

## Pectinesterase 주입처리에 의한 김치조직의 연화방지

羅一誠\* · 권기성 · 박관화

서울대학교 식품공학과 농업생물신소재연구센터

### Infusion of Pectinesterase for Preventing Softening of *Kimchi* Tissue

Yih-Cherng Lui\*, Kisung Kwon and Kwan-Hwa Park

Department of Food Science and Technology and Research Center for  
New Bio-Materials in Agriculture, Seoul National University

\*The National Assembly, Taipei, the Republic of China

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of infusion of pectinesterase (PE) along with preheating treatment in  $\text{CaCl}_2$  solution on softening of *kimchi* tissue. Preheating treatment showed preventive effect on softening of *kimchi* tissue. Especially, the preheating in the presence of PE was more effective in preserving firmness of both stem and leaf. As for effect of PE infusion by vacuum treatment, a maximum crispness was obtained from the vacuum-treated stems in 0.05 M  $\text{CaCl}_2$  solution containing PE. The crispness of all the samples decreased during fermentation and the PE-infused samples by vacuum treatment showed higher crispness than the control until the fourth day of fermentation.

Key words: *kimchi*, pectinesterase, crispness

#### 서 론

완숙기가 지난 김치는 김치의 발효에 관여하는 미생물 및 효소에 의해 점차 연화되는데 이 연화현상은 김치의 상품성을 저하시키는 주요 요인이다. 지금까지 보고된 자료에 의하면 김치의 연화현상은 식물조직 내에 존재하는 펙틴질 (pectic substance)의 분해가 가장 큰 원인으로 밝혀져 있으며<sup>(1-5)</sup>, 이에 관여하는 효소로는 식물조직 내에 존재하는 polygalacturonase (PG)<sup>(1)</sup>와 pectinesterase (PE)가 있는데, PG는 유리 카르복실기가 존재하는 펙틴 물질을 분해하여 직접적으로 식물조직을 연화시키는 것으로 펙틴중의 메톡실기를 분리시켜 유리카르복실기를 형성하는 역할을 한다<sup>(6,7)</sup>. 그러므로 식물조직의 연화조절을 방지하려면 PG의 작용을 억제시키는 반면, PE를 활성화시킴으로써, 펙틴이  $\text{Ca}^{2+}$  이온과 cross-linkage를 형성하게 하여야 하는 것으로 알려져 있다<sup>(8,9)</sup>. 또한  $\text{CaCl}_2$  첨가에 의하여 PG의 작용을 억제시킴과 동시에 PE를 활성화시키는 조건하에

서, 예비열처리에 의해 김치조직의 경도를 증진시킬 수 있다는 것이 알려져 있다<sup>(10-12)</sup>. 이에 본 연구에서는 PE효소의 주입이 김치의 조직 연화 현상에 미치는 영향을 알아보기 위해서 감압전처리에 의한 PE효소의 배추조직으로의 침투효과 및 연화방지효과를 조사하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

배추는 10-11월중 시중에서 판매되는 품질이 우수한 것으로 선별하여 사용하였으며, 김치제조시 사용된 양념류의 배합은 羅<sup>(13)</sup>의 방법에 따라 하였다. Pectinesterase (PE)는 Sigma제품을 사용하였다.

##### Pectinesterase의 주입처리

배추의 줄기와 잎사귀 부위를 구별하여 절단후 다시 이 시료를 각기 2등분씩 4등분한 후 줄기 및 잎사귀 부위에서 시료를 절취하여 증류수 또는 0.05 M  $\text{CaCl}_2$  및  $\text{CaCl}_2$ 와 PE (1.2 unit) 효소의 혼합액이 담긴 비이커에 시료를 각각 넣고(혼합액 : 배추=2 : 1) 50°C

Corresponding author: Kwan-Hwa Park, Department of Food Science and Technology, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

항온수조에서 1시간 30분간 처리하였다.

또한 별도로 분취한 시료를 진공 데시케이터내에서 1시간 30분간 감압하여 배추조직 액포내의 공기를 뽑아낸 후, 상기에서와 같이 PE를 감압상태에서 주입 전처리 하였다.

### 발효과정중 김치의 경도변화

발효시간에 따른 연화정도를 조사하기 위해 실험용 배추시료를 진공 데시케이터에서 감압처리하여 탈기한 후 15% 식염수 중에 약 2시간 침지후 2회 세척하여 김치를 제조하였다. 김치를 제조한 후 4-8°C 냉장고에 저장하여 김치숙성기간에 따른 경도의 변화를 비교하여 보았다. 대조구로서는 감압처리 하지 않은 상태에서 상기와 동일한 방법으로 제조한 김치를 사용하였다.

