

무의 염장과정 중 조직감의 변화에 대한 예열처리 및 Chitosan 첨가효과

이희섭* · 이귀주

고려대학교 사범대학 가정교육과

*한림전문대학 여성교양과

(1994년 2월 7일 접수)

Effects of Preheating Treatment and Chitosan Addition on the Textural Properties of Korean Radish during Salting

Hee Seoup Rhee* and Gui Ju Lee

Department of Home Economics, College of Education, Korea University

**Department of Liberal Art of Women, Hallym Junior College*

(Received February 7, 1994)

Abstract

This study was attempted to investigate the effects of preheating treatment and chitosan addition on the textural properties of Korean radish during salting. For this study, we determined the changes in textural properties by compression, puncture, cutting tests respectively and the changes in pectin fractions were also determined. Sensory parameters such as hardness, crispness and toughness were evaluated by sensory analysis and their results were correlated with those by Instron. The results were as follows. The compression force of nonpreheated Korean radish was increased by chitosan addition, whereas that of preheated one was decreased during salting. The puncture force from all the samples of Korean radish decreased, however, chitosan addition showed higher puncture force. The cutting force of nonpreheated Korean radish increased during salting and those from nonpreheated and preheated ones were increased by chitosan addition. During salting hot water soluble pectin(HWSP) of nonpreheated Korean radish increased and 0.4% Na-hexametaphosphate soluble pectin(HXSP) and 0.05 N-HCl soluble pectin(HCISP) decreased respectively. However, HXSP was decreased by preheating treatment. On the contrary, the results were reversed by chitosan addition. Hardness and crispness of nonpreheated Korean radish decreased and toughness increased respectively during salting. However, toughness was decreased by preheating treatment and hardness was increased by chitosan addition. Compression and puncture forces were highly correlated with sensory parameters such as hardness and crispness, whereas cutting force was more correlated with toughness. From these results, it seems that the textural properties were improved by chitosan addition in both nonpreheated and preheated Korean radish. The preheating treatment was effective in the early stage of salting. However, combination of both treatments showed little effect during salting.

I. 서 론

식물 조직의 연화 현상은 pectin esterase(PE)와 polygalacturonase(PG)에 의하여 촉진되는 펙틴질의 성상 변화가 주요인으로 알려져 있다¹⁾. 지금까지 연화현상을 방지하기 위해서 PG의 불활성화와 PE의 활성화 방법이 행하여져 왔는데 이를 위하여 적당한 양의 NaCl의

첨가, CaCl₂의 첨가, 예열처리 및 CaCl₂ 첨가의 병용이 이용되어 왔다²⁻¹¹⁾. 연화현상에 대한 NaCl의 효과에 대해서 Bell 등²⁾은 NaCl을 첨가하지 않은 경우 효소처리된 오이의 정도는 매우 낮았으나 NaCl 농도가 증가할수록 효소처리된 오이의 정도가 높게 나타났다고 하였으며 이러한 결과는 Buescher³⁾의 연구에서도 확인되었다. 또한 Ca²⁺은 펙틴질과 금속가교를 통하여

Ca-pectate를 형성함으로써 연화현상을 억제할 뿐만 아니라 식물조직의 경도를 향상시키는 효과가 있는 것으로 나타났다^{4,5}. 반면에 Na^+ 이나 K^+ 와 같은 1가 양이온들은 펙틴분자 내의 Ca^{2+} 과 이온교환작용으로 Ca^{2+} 에 의한 조직감 향상 효과를 억제하고, 펙틴의 β -elimination을 가속화시켜 연화현상을 촉진하는 것으로 보고되었다⁶. 또한 Bartolome⁷ 등과 Takaaki 등⁸은 $55^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ 의 CaCl_2 용액에서 2시간 예열처리를 하여 감자조직과 무조직을 단단하게 할 수 있는 기구를 제시하였으며 이러한 연구 결과는 Lee⁹, 윤 등¹⁰, Mcfeeter¹¹ 등에 의해서도 확인되었다. 한편, Kuwahara 등¹²은 분자 내에 N-acetyl 기를 지닌 천연다당류인 chitosan이 CaCl_2 를 첨가했을 때와 마찬가지로 오이 피클의 조직감을 향상시킨다고 하였다.

