

## 데치기가 조리 후 저온저장한 채소류를 재가열시 채소류의 조직감에 미치는 영향

김영훈<sup>1</sup> · 이동선<sup>2</sup> · 김재철<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>인제대학교 식품생명과학부 · 식품과학연구소 · 기초과학연구소  
<sup>2</sup>경남대학교 식품생명공학부

### Effect of Blanching on Textural Properties of Refrigerated and Reheated Vegetables

Young-Hun Kim<sup>1</sup>, Dong-Sun Lee<sup>2</sup> and Jae Cheri Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Food and Life Science, Food Science Institute, Institute of Basic Sciences,  
Inje University, Gimhae 621-749, Korea

<sup>2</sup>Division of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

#### Abstract

Widely used vegetables such as onion, soybean sprout, and carrot in Korean dishes were studied to reduce losses in firmness during cook/chill storage for food service system. Blanching at 70°C affect positively on textural properties of the three vegetables while reheating at the food service practice. Firmness of the vegetables was improved and stabilized with addition of calcium ion in blanching solution during storage at refrigeration temperature. Calcium was effective to improve or sustain firmness during blanching. The effect of calcium on firmness of blanched and cooked soybean sprout was less significant than that of carrot and onion, especially at short period of storage under refrigerated condition. In conclusion, low temperature blanching with calcium ion was effective to maintain firmness of the three vegetables before cooking while refrigerated storage of the cooked vegetables and subsequent reheating for food service system.

**Key words:** onion, soybean sprout, carrot, blanching, texture

#### 서 론

산업의 고도화와 그에 따른 생활방식의 변화에 따라 우리의 식생활 행태 및 습관도 급격히 변하고 있으며, 이와 더불어 간단한 처리만으로 섭취 가능한 조리 또는 반조리 식품의 공급과 단체급식의 보편화로 인한 우리음식의 대량공급이 중요한 과제로 대두하게 되었다. 특히, 여성의 사회 진출 확대는 식생활에 대한 가치관의 변화를 가져왔고, 학교급식과 같은 단체식의 급속한 확산으로 인하여 급식시설의 확충과 합리적인 급식제도의 모색 및 과학적인 관리체계에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 국내에서도 효율적인 생산체계 모색을 위한 cook/chill system에 관한 연구 및 급식소에서 제공되는 식자재의 미생물적 안전성에 관한 연구들이 수행되어 왔다(1-3).

우리나라의 경우 여전히 채소류가 식단에서 큰 비중을 차지하고 있으며, 국, 생채, 무침류, 전류 등의 음식재료로서 다양하게 활용되고 있다. 채소류는 과일과 마찬가지로 가열 가

공시 일어나는 조직감의 저하가 품질을 떨어뜨리는 주요한 요인으로 지적되고 있다. 따라서 채소류의 전처리 및 가공공정에서 품질특성과 연관지어 고려되어야 할 여러 가지 요인들 중 조직감의 변화가 가장 중요하다고 볼 수 있다. 이러한 이유로 채소류의 가열에 의한 영양성분의 파괴나 미생물의 사멸 등에 대한 반응속도론적 연구들과 더불어, 품질의 주요한 지표 중 하나인 조직감의 변화에 관한 연구들이 계속 이루어지고 있다(4-6). 가열공정의 최적화를 위해서 이들 식품의 조직감에 영향을 주는 인자들이 가열온도나 시간에 대해 어떻게 영향을 받는지 알아야 한다. 채소류의 가공 중 일어나는 조직감의 저하는 열에 의한 조직연화와 함께 주로 펙틴질의 분해와 관련되어 있는 것으로 많이 알려져 있으며(7,8), 가공시 조직연화를 효과적으로 방지하기 위해 펙틴질의 분해에 관여하는 효소의 활성과 불활성화를 유도하기 위한 데치기 방법이 많이 활용되어 왔다(9,10). 이러한 펙틴의 연화에 관여하는 효소로 pectinesterase(PE)(7,11,12)와 polygalacturonase(PG)(13)가 대표적인데, PE는 펙틴에서 메틸기를 떼어

\*Corresponding author. E-mail: jckim@inje.ac.kr  
Phone: 82-55-320-3239, Fax: 82-55-321-0691

내어 유리 카르복실기를 만들어 줌으로써,  $Ca^{2+}$  등의 2가 양이온이 펙틴물질들 사이에서 가교를 형성하여 조직의 연화를 억제시키는 이른바 pectinmethyl esterase(PME) system으로 작용을 한다(14). 반면에 PG는 펙틴의  $\alpha$ -1,4 결합을 가수분해하여 펙틴분자의 크기를 감소시켜 연화를 가속화시키는 작용을 한다. 이때 온도, pH, 염의 첨가 등은 이들 효소의 역가에 영향을 주는 요인으로 작용하는데, Lee 등(15)은 열처리를 통한 당근의 PE활성과 PG의 억제조건을 조사하여 조직의 연화 방지를 위한 예비 열처리 조건을 연구하였으며, Chun 등(16)은 오이에서 PE와 PG의 최적온도,  $CaCl_2$ , NaCl 및 열에 대한 안정성을 연구하여 오이지 제조의 데치기 조건을 확립하였다.