### 경도 측정

경도는 안 등<sup>(14)</sup>의 방법에 따라 Instron Universal Test Machine (Model 1000)으로 측정하였으며, 측정 조건은 plunger diameter 0.93 cm, crosshead speed 100 mm/min, chart speed 200 mm/min로 하였으며 force range는 줄기의 경우 10 kg, 잎사귀의 경우 5 kg으로 하였다. 경도는 초기 기울기로 표시하였으며 시료를 각 5개씩 채취하여 잎맥이 없는 부분에 대해 puncture test를 하여 이상치를 제외한 평균값을 측정값으로 하였다. 시료는 열처리 직후에 저장시간을 줄이기 위해 0.4 M NaCl 용액에서 15분간 끓인 후 경도를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

Pectinesterase 주입 및 예비열처리에 의한 배추조직의 경도변화

배추의 잎과 줄기를 따로 분리하여 각 시료를 각각 증류수 또는 0.05 M CaCl<sub>2</sub> 용액 및 CaCl<sub>2</sub>에 효소를 첨가한 용액중에 침지하여 1시간 30분간 끓인 후 경도를 측정하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 CaCl<sub>2</sub> 용액 중에서 예비열처리한 시료(B)는 증류수 중에서 열처리하지않은 대조군(A)에 비해 줄기는 약 50% 이상 경도가 증가하였으며 잎사귀의 경우는 약 4-5배 증가하여 예비열처리 및 CaCl<sub>2</sub>에 의한 연화억제 효과를 얻을 수 있는 것을 알 수 있었다. 예비열처리가 연화방지에 효과적이며 CaCl<sub>2</sub> 첨가가 상승효과를 주는 것으로 알려져 있다<sup>(12)</sup>. 또한 CaCl<sub>2</sub>용액에 PE 효소를 첨가한 경우(C), 줄기 및 잎사귀 모두에서 경도가 더욱 증가하

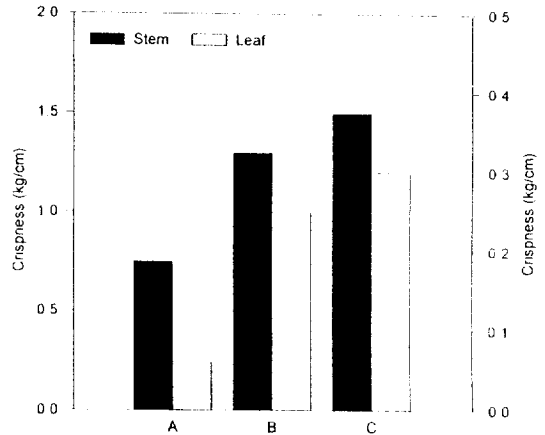


Fig. 1. Effect of pectinesterase on the crispness of Chinese cabbage A: Control, 1.5 hr in distilled water, B: Preheating at 5°C in 0.05 M CaCl<sub>2</sub> solution for 1.5 hr, C: Preheating at 50°C in 0.05 M CaCl<sub>2</sub> solution containing 1.2 unit/ml pectinesterase for 1.5 hr

Table 1. Effect of pectinesterase infusion on the crispness of Chinese cabbage

Sample	Crispness (kg/cm)	
	Control	Vacuum treatment <sup>1)</sup>
Stem A <sup>2)</sup>	0.749 ± 0.281	1.216 ± 0.151
B <sup>3)</sup>	1.314 ± 0.097	1.488 ± 0.132
C <sup>4)</sup>	1.499 ± 0.144	1.629 ± 0.065
Leaf A	0.061 ± 0.018	0.051 ± 0.009
B	0.257 ± 0.048	0.211 ± 0.051
C	0.301 ± 0.088	0.256 ± 0.059

<sup>1)</sup>Pectinesterase-infused A-C samples after vacuum treatment

<sup>2)</sup>Without preheating in distilled water

<sup>3)</sup>Preheat treatment (50°C) in 0.05 M CaCl<sub>2</sub> for 1.5 hr

<sup>4)</sup>Preheat treatment (50°C) in 0.05 M CaCl<sub>2</sub> for 1.5 hr containing 1.2 unit/ml pectinesterase

여 상승효과를 나타내었다. 이와같은 사실은 PE작용에 의해 펙틴의 유리카복실기가 생성되어 Ca<sup>2+</sup>이온과 cross-linkage를 형성하여 경도가 증가된 것으로 생각된다.

### Pectinesterase 의 감압침투

배추조직내로 효소의 침투가 용이하지 않은 것으로 추정되어 효소의 용이한 침투를 유도하고자 배추시료를 진공 데시케이터내에서 2시간 감압처리하여 배추조직 액포내의 공기를 탈기한 후, 다시 CaCl<sub>2</sub> 용액 및 CaCl<sub>2</sub>에 효소를 첨가한 용액에서 예비열처리하였다. 약 0.4 M NaCl 용액에서 15분간 끓인 후 경도를 측정 한 결과는 Table 1에 나타난 바와 같이, 잎사귀 부분에서는 경도에 별다른 변화가 없었으나 줄기부분의 경

**Table 2. Changes in the crispness of kimchi produced from pectinesterase-infused Chinese cabbage by vacuum treatment during fermentation at 4°C**

Storage day	Crispness (kg/cm)			
	Stem		Leaf	
	Control	Vacuum	Control	Vacuum
0	2.463 ± 0.348	2.748 ± 0.316	0.236 ± 0.005	0.306 ± 0.052
4	1.916 ± 0.163	2.284 ± 0.121	0.199 ± 0.005	0.242 ± 0.017
7	1.631 ± 0.081	1.939 ± 0.326	0.140 ± 0.018	0.159 ± 0.025
12	1.587 ± 0.317	1.683 ± 0.506	0.139 ± 0.031	0.150 ± 0.021

우 감압처리 후 효소주입처리한 시료들은 모두 경도가 증가하였다. 특히 CaCl<sub>2</sub> 용액중에서 감압 및 예비열처리한 후 효소를 주입한 시료(C)의 경도가 가장 높은 것으로 나타나 감압침투에 의한 PE의 주입이 연화방지에 상승효과를 나타내었다.