이에 본 연구에서는 염장과정 중 무의 조직감을 향상시키기 위하여 3% 소금용액에서 무의 염장과정 중 예열처리 및 chitosan의 첨가가 조직감의 변화에 미치는 영향을 압착시험, 침투관통시험, 절단시험으로 알아 보았다. 또한, 염장과정 중 무의 펙틴질함량의 변화와 관능적 성질을 조사하고 무의 조직감에 대한 기계적 측정치와 관능검사와의 상관관계도 알아 보았다.

II. 실험 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 무는 전보¹³와 같이 일정한 크기의 slice를 제조하여 사용하였다.

2. 예열처리 및 무의 염장

실험군은 대조군, chitosan 첨가군으로 나누고 각 실험군을 다시 비 열처리군과 열처리군으로 나누었다. 각 실험군의 열처리군은 무 slice를 3% NaCl 용액(대조군)과 0.5% chitosan 용액이 되도록 chitosan을 첨가한 3% NaCl 용액(chitosan 첨가군)이 담긴 비이커에 넣고 $55^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 로 조절된 수조에서 1시간 동안 열처리를 한 다음 냉각시켰다¹⁰. 본 실험에 사용한 chitosan 용액은 1% 아세트산을 사용하여 제조하였으며¹⁴ chitosan 용액의 농도는 예비실험을 통하여 0.5% chitosan 용액을 사용하였다. 이상과 같이 처리된 시료는 무와 담금액의 비율을 1:1(w/v)로 하여 전보¹³와 같은 방법으로 하여 염장하였다.

3. 조직감의 측정

무의 조직감은 Instron 1011을 사용하여 압착시험(compression test)과 침투관통시험(puncture test) 및 절단시험(cutting test)을 실시하였다. Instron의 조작조건은 전보¹³와 같다. 침투관통시험에는 직경이 0.96

cm인 탐침을 사용하였다.

4. 펙틴질의 측정

무로부터 알코올 불용성 고형분(AIS)을 제조하고 AIS로부터 펙틴질의 분획 및 측정은 전보¹³와 같은 방법으로 하였다.

5. 관능검사

관능검사는 각기 달리 처리된 무의 단단한 정도(hardness), 아삭아삭한 정도(crispness), 질긴 정도(toughness)의 조직감 특성을 채점법(scoring test)으로 측정하였다. 조직감 측정치는 생무 4점을 기준으로 하고, '가장 좋다' = 7점, '대단히 좋다' = 6점, '약간 좋다' = 5점, '보통이다' = 4점, '약간 나쁘다' = 3점, '대단히 나쁘다' = 2점, '가장 나쁘다' = 1점 등으로 평가하도록 하였다¹⁵.

6. 통계처리

본 실험의 모든 data는 Generalized Linear Interactive Modelling System(GLIM)과 Minitab 등의 통계 package를 이용하여 F-test를 통하여 유의성을 검증하고, 각각의 요인들간의 관계는 상관계수를 구하여 비교하였다¹⁶.

III. 결과 및 고찰

1. 무의 조직감에 대한 Chitosan 농도의 영향

Table 1으로부터 chitosan의 농도가 증가할 수록 무의 침투관통력과 절단력이 증가하여 0.5% chitosan 농도에서 침투관통력을 CaCl_2 를 첨가했을 때보다 높았으며 절단력은 모든 농도에서 CaCl_2 를 첨가했을 때

Table 1. Effect of chitosan concentration on the puncture force and cutting force of Korean radish during salting at 25°C for 4 days.

Firmness Treatment	Puncture force (kg)	Cutting force (kg)
3% NaCl	7.01 ± 2.08 ^{a)}	3.20 ± 0.83
*0.05 M CaCl_2	8.08 ± 1.43	3.23 ± 0.45
*0.05% Chitosan	6.54 ± 1.67	5.43 ± 0.80
*0.1% Chitosan	7.27 ± 1.45	5.76 ± 0.74
*0.2% Chitosan	7.22 ± 0.71	5.16 ± 0.88
*0.3% Chitosan	7.97 ± 0.60	5.39 ± 0.86
*0.5% Chitosan	8.27 ± 0.88	5.96 ± 0.83

*All treatments contained 3% NaCl, ^{a)} Mean ± S.D. of five replications.

보다 높았다. 따라서 0.5% chitosan 용액이 되도록 chitosan을 첨가한 NaCl 용액을 chitosan 첨가군으로 하였다.