현재 대부분의 단체급식소에서는 신선한 음식의 제공을 위하여 채소류를 바로 구입하여 손질 후 조리하거나, 세척 및 이물질제거 등의 최소한의 전처리 과정을 거친 식자재를 구입하여 이를 현장에서 바로 조리하고 있다. 그러나 단체급식 현장에서는 다량의 식재료를 사용하기 때문에 장시간의 조리시간이 요구되고(17), 점심과 저녁시간대의 제한된 시간에 작업인원이 집중적으로 소요되는 현상으로 인해 단체급식현장에서 전공정을 통한 조리에는 한계가 있다. 또한 이미 만들어진 음식이 배식될 때까지 온도유지를 위한 지속적인 열처리와 보관시간으로 인하여 품질의 변화가 일어난다(18, 19). 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 중앙집중화된 현장에서 대량으로 식자재를 전처리하여 이를 급식현장으로 냉장유통함으로써 현장에서는 간단한 가열과 조미만으로 메뉴를 완성시킬 수 있는 일관된 식자재의 공급체계가 확립되어야 한다. 이는 단체급식 현장에서 조리시간의 단축, 원가절감, 효율적인 노동력 및 에너지 사용, 식품의 안전성 확보를 위해 필요하다. 이러한 목적으로 외국의 급외식산업에서 cook/chill system에 의한 식단공급을 많이 적용하고 있으나, 국내에서는 아직 활발하게 이용하지 못하고 있는 것으로 보인다. 특히 우리의 전통식단에서 큰 위치를 차지하고 있는 국과 나물류에 많이 쓰이는 채소들은 조리 후 저온에서 일주일이내의 비교적 단기간 보관하더라도 조직감의 손상이 일어나기 쉽다. 이러한 단점 때문에 국이나 나물류의 cook/chill system 적용에는 어려움이 예상될 수 있다. 따라서 채소류를 미리 전처리(데치기)하여 조리를 하게 되면 저장 중 일어나는 조직감도의 변화를 최소화할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 산업체, 대학, 초·중·고등학교의 단체급식소에서 비교적 이용빈도가 높은 콩나물, 양파, 당근의 열처리조건에 따른 저장 기간 중 조직감도의 변화를 알아보았다. 단체급식현장에서 조리된 국을 단순가열하여 제공하는 상황을 고려하여, 이상의 최적조건에서 데치기한 채소류를  $100^\circ C$ 에서 10분간 재가열하여 냉장저장기간에 따른 조직감도의 변화를 조사하였다. 동시에 데치기할 때 칼슘이온의 효과도 알아보았다. 이를 통해 단체급식 현장에서 활용할 수 있는 채소류의 전처리 및 가공방법을 모색해 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용된 콩나물과 당근, 양파는 김해지역에서 재배되어 시중에 판매되고 있는 것으로 각각 크기와 색깔, 재배기간이 비슷하고 품질이 좋은 것을 구입하였다. 염화칼슘은 동양화학(서울, 대한민국)에서 구입하여 사용하였다. 그 외 실험에 사용한 시약은 시그마사(MO., USA)에서 구입하였다.

### 열처리

이물질을 제거한 양파를 흐르는 물에 깨끗이 씻은 뒤, 흡수성이 좋은 종이로 가볍게 물기를 닦아내고 일정한 두께(0.5 cm)를 가지는 부분을 동일한 방향으로 가로 3 cm, 세로 1.5 cm로 절단한 뒤  $50, 70, 90^\circ C$ 의 진탕수조(TS1400, 태성과학상사, 대한민국)에서 열처리하여 조직강도를 측정하였다. 또한 데치기에 의한 조직감의 변화를 알아보기 위하여 시료를 온도별로 물에서 0~30분 동안 데치기한 다음  $100^\circ C$ 에서 10분간 재가열하여 조직강도를 측정하였다. 데치기 후 재가열 시 칼슘이온이 조직감도에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 물과 0.5% 염화칼슘 용액의 두 조건하에서  $70^\circ C$ 에서 20분간 전처리 후 12일 동안 공기와 수분이동이 차단된 포장재에 밀봉하여 냉장저장하면서 3일 간격으로  $100^\circ C$ 에서 10분간 재가열하여 조직강도를 측정하였다.

