경향을 보였다. 숙성 9일째 김치액의 m/당 chitinase 활성을 살펴보면 대조구 2.10 units<4% 부추첨가구 3.71 units<8% 부추첨가구 4.93 units<12% 부추첨가구 5.81 units 순으로 나타나 부추첨가량이 많을수록 chitinase 활성이 높게 나타났다. 박²⁶⁾의 연구에 따르면 김치조제 직후의 김치국물 내 효소활성의 증가는 김치조직의 손상으로 인하여 김치고형분에서 국물로의 유출결과이며 이후 감소현상은 김치의 숙성이 증가됨에 따른 활성 현상으로 설명하였다. 특히 새우젓은 키틴을 많이 함유하고 있는 갑각류인 새우를 발효시킨 식품으로서 발효과정 중의 chitinase 활성에 관여할 것으로 생각되어진다.

4. 김치조직의 Chitinase 활성

김치조직으로부터 조효소를 추출하고 chitinase 활성변화를 측정된 결과는 Fig. 3(kimchi tissue)과 같았다. 김치조직에서의 chitinase 활성은 김치액 chitinase 활성변화와는 달리 숙성이 진행됨에 따라 서서히 증가하여 최대활성을 보인 후 감소하였으며 처리구에 따라 최대활성에 도달하는 시기에 차이를 보였다. 즉 대조구와 4% 부추첨가구는 숙성 3일에 최대 chitinase 활성을 보인 반면, 8% 부추첨가구와 12% 부추첨가구는 숙성 5일에 가장 높은 chitinase 활성을 나타내었다. 시료간의 chitinase 활성은 김치액에 비해 차이는 미미하였으나 숙성 9일의 김치조직 g당 chitinase 활성을 살펴보면 대조구 0 unit<4% 부추첨가구 0.42 units<8% 부추첨가구 0.75 units<12% 부추첨가구 1 units으로 chitinase 활성크기를 보여 부추 첨가량이 많을수록 chitinase 활성도 커짐을 알 수 있었다. 그리고 김치액에서의 chitinase 활성과 비교해보면 김치조직이 월등히 낮게 나타났으며 각 김치시료간의 효소활성의 차이도 김치액에서 보다 미미하게 나타났다. 김치숙성과정 중의 chitinase 활성에 관한 연구는 보고된 바 없으나 박²⁷⁾의 연구에 따르면 토하 겹질을 구성하는 토하 chitin이 토하젓의 숙성과정 중 chitinase에 의해 가수분해되어 저분자의 chitin oligosaccharides을 생성한다고 보고하였다. Chitin oligosaccharides 및 chitosan은 분자내 -NH₃⁺의 존재로 다가 양이온의 성질을 지니게 되어 유리 카르복실기에 의해 다가 음이온의 펙틴분자와 복합체를 형성하므로서 김치조직의 연화를 방지하는 것으로 알려져있다²⁸⁾.

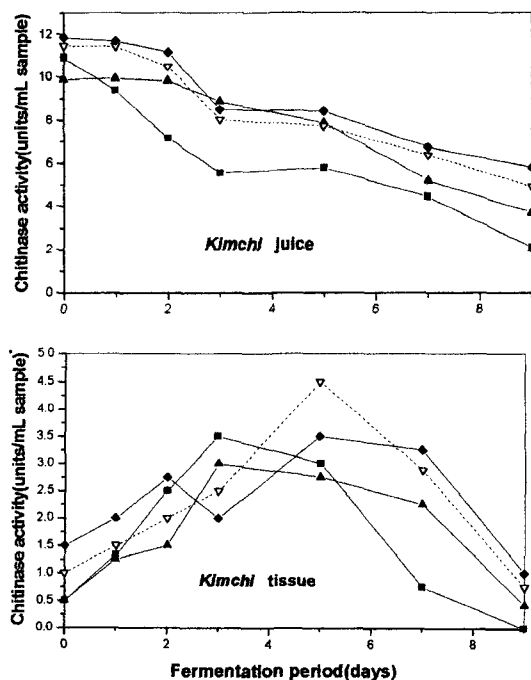


Fig. 3. The activities of chitinase in kimchi tissue and kimchi juice of leek added kimchi samples during fermentation at 15°C.

Control (■), LK4 (▲): leek (4%) added kimchi, LK8 (▽): leek (8%) added kimchi, LK12 (◆): leek (12%) added kimchi. *In the case of kimchi tissue, 10 g of kimchi tissue were blended with 30 ml of citrate buffer (0.02 M, pH 5.0) and the homogenate was filtrated. The supernatant was used as the source of chitinase activity after filtration.