2. 무의 조직감의 변화에 대한 예열처리와 chitosan 첨가효과

예열처리 및 chitosan의 첨가가 염장과정 중 무의 조직감의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 압착시험, 침투관통시험 및 절단시험으로 조직감을 측정하였다.

먼저 Table 2로부터 비 열처리구에 있어서 생무의 압착변형력은 38.07 ± 5.47 kg이었으나, 염장 2일째에 최대값을 나타낸 후 점차 감소하여 10일째에는 33.67 ± 4.83 kg으로 나타났다. Chitosan 첨가군의 압착변형력은 염장과정 중 $40.83 \pm 6.61 \sim 44.43 \pm 2.88$ kg으로 대조군보다 높게 나타났다. 열처리구에 있어서는 대조군과 chitosan 첨가군의 압착변형력은 염장 1일째까지는 서로 비슷한 수준이었으나, 대조군은 염장 4일 이후에 압착변형력의 급격한 감소 현상이 나타났으며 chitosan 첨가군의 압착변형력은 염장과정 중 생무보다 높게

나타났다($p < 0.05$).

한편 비 열처리구의 침투관통력은 염장과정 중 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나 chitosan 첨가군의 침투관통력은 $7.18 \pm 1.31 \sim 8.45 \pm 1.91$ kg으로서 대조군에 비하여 높게 나타났다(Table 3). 열처리구에 있어서는 대조군은 염장이 진행됨에 따라 침투관통력이 감소하는 경향을 보였으며 특히 염장 7일 이후는 무가 심하게 연화되어 침투관통력의 측정이 불가능하였다. 한편 chitosan 첨가군의 침투관통력은 염장과정 중 완만히 감소한 것으로 나타났으나 대조군의 침투관통력 보다는 높게 나타났다($p < 0.05$).

Table 4는 염장과정 중 절단력의 변화를 나타낸 것이다. 비 열처리구에서 생무의 절단력은 1.36 ± 0.14 kg이었으나 염장이 시작되면서 대조군과 chitosan 첨가군에서 증가하였으며, chitosan 첨가군의 절단력이 더 높았다. 한편 열처리 직후에 절단력은 생무보다 2.0~2.6배 증가하였으며 대조군의 절단력은 염장 초기에 크게 증가하여 염장 2일째 최대값을 보인 후 염장 10일째까지 계속 감소하였다. Chitosan 첨가군은 염장 2일째 4.37 ± 1.00 kg으로 증가한 다음 염장 10일째까지

Table 2. Effects of preheating and chitosan addition on the changes in compression force of Korean radish during salting at 25°C. (Unit : kg)

Salting days Treatment	0	1	2	4	7	10
Control						
Nonpreheated	38.07 ± 5.47^a	36.48 ± 8.42	41.23 ± 7.25	40.20 ± 3.58	40.18 ± 6.73	33.67 ± 4.83
Preheated ^{b)}	38.07 ± 5.47	38.42 ± 7.11	37.03 ± 7.75	33.93 ± 9.16	—	—
Chitosan-added						
Nonpreheated	38.07 ± 5.47	40.83 ± 6.61	41.30 ± 5.99	43.42 ± 2.33	44.43 ± 2.88	41.29 ± 8.54
Preheated	38.07 ± 5.47	39.25 ± 2.16	41.44 ± 2.88	42.76 ± 4.16	42.27 ± 8.28	38.04 ± 3.85

—: firmness too soft to measure, ^{a)}: Means \pm S.D. of five replications, ^{b)}: preheating treatment in the different solution at $55^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ for 1 hour.

Table 3. Changes in puncture force of Korean radish during salting at 25°C. (Unit : kg)

Salting days Treatment	0	1	2	4	7	10
Control						
Nonpreheated	8.45 ± 1.91^a	6.82 ± 1.49	7.07 ± 2.19	6.62 ± 0.87	6.57 ± 1.66	5.65 ± 0.71
Preheated ^{b)}	10.03 ± 2.00	7.24 ± 2.75	7.32 ± 1.04	5.96 ± 1.90	1.94 ± 1.30	—
Chitosan-added						
Nonpreheated	8.45 ± 1.91	7.58 ± 1.46	8.12 ± 1.37	8.09 ± 2.34	7.96 ± 2.07	7.18 ± 1.31
Preheated	11.29 ± 2.26	8.31 ± 1.88	7.90 ± 1.76	7.79 ± 2.47	7.78 ± 1.78	7.90 ± 2.12

—, ^{a)}, ^{b)} were the same as those in Table 2.