콩나물은 세척 후 물기를 닦아낸 뒤 일정한 크기의 시료를 취하여 한 집단은  $50\sim 90^\circ C$ 의 온도범위에서 일정시간 물에서 열처리하여 조직강도를 측정하였고, 이를  $100^\circ C$ 에서 10분간 재가열하여 데치기 온도에 따른 조직감의 변화를 알아보았다. 그리고 물과 0.5% 염화칼슘 용액의 두 조건하에서  $70^\circ C$ 에서 10분간 데치기 후 12일 동안 공기와 수분이동이 차단된 포장재에 밀봉하여 냉장저장하면서 3일 간격으로  $100^\circ C$ 에서 10분간 재가열하여 조직강도를 측정하였다.

당근은 세척 후 물기를 닦고 가로 1.5 cm, 세로 1.5 cm, 높이 0.5 cm의 크기로 절단한 뒤  $50, 70, 90^\circ C$ 의 물 속에서 시간별로 열처리하여 조직강도를 측정하였다. 열처리한 시료를  $100^\circ C$ 에서 10분간 재가열하여 데치기 온도에 따른 조직감의 변화를 알아보았다. 또한 냉장저장 시 조직감도의 변화를 알아보기 위하여 물과 0.5% 염화칼슘 용액의 두 조건하에서  $70^\circ C$ 에서 30분간 데치기 후 12일 동안 공기와 수분이동이 차단된 포장재에 밀봉하여 냉장저장하면서 3일 간격으로  $100^\circ C$ 에서 10분간 재가열하여 조직강도를 측정하였다.

### 조직감 측정

전처리한 채소류의 조직감은 Rheometer(Fudoh RT-2010DD, Japan)로 측정하였는데, 콩나물과 당근은 adapter number 31(knife)로 60 mm/min의 table speed에서 측정하였고, 양파는 adapter number 3-1  $\phi$  (probe)로 60 mm/min의 table speed에서 측정하였다. 각 시료의 측정치는 10회 이상 반복 실험하여 얻었으며 평균값과 표준편차로 표시하였다.

결과 및 고찰

양파의 조직감 변화

양파를 시간과 온도에 따라 처리하여 조직감의 변화를 알아본 결과(Fig. 1) 50°C와 70°C에서는 가열 5분까지 조직강도가 떨어지나, 이후 시간이 경과할수록 조직강도가 초기보다 증가하거나 유지되는 것을 알 수 있었다. 전체적으로는 70°C에서 열처리한 시료의 조직강도가 가장 높게 나타났다. 그러나 90°C에서 열처리한 양파는 시간이 경과함에 따라 조직강도가 지속적으로 감소하여 30분 이후에는 초기값의 절반으로 떨어졌다. 이러한 현상은 PME의 불활성화 및 PE의 활성화에 따른 펙틴질의 분해로 인한 조직의 파괴현상 때문으로 판단된다(7). 양파를 50~90°C에서 시간별(0, 5, 10, 20, 30분)로 데치기한 뒤 100°C에서 10분간 재가열하여 데치기한 시간에 따른 조직강도를 측정할 결과는 Fig. 2와 같다. 50°C에서 데치기한 양파시료는 5분까지 조직강도가 급격히 감소하였

으나 10분 이후부터 증가하여 가열 20분에는 초기 조직강도와 비슷하게 유지되었고, 70°C에서 데치기한 경우 10분까지는 완만한 감소 경향을 보였으나 15분에서는 급격히 증가하였고 그 이후로는 50°C와 비슷한 경향으로 조직강도가 감소하였다. 따라서 일정한 조직강도를 유지하기 위해서는 PE의 활성화에 의한 효과를 얻을 수 있는 데치기 시간이 필요하다는 것을 알 수 있다. 반면 90°C에서 데치기한 양파의 경우 고온에 의한 펙틴질의 분해와 함께 PE의 불활성화 및 PG의 활성화에 의한 조직의 연화현상에 의해, 초기값에 비해 조직강도의 감소가 현저하게 나타났다. 결과적으로 70°C에서 20분간 데치기한 양파가 50°C, 90°C에서의 경우보다 전체적으로 조직강도가 높게 나타나 PME system에 의한 조직감의 향상을 확인하였다. 본 실험 결과 70°C에서 20분간 데치기한 것이 다른 온도에서 데치기한 것들보다 초기 조직강도의 손실이 더 작게 나타났는데, 이는 Chang 등(20)이 완두콩을 70°C에서 20분간 데치기한 뒤 열처리 시 다른 조건에서보다 조직강도가 높았다는 연구결과와 유사하였다.