#### Pectinesterase 주입처리한 김치의 발효과정중 경도 변화

감압 전처리하고 효소를 주입처리한 배추와 전처리하지 않고 효소를 주입처리한 배추(대조군)에 동일한 양념을 첨가하여 김치를 제조하여 김치숙성기간에 따른 경도의 변화를 비교하여 보았다. 그 결과 Table 2에서와 같이 모든 시료에 있어서 숙성기간에 따라 경도는 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 시료간의 경도를 비교한 결과 김치제조 4일째까지는 줄기 및 잎사귀 모두 감압 효소주입처리한 시료에서 감압처리하지 않은 시료보다 경도가 높았으며, 숙성기간이 경과될수록 증가효과가 점차 감소하여, 숙성 12일 후에는 경미한 차이를 나타내었다. 이는 배추에 주입된 pectinesterase 효소의 농도가 김치의 연화방지와 관련이 있음을 나타내는 것이다.

## 요 약

배추조직의 연화방지를 위해 0.05 M CaCl<sub>2</sub> 용액중에서 배추의 예비열처리와 pectinesterase 주입전처리 및 효소의 침투를 용이하게 하기 위한 감압처리의 효과를 조사하였다. CaCl<sub>2</sub> 용액중 예비열처리에 의해 줄기는 약 50% 이상 경도가 증가하였고, 잎사귀의 경우는 약 4-5배 증가하였으며, PE 효소를 첨가한 경우 줄기 및 잎사귀 모두에서 경도가 더욱 증가하여 상승효과를 나타내었다. 배추를 감압처리한 후 효소를 주입

처리한 경우, 잎사귀 부분에서는 별다른 변화가 없었으나 줄기부분의 경우 감압처리후 효소주입처리한 시료들은 모두 경도가 증가하였으며, 저장시험에 따르면 김치제조 4일째까지 경도유지 효과가 있었으나 그 후 점차 감소하였다.

## 감사의 글

본 연구는 농업생물신소재연구센터의 지원으로 수행하였으며, 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. McCready, R.M. and McComb, E.A.: Pectic constituents in ripe and unripe fruit. *Food Res.*, **19**, 530 (1954)
2. Sterling, C. and Kalb, A.J.: Pectic changes in peach during ripening. *Bot. Gaz.*, **121**, 111 (1959)
3. Shewfelt, A.L.: Changes and variations in the pectic constitution of ripening peaches as related to product firmness. *J. Food Sci.*, **30**, 537 (1965)
4. 이용호, 이혜수: 김치의 숙성과정에따른 pectin질의 변화. *한국식품과학회지*, **2**, 53 (1985)
5. 김우정, 구경형, 조한옥: 김치의 절임 및 숙성과정중 물리적 성질의 변화. *한국식품과학회지*, **20**, 483 (1988)
6. Bueschor, R.W., Hudson, J.M. and Adams, J.R.: Inhibition of polygalacturonase softening of cucumber pickles by calcium chloride. *J. Food Sci.*, **44**, 1786 (1979)
7. Drake, S.K. and Spayd, S.E.: Influence of calcium treatment on golden delicious apple quality. *J. Food Sci.*, **48**, 403 (1983)
8. 고영환, 박관화: Purification and characterization of Chinese cabbage pectinesterase. *한국식품과학회지*, **16**, 235 (1984)
9. 정태규: Purification of Chinese cabbage polygalacturonase and its enzymic characteristics. 서울대학교 석사학위논문 (1991)
10. 육철, 장금, 박관화, 안승요: 예비열처리에 의한 무우김치의 연화방지. *한국식품과학회지*, **17**, 477 (1985)
11. 전혜경, 장학길, 박관화, 백형의: 열처리에 의한 오이지의 연화방지에 관한 연구. *농시 논문집*, **28**, 158 (1986)
12. 백형의, 이창희, 우덕현, 박관화, 백운화, 이규순, 남상봉: 펙틴분해효소를 이용한 김치조직의 연화방지. *한국식품과학회지*, **21**, 149 (1989)
13. 羅 誠: 김치 저장성과 품질 개선을 위한 연구. 서울대학교 석사학위논문 (1993)
14. 안장우, 백형희, 박관화: 배추 김치조직의 경도측정. *한국식품과학회 제 38차 학술발표회 초록* (1987)

(1995년 12월 18일 접수)