Table 4. Effects of preheating and chitosan addition on the changes in cutting force of Korean radish during salting at 25°C. (Unit : kg)

Salting days Treatment	0	1	2	4	7	10
Control						
Nonpreheated	1.36±0.14 ^{a)}	2.87±0.36	3.59±0.35	4.65±0.39	4.24±1.58	4.65±1.39
Preheated ^{b)}	2.78±0.28	5.05±0.52	5.05±0.53	2.69±0.33	—	—
Chitosan-added						
Nonpreheated	1.36±0.14	5.77±1.00	6.54±1.76	6.97±0.74	5.53±1.50	4.91±0.74
Preheated	3.21±0.39	3.72±0.17	4.37±1.00	4.17±0.24	4.43±1.06	4.10±0.62

—, ^{a)}, ^{b)} were the same as those in Table 2.

비슷한 수준이 유지되었다($p < 0.05$). 우 등¹⁷⁾도 배추김치의 절단력은 숙성과정 중 증가하였으며 NaCl 농도가 높을수록 절단력이 증가한다고 하였다.

본 연구에서는 압착시험과 침투관통시험 및 절단시험 등으로 염장과정 중 무의 조직감을 측정하였다. 이로부터 chitosan의 첨가는 비 열처리구와 열처리구에서 모두 무의 조직감을 향상시킨 것으로 나타났으며, 특히 열처리구에서 연화억제 효과가 크게 나타났다. 예열처리에 의해서는 대조군과 chitosan 첨가군에서 모두 열처리 직후에 무의 조직감이 다소 향상된 것으로 나타났으나 그 이후에는 열처리구의 조직감이 크게 감소한 것으로 나타났다. 또한 예열처리와 chitosan 첨가의 병용효과는 나타나지 않았다. 일반적으로 55°C ~ 70°C에서 예열처리를 할 경우, 식품의 조직감을 단단하게 하는 것으로 보고되었으나¹⁸⁾ 본 연구에서는 조직감향상에 대한 예열처리 효과를 얻지 못하였다. 황 등¹⁹⁾도 생배추잎을 염화칼슘용액에서 처리할 경우 절단강도, 압착강도, 파열강도등이 모두 증가하였으나 절임배추와 가열데침한 배추에서는 Ca²⁺의 이러한 상승 효과는 나타나지 않았다고 하였으며 이러한 결과는 Buescher 등²⁰⁾의 연구에서도 보고된 바 있다. McFeeter 등²¹⁾은 경도의 증가는 탈메틸화에 의한 pectate gel의 형성 때문이며 Ca²⁺의 첨가없이도 pectin demethylation에 의하여 경도가 증가한다고 하였다. 또한 pectin의 탈에스터화 반응은 발효 초기에 급속히 진행되므로 Ca²⁺를 발효가 진행되기 이전에 첨가해야 만 경도의 증가 효과를 얻을 수 있다고 하였다²²⁾. 한편 Kuwahara 등¹²⁾은 chitosan도 Ca²⁺와 같이 오이 피클의 조직감을 향상시키나, 그 작용양식은 양자간에 차이가 있다고 하였다. 즉, Ca²⁺이 펙틴분자간에 가교구조를 형성하는 반면에 N-acetyl기를 지닌 chitosan은 분자내의 -NH₃⁺ 존재로 polycationic한 특성으로 polyanionic

한 펙틴분자와 복합체를 형성하여 식물성 식품의 조직감을 향상시키는 것이라고 하였다. 따라서, chitosan도 Ca²⁺와 마찬가지로 식품의 조직감을 향상시키는데 새로운 활용이 기대된다.