Lee 등(15)과 Baek 등(21)은 염화칼슘의 농도에 따른 당근과 배추의 조직감을 연구한 결과, 0.03 M까지는 조직강도가 증가하나, 그 이상의 농도에서는 강도가 크게 증가하지 않았다고 보고하였다. 따라서 칼슘이온의 첨가가 데치기 후 냉장저장 시 조직감에 미치는 영향을 알아보기 위하여 물과 0.5% 염화칼슘의 용액에서 70°C에서 20분간 데치기한 양파를 12일 동안 냉장저장한 후 3일 간격으로 재가열하여 조직강도를 측정하였다(Fig. 3). 물에서 처리한 경우 냉장저장 기간이 길어질수록 조직강도 지속적으로 감소하는 반면, 0.5% 염화칼슘 용액에서 처리한 양파는 저장 6일까지 조직강도가 유지되거나 향상되었으며 6일 이후에도 조직감의 손실이 크지 않았다. 이는 양파를 데치기하였을 때 칼슘이온이 조직속의 펙틴과 결합하여 가교를 형성, 냉장저장 후 재가열 시에도

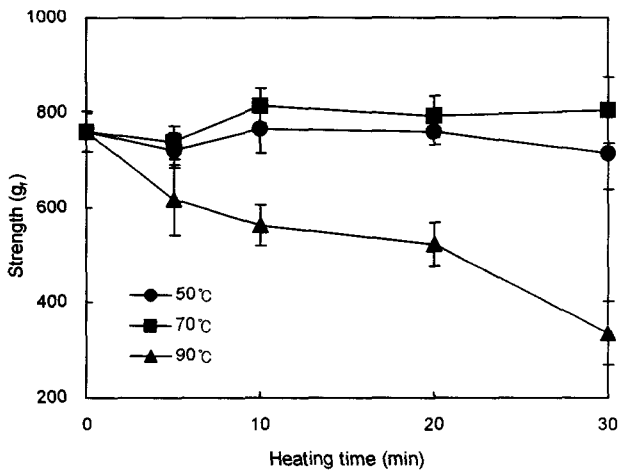


Fig. 1. Firmness of onion as affected by heating time and temperature.

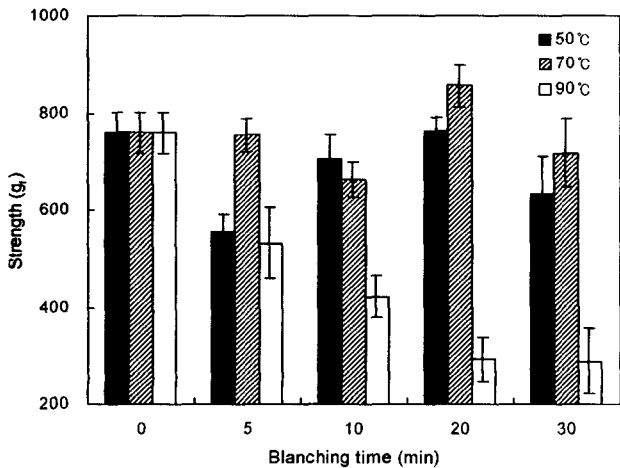


Fig. 2. Effect of blanching condition on firmness of onion with subsequent reheating at 100°C for 10 min.

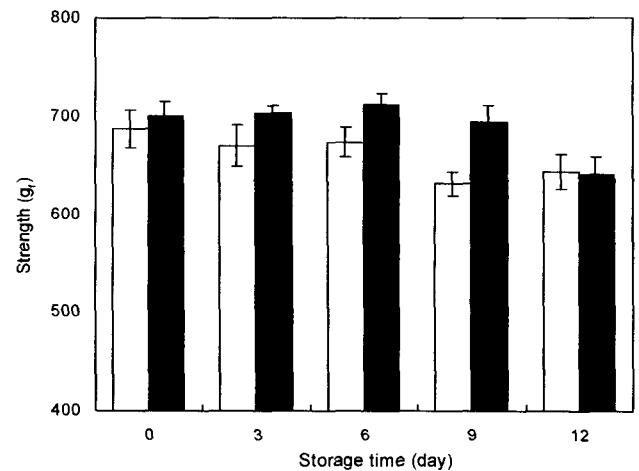


Fig. 3. Firmness of onion blanched at 70°C for 20 min as affected by calcium ions in blanching solution and storage time while reheated at 100°C for 10 min in tap water. □: blanched in tap water, ■: blanched in 0.5% (w/w) calcium chloride solution.

조직감을 유지키는 것으로 사료된다. 열처리시 칼슘첨가에 의한 조직감 향상효과는 오이에서도 잘 나타나고 있다(16,22).