5. 조직감의 변화

침투시험(puncture test)은 탐침이 시료를 침투할 때

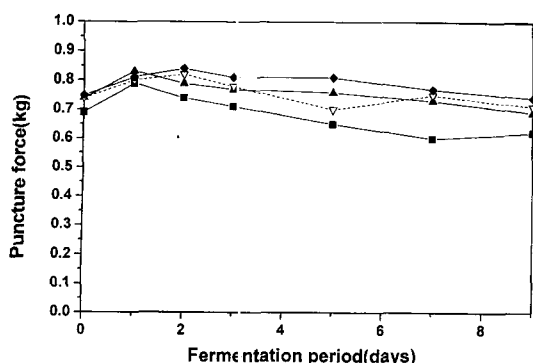


Fig. 4. Changes in puncture force of various kimchi samples during fermentation at 15°C.

Control (■), LK4 (▲): leek (4%) added kimchi, LK8 (▽): leek (8%) added kimchi, LK12 (◆): leek (12%) added kimchi.

필요한 힘의 크기를 측정함으로써 식품의 단단한 정도를 나타내는 지표이다. 부추 첨가량을 달리한 김치시료의 침투관통력의 변화는 Fig. 4와 같았다. 모든 김치시료의 침투관통력은 0.60~0.82 kg의 범위로 숙성초기에는 약간 증가하나 숙성이 진행됨에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보였다. 대조구는 담금 초기 0.69 kg에서 1일에는 약간 증가하여 0.79 kg를 나타내다 9일에는 0.61 kg로 감소하였으며 숙성기간 동안 가장 낮은 침투관통력을 보였다. 부추첨가구의 경우는 침투관통력이 유사하였으나 대체적으로 부추의 첨가량이 증가할수록 다소 높은 침투관통력을 나타내었다. 즉 4% 부추첨가구와 8% 부추첨가구 그리고 12% 부추첨가구의 9일째의 침투관통력은 각각 0.69 kg, 0.71 kg, 0.73 kg을 나타내었다. 류 등³⁾과 안 등⁵⁾은 각각 키토산첨가구와 멸치가루첨가구 그리고 생멸치첨가구가 무첨가구에 비해 다소 높은 침투관통력을 보였으며 이는 숙성말기에 두드러졌다고 보고하였다.

6. Chitinase 활성과 조직감과의 상관관계

김치의 숙성과정 중의 김치액과 김치조직에서의 chitinase 활성과 침투관통력으로 측정된 김치의 조직감과의 상관관계를 살펴본 결과는 Table 2와 같았다. 김치액의 chitinase 활성은 대조구는 상관계수가 0.760($P < 0.05$)과 4% 부추첨가구의 상관계수는 0.756($p < 0.05$)으로서 부추첨가에 따라서 유의적인 상관을 나타낸 반면 부추첨가량에 따른 차이는 미미하게 나타났다. 김치조직의 chitinase 활성에서 모든 김치시료가 유의적인 차이를 나타내지 못함으로써 김치숙성 중의 chitinase 활성이 김치조직보다는 김치액과 좀더 깊은 상관관계가 있음을 짐작할 수 있다.

Table 2. Correlation coefficients between texture parameter and chitinase activity

Puncture force	Activity of chitinase		
	Kimchi samples	Kimchi juice	Kimchi tissue
Control		0.760*	0.303
LK4		0.756*	0.231
LK8		0.154	-0.240
LK12		0.272	0.579

**($p < 0.01$), *($p < 0.05$).

Control, LK4: leek (4%) added kimchi, LK8: leek (8%) added kimchi, LK12: leek (12%) added kimchi.

IV. 요약

김치재료들의 chitinase 활성을 측정하고, 부추의 첨가량을 달리한 김치를 제조하여 15°C에서 9일간의 숙성과정 중 김치의 chitinase 활성과 조직감의 변화를 측정된 결과는 다음과 같았다.

김치의 주요 재료들은 쪽파(특히 잎부분) > 미늘 > 부추 > 대파(특히 잎부분) 순으로 chitinase 활성을 나타내었다. 김치숙성 중의 chitinase 활성은 김치액이 김치조직 보다 월등히 높게 나타났으며 각 김치시료간의 효소활성 차이도 김치액에서 더 뚜렷하게 나타났다. 김치액에서의 chitinase 활성은 숙성이 진행됨에 따라 점차적으로 감소한 반면, 김치조직에서의 chitinase 활성은 숙성 3일 또는 5일까지 증가한 후 감소하였다. 그러나 김치조직과 김치액 모두에서 대조구보다 부추첨가구가 더 높은 chitinase 활성을 나타내었으며 부추첨가구에서는 부추첨가량이 증가할수록 높은 chitinase 활성을 보였다. 숙성이 진행됨에 따라 모든 시료구에서는 김치조직의 침투관통력은 감소하였으며 부추첨가량에 따른 차이는 미미하였으나 대조구가 숙성 전 기간동안 가장 낮은 침투관통력을 보였다.