3. 펙틴질의 변화

무의 염장과정 중 펙틴질의 변화에 대한 예열처리와 chitosan 첨가 효과는 Fig. 1, 2와 같다. Fig. 1의 A로부터 염장과정 중 대조군의 HWSP는 염장 2일째까지 감소하다가 이후 증가하였으며 HXSP는 염장 2일째까지 증가하다가 이후 계속 감소하였으나 염장 10일째의 함량은 생무보다 높았다. HCISP는 염장과정 중 계속 감소하였다. 한편 열처리구에서는(Fig. 1의 B) HWSP는 증가하였으며, HXSP와 HCISP는 감소하였다. Kentaro 등²³⁾은 채소류의 염장과정 중 Na⁺의 침투로 무 조직내의 Ca²⁺이 이온교환작용으로 제거됨으로서 HWSP는 증가하고 HXSP와(혹은) HCISP는 감소한다고 하였다. 따라서 염장과정 중 HCISP와(혹은) HXSP가 HWSP로 전환된 것으로 보이며 이러한 경향은 열처리구에서 더욱 뚜렷하였는데($p < 0.05$), 이러한 결과는 대조군의 열처리구와 비 열처리구의 압착변형력의 감소와도 관련이 있는 것으로 생각된다(Table 2).

Fig. 2의 A로부터 염장과정 중 chitosan 첨가군의 HWSP는 계속 감소하였으며 HXSP와 HCISP는 계속 증가하였는데 이때 HCISP의 증가는 더욱 뚜렷하였다. 따라서 chitosan의 첨가로 HWSP의 증가가 억제될 뿐 아니라 HXSP는 증가하고 HCISP의 분해는 억제된 것으로 생각된다. 한편 열처리구에 있어서도(Fig. 2의 B) 염장과정 중 HWSP는 감소하고 HCISP와 HXSP는 증가하는 경향을 나타내었으나 함량의 변화는 적은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이러한 현상은 chitosan의 polycationic한 특성으로 펙틴질과 결합하므로써 polygala-

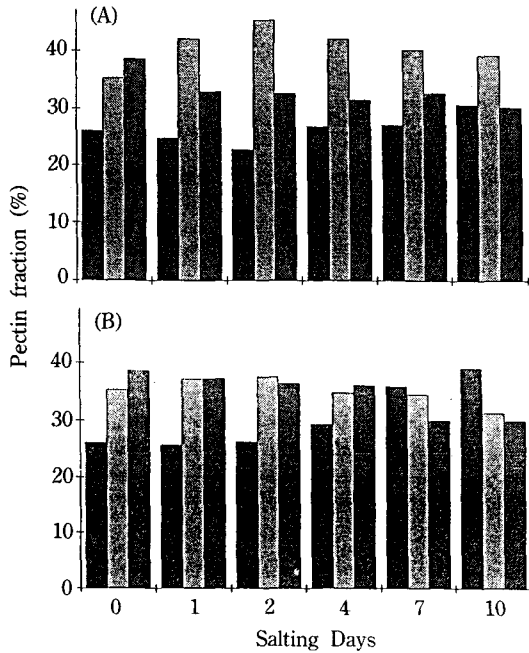


Fig. 1. Changes in the composition of HWSP, HXSP and HCISP fraction in the AIS of nonpreheated (A) and preheated (B) Korean radish salted in 3% NaCl solution at 25°C.
 ■ HWSP ▨ HXSP □ HCISP

cturonase(PG) 활성이 높은 조건이라도 PG에 대하여 저항력이 형성되면서 HCISP의 분해가 억제되어 무의 연화 현상이 방지된 것으로 생각된다. 이것은 PG 활성이 높더라도 CaCl₂가 존재하면 오이 피클의 연화현상이 억제된다고 보고한 Buescher 등⁴⁾의 연구와도 일치하고 있다. Kuwahara 등¹²⁾도 chitosan을 첨가하여 오이를 발효시킬 경우 0.05 N-NaOH 가용성 펙틴과 0.05 N-HCl 가용성 펙틴이 증가하였다고 하였다. 이로 부터 이러한 펙틴질의 변화는 chitosan 첨가군의 비교적 높은 압착변형력의 변화와도 관련이 있는 것으로 생각된다(Table 2). 또한 지금까지 연구된 바로는 펙틴질 중 HXSP가 식물성 식품의 조직감에 영향을 주는 펙틴분획으로 알려졌으나²⁴⁾ 본 연구에서는 HCISP가 무의 조직감에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 숙성중 극히 낮은 경도를 나타낸 오이 피클이나 김치에서 HCISP의 함량이 극히 낮았다는 보고들^{25, 26)} 과도 일치하고 있다.