**콩나물의 조직감 변화**

콩나물을 온도별, 시간별로 열처리한 후 조직강도를 측정 한 결과는 Fig. 4에 나타나 있다. 90°C에서 가열한 경우 초기 5분까지는 조직강도의 변화가 거의 없었으나 그 이후부터는 다른 시료에 비해 조직강도가 현저히 떨어졌다. 반면 70°C에서 가열한 경우 시간이 경과할수록 조직강도가 계속 증가하여 10분에서 가장 높게 나타났으며 그 이후에는 조직강도가 조금씩 떨어졌으나, 초기값에 비해 높게 유지되었다. 또한 50°C에서 열처리한 경우 조직강도가 5분까지 서서히 증가하다가 일정하게 유지되어 70°C에서 열처리한 경우와 유사한 경향을 보였으나 전체적인 조직강도는 70°C에서 가열한 것 보다 낮게 나타났다. 콩나물을 시간별로 가열한 경우 70°C에서 열처리한 시료가 가장 높은 조직 강도를 보여주어 pectin methylesterase(PME) system의 작용에 의한 조직감의 유지 또는 향상을 확인할 수 있었다. 또한 콩나물을 온도와 시간별로 데치기한 뒤 10분간 끓여 데치기 시간별로 조직강도를 측정 한 결과는 Fig. 5와 같다. 50°C에서 데친 콩나물은 데치기 시간이 증가할수록 조직강도가 지속적으로 감소하였으며, 90°C의 경우 감소폭이 더 크게 나타났다. 그러나 70°C에서는 5분까지 조직강도의 감소가 크지 않았으며 가열 10분에는 다시 증가하였고 그 이후 서서히 감소하여, 콩나물은 70°C에서 10분간 데치기하는 것이 재가열 시에도 조직감의 손실이 가장 작은 것으로 나타났다. 이러한 펙틴과 관련한 효소들의 적절한 활성화와 불활성화에 의한 조직감의 향상효과는 완두콩을 70°C에서 열처리하였을 때에도 잘 나타나고 있다(23).

콩나물에 대한 물과 0.5% 염화칼슘 용액의 영향은(Fig. 6) 저장 초기 물에서 데치기한 콩나물의 조직강도가 오히려 칼슘용액에서 처리한 콩나물보다 전반적으로 높게 나타났다. 저장초기 조직강도가 증가하는 현상은 데치는 과정에서 침

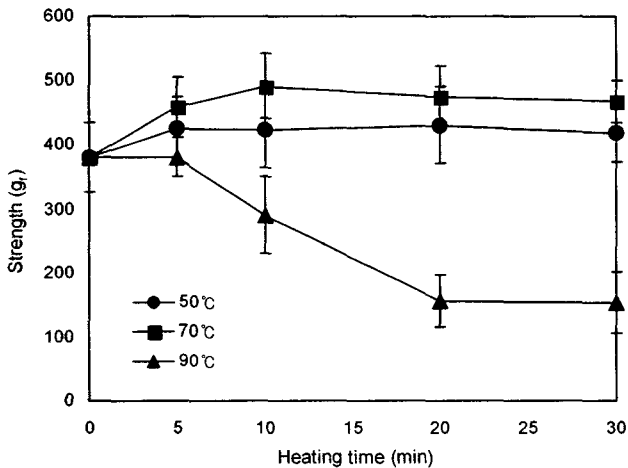


Fig. 4. Firmness of soybean sprout as affected by heating time and temperature.

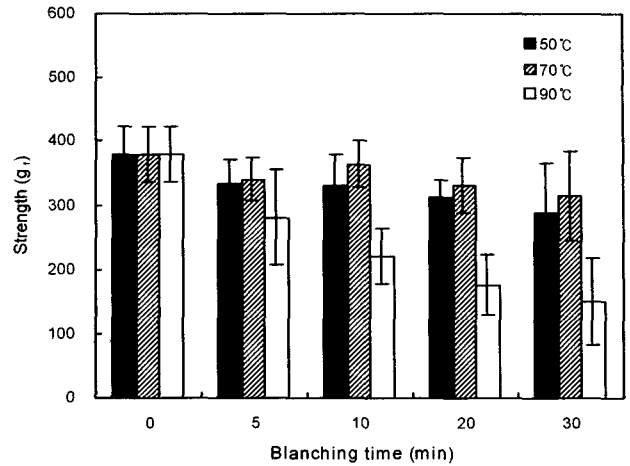


Fig. 5. Effect of blanching condition on firmness of soybean sprout with subsequent reheating at 100°C for 10 min.