이상의 결과를 종합해보면 부추첨가는 김치 숙성 중 부추의 chitinase 활성에 의해 새우젓 등의 키틴질을 분해하여 chitosan을 형성하므로써 김치의 조직을 향상시키는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 이희섭, 이귀주: 무의 염장과정 중 조직감의 변화에 대한 예열처리 및 chitosan 첨가효과. 한국식생활문화학회지, 9(1): 53(1994).
2. 이귀주: 김치의 숙성과정 중 조직감의 변화. 동아시아 식생활학회지, 5(3): 359(1995)
3. 류복미, 전영수, 문갑순, 송영선: 멸치 첨가 김치의 숙성 중 펙틴 함량, 효소 활성, 조직감과 미세구조의 변화. 한

- 국영양식량학회지, **25**(3): 470(1996).
4. Uchida, Y. and Izume, M.: Purification & enzymatic properties of chitosanase, No 7-M, Bull. Fac. Agr. Saga Unive, **66**: 105(1984).
 5. 안선정, 이귀주: 김치의 발효과정 중 펙틴질과 조직감의 변화에 대한 것갈과 Chitosan 첨가의 영향. 한국조리과학회지, **11**(3): 309(1995).
 6. 손유미, 김광옥, 전동원, 경규향: Chitosan과 다른 보존제 첨가에 따른 김치의 저장성 향상. 한국식품과학회지, **28**(5): 888(1996)
 7. 조옥기: 김치 보존성 증진을 위한 한약재와 chitosan의 이용에 관한 연구. 대구효성카톨릭대학교대학원 석사학위논문(1998).
 8. Roberts, R.L. and Cabib, E.: *Anal. Biochem.*, **127**: 402(1982).
 9. Correa, J.U., Elango, N., Polacheck, I. and Cabib, E.: *J. Biol. Chem.*, **257**: 1392(1982).
 10. Pegg, G.F.: *Methods in Enzymol* **161**, 484. Academic Press, San Dieg (1988).
 11. Roberts, W.K. and Selitrennikoff, C.P.: *Biochem. Biophys. Acta*, **880**: 1 161(1986).
 12. Repka-V: Intracellular and extracellular isoforms of Pr-3 class chitinase in virus-infected cucumber plants. *Acta virologica*, **41**(2): 71(1997).
 13. 홍순강: 강남콩잎에서 ethylene을 처리하여 유도한 chitinase와 E.coli에서 발 견된 Ribonucleas T₁의 생화학 적 연구. 전북대학교대학원 박사학위논문(1993).
 14. Kim Yeong Shik, Ju Sun Hee and Lee Eun Bang: Purification an Characterization of Chitinase from Green Onion. *Korean Biochem. J.*, **25**(2): 171(1992).
 15. 한국영양학회: 식품영양소 함량자료집. 한국영양학회 부설 영양정보센타(1998).
 16. 김선재, 박근형: 부추추출물의 김치발효 지연 및 관련 미 생물 증식억제. 한국식품과학회지, **27**(5): 813(1995).
 17. 김현정, 이정진, 최미정, 최신양: 김치원료의 amylase, protease, peroxidase, ascorbic acid oxidase 활성. 한국 식품과학회지, **30**(6): 1333(1998).
 18. 오영애, 김순동: 배추의 소금절임과 김치숙성 중 효소류의 활성변화. 한국식품영양과학회지, **26**(3): 404(1997).
 19. 이홍열, 정순택, 박현진: 오이장아찌 제조중 경도, 칼슘 함량, polygalacturonase 및 pectinesterase 활성 변화에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **24**(5): 796(1995).
 20. 주선희: 식용파로부터 Chitinase 및 β -N-acetylglucosaminidase의 정제와 특 성에 관한 연구, 덕성여자대학교대 학원석사학위논문(1991).
 21. A.O.A.C.: *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., p. 988(1995).
 22. 서동철, 정승민, 이주영, 김영식, 정진호: 파(*Allium fistulosum*)에 의한 혈소판 응집 억제작용. *J. of Food Hygiene and Safety*, **11**(4): 273(1996).
 23. Shimahara. K. and Takiguchi, Y.: *methods in enzymol*, **161**, 417, Academic Press, San Diego(1988).
 24. Thomas boller and felix mauch: *Methods in enzymol*, **161**, 430. Academic press, San Diego(1988).
 25. 박영술: (윈도우용 SPSS) 통계분석. 자유아카데미, 서울 (1997).
 26. 박희옥, 김유경, 윤 선: 김치숙성과정 중 Enzyme System에 관한 연구. 한국조 리과학회지, **7**(4): 1(1991).
 27. 박원기, 박영희, 김희경, 박복희: 토하짓의 숙성과정 중 chitin oligosaccharide 생성. 한국식품영양과학회지, **25**(5): 791(1996).
 28. Kuwahara, Y., Otsuka, N. and Manabe, M.: Effects of pectin, pullulan, chitosan on texture and pectin components of cucumber pickles. *Nippon Shokohin Kogyo Gakkaishi*, **35**(11): 776 (1988).

(1999년 2월 19일 접수)