4. 관능검사

열처리 및 chitosan을 첨가하여 염장시킨 무의 조직감에 대한 관능적 특성을 Table 5에 나타내었다. 이로

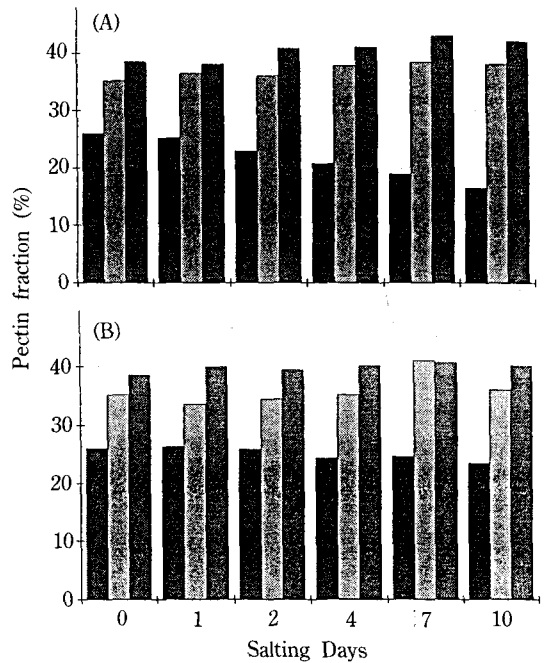


Fig. 2. Changes in the composition of HWSP, HXSP and HCISP fraction in the AIS of nonpreheated (A) and preheated (B) Korean radish salted in 3% NaCl solution with 0.5% chitosan at 25°C.
 ■ HWSP ▨ HXSP □ HCISP

부터 비 열처리구에 있어서, 대조군은 염장이 진행되면서 무의 단단한 정도는 4.00에서 2.33으로 감소한 것으로 나타났다. Chitosan 첨가군은 4.00~4.66으로 평가되어 생무에 비하여 증가한 것으로 나타났다. 아삭아삭한 정도는 염장과정 중 모든 첨가군에서 감소하는 경향을 나타내었다. 반면에, 질긴 정도는 염장과정 중 모든 첨가군에서 증가한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 동치미²⁷⁾와 염장배추²⁸⁾의 경우와 일치하였다. 또한, 대조군에 비하여 chitosan 첨가군의 단단한 정도와 아삭아삭한 정도가 높게 평가되었으며 무의 단단한 정도가 감소되면 아삭아삭한 정도도 감소하는 것으로 나타났다.

염장과정 중 열처리구의 단단한 정도, 아삭아삭한 정도, 질긴 정도는 모두 감소하는 것으로 평가되었다. 특히 대조군의 관능적 특성들은 염장 4일 이후에 크게 감소하였다. 이러한 현상은 염장 4일째부터 대조군의 조직감이 심하게 감소하는 것과 관련이 있는 것으로 생각된다(Table 2~4).

이상의 결과로부터 염장과정 중 대조군보다 chitosan 첨가군이, 열처리구보다 비 열처리구의 관능적 특성이

Table 5. Sensory scores for hardness, toughness and crispness of Korean radish salted in different treatment.

Sensory Parameters		Salting Days					
		0	1	2	4	7	10
Control							
Nonpreheated	H	4.00	3.57	4.00	3.33	3.00	2.33
	T	4.00	5.00	4.71	4.83	4.71	4.83
	C	4.00	2.71	2.71	2.33	2.86	1.66
Preheated	H	4.00	3.14	3.57	1.00	1.00	1.00
	T	4.00	4.00	3.86	1.00	1.00	1.00
C	H	4.00	2.86	2.57	1.11	1.00	1.00
	T	4.00	2.86	2.57	1.11	1.00	1.00
Chitosan-added							
Nonpreheated	H	4.00	4.00	4.33	4.66	4.33	4.00
	T	4.00	4.14	4.29	4.50	4.14	4.00
	C	4.00	4.14	3.33	3.33	3.00	2.86
Preheated	H	4.00	3.50	3.43	3.14	3.14	2.83
	T	4.00	4.43	4.43	4.17	4.14	3.83
C	H	4.00	3.43	2.57	2.67	2.67	2.43
	T	4.00	3.43	2.57	2.67	2.67	2.43

The scores for the fresh radish is 4.00. 1=dislike extremely, 7=like extremely. H: hardness, T: toughness, C: crispness.