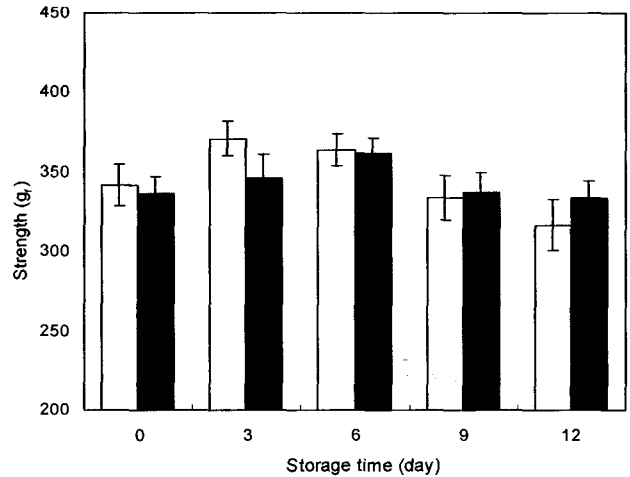


Fig. 6. Firmness of soybean sprout blanching solution and storage time while reheated at 100°C for 10 min in tap water. □: blanching in tap water, ■: blanching in 0.5% (w/w) calcium chloride solution.

투된 이온물질과 수분의 재배치에 의해 전체적으로 평형에 도달하기 때문으로 보인다. 이러한 결과는 일반적으로 칼슘이 열처리시 식물체의 펙틴질과 가교를 형성하여 조직감 향상 효과를 나타낸다는 결과(16,22)와 다른 것을 보여 주는 것처럼 보인다. 이러한 이유로서는 아마도 콩나물의 경우 펙틴질이 적고 수분함량이 높아 효소에 의한 칼슘과 펙틴질의 가교형성에 의한 조직강도의 증가가 크지 않기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 물에서 데치기한 경우 저장 9일 이후 초기 조직강도보다 낮아진 반면 0.5% 염화칼슘 용액에서 데치기한 콩나물의 조직강도는 12일의 저장기간 동안 대체로 일정하게 나타났다. 오이피클의 경우, 0.2%(w/v)염화칼슘과 2.6%(w/v)의 NaCl에서 숙성 및 저장과정 시 조직감이 유지되었다는 보고(24)와 유사한 본 실험결과로 보아 무기이온물질이 대체로 콩나물의 조직감을 오랫동안 일정하게 유지시킬 수 있는 것으로 판단된다.

당근의 조직감 변화

당근의 가열온도에 따른 조직감의 변화를 알아보기 위하여 온도별, 시간별로 열처리하여 비교해 보면(Fig. 7), 90°C에서는 가열시간에 따라 조직강도가 지속적으로 감소하고 있으나 50°C와 70°C에서는 가열시간에 따라 감소 후 증가하는 경향을 보여 전형적인 PME system에 의해 영향을 받는 것을 보여 주고 있다. Lee 등(25)은 당근을 10분 동안 열처리한 결과 54°C에서 76°C까지는 조직강도가 계속 증가하였고 그 이상의 온도에서는 감소하였다고 보고하였는데 본 실험에서 30분까지 열처리한 결과 50°C와 70°C에서 조직강도가 유지 및 향상되어 이와 유사한 결과라 보여진다. 또한 당근을 온도별로 데치기한 다음 100°C에서 10분간 재가열하여 조직감의 변화를 측정된 결과(Fig. 8) 70°C에서는 낮은 데치기 시간에서 조직강도가 떨어진 후 데치기 시간이 길어질수록 점차 조직강도가 증가하였으나, 90°C에서는 데치기 시간이 길어질수록 조직강도도 감소하는 경향을 보여 열에 의한 PME의 변성 및 PG의 활성화와 세포조직의 손상으로 인하여 조직강

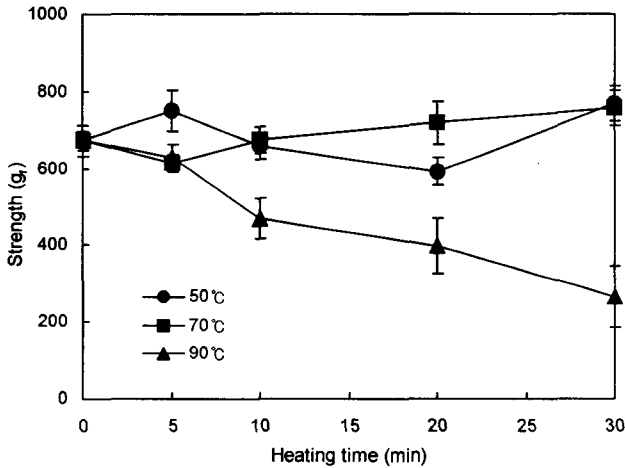


Fig. 7. Firmness of carrot as affected by heating time and temperature.