각각 높게 평가되었다. 이러한 결과는 조직감의 결과와 잘 일치하고 있다. 이 등²⁸⁾은 염장에 의해 배추잎의 단단한 정도와 씹힘성은 높아졌으나 뻣뻣한 정도와 아삭아삭한 정도는 낮아졌다고 하였으며 데침에 의해서는 이런 모든 관능적 특성들이 감소한다고 하였다. 강 등²⁷⁾도 동치미 조직의 연합과 질감은 발효기간에 따라 별 차이가 없었으나 사각사각함은 발효가 많이 될 수록 감소하였다고 보고한 바 있다.

한편, 무의 조직감에 대한 기계적 측정치와 관능적 평가간의 상관관계를 Table 6에 제시하였다. 첫째, 압착변형력과 단단한 정도, 질긴 정도 및 아삭아삭한 정도와의 상관계수는 각각 0.759, 0.792, 0.643으로 비교적 높게 나타났다. 따라서 압착변형력은 무의 단단한 정도, 질긴 정도, 아삭아삭한 정도를 모두 잘 표현할 수 있을 것으로 생각된다. 둘째, 침투관통력과 단단한 정도간의 상관계수는 0.822, 질긴 정도와는 0.684, 아삭아삭한 정도와는 0.812로 나타났다. 따라서 침투관통력은 무의 질긴 정도보다는 단단한 정도와 아삭아삭한 정도를 잘 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 셋째, 염장과정 중 절단력과 단단한 정도, 질긴 정도, 아삭아삭한 정도간의 상관계수는 각각 0.287, 0.315, -0.022로서 절단력으로 무의 관능적 특성을 표현하는 것은 적절치 않은 것으로

Table 6. Correlation coefficients between Mechanical force and Sensory evaluation.

Mechanical Force	Sensory Evaluation		
	Hardness	Toughness	Crispness
Compression force	0.759**	0.792**	0.643**
Puncture force	0.822**	0.684**	0.812**
Cutting force	0.287	0.315	-0.022

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

나타났다. 그러나, 배추잎의 질긴 정도는 절단력과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났으며²⁹⁾ 염장에 의한 배추잎의 절단력의 증가는 굳은 정도(hardness)와 질겨지는 정도(chewiness)를 나타내는 조직감 지표로 사용될 수 있다고 하였다.

이상으로부터 chitosan의 첨가로 비 열처리구와 열처리구에서 모두 무의 조직감이 향상된 것으로 나타났으며 특히, 열처리구에서의 연화 억제 효과가 더욱 큰 것으로 나타났다. 예열처리에 의한 무의 조직감 향상 효과는 담금 초기에 나타났으며, 예열처리와 chitosan 첨가 병행시의 상승효과는 나타나지 않았다.

또한 염장과정중 HCISP와(혹은) HXSP가 HWSP로 전환되어 무의 조직감이 감소하였으나 chitosan의 첨가는 HXSP와 HCISP가 HWSP로 전환되는 것을 억제하므로서 무의 조직감이 증가하는 것으로 생각된다.

IV. 요 약

본 연구는 염장과정 중 무의 예열처리 및 chitosan의 첨가가 무의 조직감에 미치는 효과를 알아보기 위하여 압착시험, 침투관통시험 및 절단시험에 의해 조직감의 변화를 측정하고 펙틴질의 변화를 측정하였다. 또한 관능검사를 실시하고 무의 조직감에 대한 관능적 평가와 기계적 측정치와의 관련성을 조사하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 비 열처리구에 있어서 chitosan 첨가군의 압착변형력은 대조군의 압착변형력에 비해 높은 것으로 나타났다. 열처리구에 있어서는 각 첨가군들의 압착변형력은 염장이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 침투관통력은 대조군과 chitosan 첨가군에서 모두 감소하였으나 chitosan 첨가군이 보다 높은 침투관통력을 나타내었다($p < 0.05$). 절단력은 비 열처리구에서 염장이 시작되면서 증가하여 염장기간 내내 높은 절단력을 유지하였으며, 특히 chitosan 첨가군의 절단력은 염장과정 중 크게 증가하였다. 열처리구의 절단력은 대조군에서는 염장 초기에 급격히 증가한 후 염장

4일째부터 크게 감소하였으나, chitosan 첨가군은 염장기간 내내 비슷한 수준을 유지하였다.

2. 대조군의 HWSP는 염장 2일째까지 감소하다가 증가하였으며 HXSP는 염장 2일째까지 증가하다가 이후 계속 감소하였으나 생무보다는 높은 함량을 나타내었다. HCISP는 염장과정 중 계속 감소하였다. 그러나 열처리에 의해서 HXSP는 감소하였다. 한편 chitosan 첨가군의 HWSP는 계속 감소하였으며 HXSP와 HCISP는 계속 증가하였는데 이때 HCISP의 증가가 더욱 뚜렷하였다. 또한 열처리구도 같은 경향을 나타내었다 ($p < 0.05$).

3. 염장과정 중 비 열처리구의 단단한 정도와 아삭 아삭한 정도는 감소하였으나 질긴 정도는 증가된 것으로 평가되었다. 그러나 열처리구의 질긴 정도는 감소하였으며 chitosan 첨가에 의하여 무의 단단한 정도는 증가하였다 ($p < 0.05$).

한편, 압착변형력과 침투관통력은 무의 단단한 정도와 아삭아삭한 정도와 상관관계가 높았으며 절단력은 질긴 정도와 상관성이 다소 높게 나타났다 ($p < 0.01$).

이상의 결과로서 chitosan의 첨가는 비 열처리구와 열처리구에서 무의 조직감을 향상시킨 것으로 나타났다. 예열처리에 의한 효과는 담금 초기에 나타났으며 예열처리와 chitosan 첨가에 의한 병용 효과는 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 1992년 (주) 미원의 연구비 지원에 의해 이루어진 결과의 일부로 심심한 감사를 드립니다.

참고문헌

- Paul, P.C. and Palmer, H.H. Food theory and Application. Helen Charly 251~334, 1972.
- Bell, T.A. and Etchell, J.L. J. Food Sci. **26**: 84, 1960.
- Buescher, R.W. and Hudson, J.M. J. Food Biochem. **9**: 211, 1985.
- Buescher, R.W., Hudson, J.M. and Adams, J.R. J. Food Sci. **44**: 1786, 1979.
- Fleming, H.P., Mcfeeters, R.F. and Thompson, R.L. J. Food Sci. **52**: 653, 1987.
- Van Buren, J.P. J. Food Sci. **45**: 752, 1980.
- Bartolome, L.G. and Hoff, J.E. J. Agri. Food Chem. **20**: 266, 1972.
- TaKaaki Manabe. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi **27**: 234, 1980.
- Lee, C.Y., Bourne, M.C. and Van Buren, J.P. J. Food Sci. **44**: 615, 1979.
- 윤선, 이진실, 홍완수. 한국식문화학회지 **4**: 103, 1989.
- Mcfeeters, R.F., Fleming, H.P. and Thompson, R.L. J. Food Sci. **50**: 201, 1985.
- Kuwahara Yuji, Nobuyuki Otsuka and Masatosi Manabe. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi **35**: 776, 1988.
- 이희섭, 이귀주. 한국식문화학회지 **8**: 267, 1993.
- Bough, W.A., Shefelt, A.L. and Salter, W.L. Poultry Sci. **4**: 992, 1975.
- 이철호, 이진근, 채수규, 박봉상. 식품공업품질관리론. 유림문화사. 1982.
- Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. Statistical Methods, sixth edition. The Iowa State University Press. 1967.
- 우경자, 고경희. 한국조리과학회지 **5**: 31, 1989.
- 이진실, 윤선, 홍완수. 한국식문화학회지 **4**: 103, 1989.
- 황인주, 이철호. 한국식품과학회지 **20**: 749, 1988.
- Buescher, R.W. and Howard, L.R. J. Food Biochem. **14**: 31, 1989.
- McFeeters, R.F. and Tang, H.C.L. J. Food Sci. **48**: 66, 1983.
- Hudson, J.M. and Buescher, R.W. J. Food Sci. **50**: 138, 1986.
- Kentaro, K., Chizuke, S., Teruyo, W. and Yasuhiro, M. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi **31**: 488, 1984.
- 안승요, 박관화, 육철, 장금. 한국식품과학회지 **17**: 447, 1985.
- Lampi, R.A., Esselen, W.B., Thompson, C.L. and Anderson, E.E. Food Res. **23**: 351, 1958.
- 허윤정, 이혜수. 한국조리과학회지 **6**: 1, 1990.
- 강근옥, 손현주, 김우정. 한국식품과학회지 **23**: 267, 1991.
- 이철호, 황인주, 김정교. 한국식품과학회지 **20**: 742, 1988.
- 윤의정, 이철호. 유변학 **2**: 46, 1990.