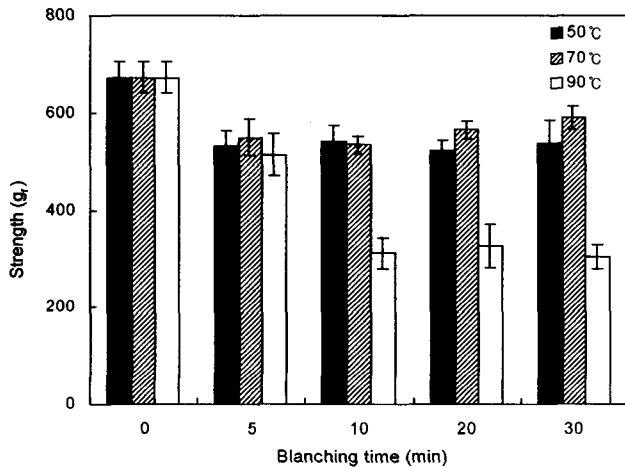


Fig. 8. Effect of blanching condition on firmness of carrot with subsequent reheating at 100°C for 10 min.

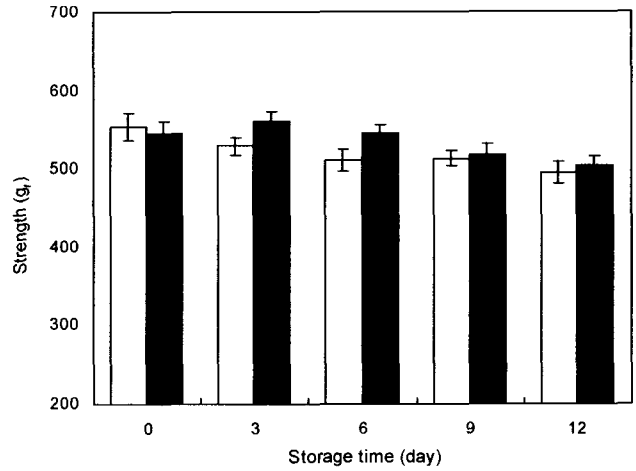


Fig. 9. Firmness of carrot blanching at 70°C for 30 min as affected by calcium ions in blanching solution and storage time while reheated at 100°C for 10 min in tap water. □: blanching in tap water, ■: blanching in 0.5% (w/w) calcium chloride solution.

도가 떨어진 것으로 판단된다. 결과적으로는 70°C에서 30분간 데치기한 당근의 조직강도가 가장 우수하였는데, Lee 등(15)의 보고에 의하면 당근 PE의 활성 최적온도가 50°C로 나타나 이와는 상이한 결과라 할 수 있다. 그러나 Lee 등(15)은 당근에서 PE를 직접 추출하여 실험한 결과이므로 당근을 데치기한 후 조직강도를 측정된 결과인 70°C와는 차이가 있는 것으로 사료된다.

당근 역시 콩나물, 양파와 마찬가지로 70°C에서 30분간 데치기 하여 냉장 저장한 경우(Fig. 9) 물보다 0.5% CaCl<sub>2</sub> 용액에서 처리한 것이 전체적으로 높은 조직강도를 보였다. 또한 물에서 처리했을 경우 냉장저장 기간동안 지속적으로 조직강도가 감소하는 반면, 0.5% 염화칼슘용액에서 처리한 당근은 저장 6일까지 조직 강도가 유지되어 무기이온에 의한 조직감의 개선효과를 확인할 수 있었다(26).

요 약

우리나라 식단에 이용되는 채소 중 비교적 이용 빈도가 높은 양파와 콩나물, 당근의 통상적인 데치기를 통하여, 조리 후 냉장저장(cook/chill)하여 단체급식현장에서 단순히 가열하여 제공하는 경우, 채소류의 조직감을 안정적으로 유지할 수 있었다. 양파와 콩나물, 당근 모두 70°C에서 각각 20분, 10분, 30분 동안 열처리하였을 때 조직강도가 높게 나타났으나, 실질적으로는 10분 이상으로 일정한 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 또한 데치기할 때 칼슘이온의 첨가로 조직감의 향상을 얻을 수 있었으며, 그 효과는 당근이 가장 크게 나타났고, 콩나물은 상대적으로 크지 않았다. 칼슘이온의 첨가에 의해 데치기 후 냉장조건에서 6일까지 저장한 후 재가열하여도 초기의 조직강도 이상으로 유지되었다. 그러므로 데치기를 한 채소를 이용하여 대규모로 조리한 뒤, 냉장 저장

후 단체급식현장에서 가열하여 제공하면, 고온에서 조리한 뒤, 저장하는 동안 채소의 연화에 의한 품질의 저하를 극복할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 논문은 1999년도 인제대학교 학술연구조성비로 수행되었습니다.

### 문헌

- Lyu ES, Lee DS. 2002. Sensory quality assessment of re-heated cook/chill and sous-vide spinach soup for foodservice operations. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 325-332.
- Kim HY, Jeong HJ. 1995. A study about microbiological quality and safety control of a central commissary school foodservice system in Daejeon city area. *Korean J Dietary Culture* 10: 67-74.
- Ju SE, Kim HY. 1989. A study on microbiological quality & safety control of hard-boiled mackerel served by an industry foodservice establishment (Ⅱ). *Korean J Soc Food Sci* 5: 35-41.
- Huang YT, Bourne MC. 1983. Kinetics of thermal softening of vegetables. *J Texture Studies* 14: 1-9.
- Choi DW, Kim JB, Yoo MS, Pyun YR. 1987. Kinetics of thermal softening of Chinese cabbage tissue. *Korean J Food Sci Technol* 19: 515-519.
- Kim HY. 1998. A study on total vitamin C content changes in process of food products flow and holding time of cooked soybean sprouts and fresh vegetable salads in food service operations. *Korean J Dietary Culture* 13: 9-17.
- Marangoni AG, Jackman RL, Stanley DW. 1995. Chilling associated softening of tomato fruit is related to increased pectin methylesterase activity. *J Food Sci* 60: 1277-1281.
- Van Buren JP, Moyer JC, Robinson WB. 1962. Pectin methyl esterase in snap beans. *J Food Sci* 27: 291-294.
- Garcia P, Brenes M, Romero C, Garrido A. 1999. Color and texture of acidified ripe olives in pouches. *J Food Sci* 64: 248-251.
- Fuchigami M, Miyazaki K, Hyakumoto N. 1995. Frozen carrots texture and pectic components as affected by low-temperature blanching and quick freezing. *J Food Sci* 60: 132-136.
- Ko YH, Park KH. 1984. Purification and characterization of chinese cabbage pectinesterase. *Korea J Food Sci Technol* 16: 235-241.
- Tucker GA, Roberts NG, Grerson D. 1982. Purification and changes in activities of tomato pectinesterase isoenzymes. *J Sci Food Age* 33: 369-377.
- Hobson GE. 1980. Enzymes and texture changes during ripening. In *Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables*. Academic Press, London. p 473.
- Van Buren JP. 1979. The chemistry of texture in fruits and vegetables. *J Texture Stud* 10: 1-23.
- Lee HG, Lee KS, Lee SH, Choe EO, Park KH. 2001. Characterization of pectinolytic enzyme and blanching condition of raw carrots. *J Food Sci Nutr* 30: 230-233.
- Chun H, Chang HG, Park KH, Back HH. 1986. Prevention of tissue softening of cucumber pickle by preheating treatment. *The research report of the rural development administration* 4: 158-164.
- Choi SE, Lyu ES, Kwak TK. 1992. Assessment of the labor productivity indices for industry foodservice establishments in Seoul. *J Korean Home Economics Association* 30: 79-89.
- Lee YR, Lyu ES, Kwak TK. 1987. Assessment of the industry foodservice management practices in Seoul city area. *J Korean Home Economics Association* 25: 73-83.
- Lyu ES, Lee DS. 2002. Sensory quality assessment of re-heated cook/chill and sous-vide spinach soup for foodservice operations. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 325-332.
- Chang CY, Liao HJ, Wu TP. 1996. Relationships between the textural changes and the contents of calcium, magnesium ions, and non-freezing water in the alcohol-insoluble solids of snap bean pods during cooking processes. *Food Chemistry* 55: 49-53.
- Baek HH, Lee CH, Woo DH, Park KH, Pek UH, Lee KS, Nam SB. 1989. Prevention of pectinolytic softening of kimchi tissue. *Korean J Food Sci Technol* 21: 149-153.
- Buescher RW, Hudson JM. 1986. Bound actions in cucumber pickle mesocarp tissue as affected by brining and CaCl<sub>2</sub>. *J Food Sci* 51: 135-137.
- Chang CY, Chang WH. 1992. Effects of precooking and cooking processes on textural changes of snap bean pods. *J Chinese Agric Chem Soc* 30: 43-51.
- Fleming HP, McFeeters RF, Thompson RL. 1987. Effects of sodium chloride concentration on firmness retention of cucumbers fermented and stored with calcium chloride. *J Food Sci* 52: 653-657.
- Lee CY, Bourne MC, Van Byren JP. 1979. Effect of blanching on the firmness of carrots. *J Food Sci* 44: 615-616.
- Sawayama S, Kawabata A. 1991. Effects of salts on the thermal properties of pectin solution on freezing and thawing. *Food Hydrocoll* 5: 394-405.

(2004년 1월 8일 접수; 2004년 6월 2일 채택)