

## 칼슘용액에서의 저온 장시간 예비 열처리 방법을 이용한 레토르트 양파 조직의 연화방지

최 준 봉<sup>¶</sup>

수원대학교 호텔관광대학원<sup>¶</sup>

## Prevention of Tissue Softening of Retorted Onion by Long Time, Low Temperature Blanching in Calcium Solution

Jun-Bong Choi<sup>¶</sup>

Graduate School of Hotel & Tourism, The University of Suwon<sup>¶</sup>

### Abstract

In order to enhance the firmness of retorted onion, long time, low temperature blanching(LTLT) in calcium solution was conducted. Pre-heating onion in calcium solution significantly improved its texture after high temperature sterilization as compared to conventional blanching alone. The improvement of the firmness by the LTLT blanching is related to the formation of strongly cross-linkages between carboxyl groups and divalent cations( $Ca^{2+}$ ) by the action of pectin methylesterase(PME) in onion. A maximum firmness of retorted onion was obtained at the condition of pre-heating at 70°C for 120min in 0.5%calcium solution. This result supports that the activity of PME and the content of bonded calcium in onion were highest at 70°C. Additionally, the reaction of alkali calcium with various divalent cations such as  $Mg^{2+}$  provided a function to hydrolyze pectin molecules, resulting in firmer retorted onion in various calcium agents. Further investigation should be carried out to determine the optimal condition for prevention of tissue softening of various retorted vegetables.

**Key words:** retorted onion, LTLT blanching, calcium, pectin methylesterase (PME), firmness, retorted vegetable

### I. 서 론

소득 증대 및 생활의 간편화 추구 경향에 따라 그 수요가 점점 증대되고 있는 각종 조리 가공식품 중 레토르트 식품은 편의성, 저장성, 메뉴의 다양성 등의 측면에서 상품력이 높은 제품군이다. 다양한 레토르트 식품의 식감, 외관, 향미 등의 관능적 품질에 가장 큰 영향을 주는 식재료 중의 하

나가 양파, 당근, 감자, 양배추 등과 같은 각종 야채류이다. 이중 양파는 사용빈도가 매우 높은 재료 중의 하나이지만 열에 약한 펙틴질의 다량 함유라는 조직 구조상 특징과 이화학적 특성으로 레토르트와 같은 고온, 고압 살균 시 조직의 가열 연화 현상이 현저하여 사용에 많은 제한이 뒤따른다. 양파와 같은 고펙틴질 채소류의 가열 중 texture 변화는 pectin, hemicellulose, cellulose 등

<sup>¶</sup>: 최준봉, 010-2521-3404, junbongchoi@hanmail.net, 경기도 화성시 봉담읍 와우안길 17 수원대학교 호텔관광대학원

과 같은 세포벽의 middle lamellar 성분의 화학적 변화 및 손실에 따른 세포벽의 turgor force의 감소로 급격히 일어난다.

고온 가열에 의한 조직연화를 최소화하기 위해 상업적으로 사용되고 있는 방법이 효소(pectinesterase, PE)에 의한 펙틴 성분의 demethoxylation 효과를 이용한 것으로 채소류를 60~75°C의 비교적 낮은 온도에서 장시간 예비 열처리하면 가열 살균 후 무처리군에 비해 조직 연화가 개선된다는 연구결과에 기초하고 있다(Li N 등 2005). 구체적 기작은 60~75°C에서 blanching 하면 methoxyl기를 분해시키는 pectinesterase(PE)의 활성이 최대가 되어 생성된 carboxyl기에 세포액내의 Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> 등의 2가 이온 및 인위적으로 첨가한 Ca<sup>2+</sup>이 결합하여 견고한 cross-linkage를 형성하여 조직의 경화를 가져오는 것으로 알려져 있다. 이러한 기작을 이용하여 배추에서 두 종류의 pectinesterase를 추출, 분리하여 최적 활성을 나타내는 온도가 48°C, 55°C 라는 사실을 밝히고, 실제 김치 통조림 제조에 적용하여 가열에 의한 배추 조직의 연화를 방지한 연구사례와 무김치의 연화방지를 위하여 무 PE의 최적 활성 온도는 50~60°C라고 밝힌 연구가 국내에 발표되어 있다(Baek HH 등 1989, Yook C 등 1985). 또한 국외에서는 당근을 77°C에서 5~10분간 예비 열처리하여 firmness를 유지시킨 연구결과가 나와 있으며(Lee CY 등 1979), 이 외에도 Fleming HP 등(1987)이 오이를, Elda G 등(2004)이 자라노피 고추를, Buescher RW와 Hudson JM(1986)이 오이피클을 대상으로 조직감 향상에 관한 연구를 수행하여, 공업화 적용한 사례가 발표되어 있다.

예비 열처리 방법 이외에도 상온에서 알칼리 처리를 통해 methoxyl기의 deesterification 반응을 일으켜 가열 중 펙틴질의 β-elimination에 의해 조직의 연화를 가져오는 depolymerization을 최소화시킨 연구결과도 있는데(Van Buren JP 와 Pitifer LA 1992) 알칼리를 이용한 조직경화 반응이 일어난데 24시간 이상의 장시간이 소요되는 단점으

로 인해 활용성에 제약이 따른다.

이러한 야채류 조직감 개선에 관한 다양한 연구가 국내외에서 활발히 이루어졌지만, 대부분 예비 열처리한 야채를 상압의 100°C 내외에서 가열하여 조직 연화 방지 효과를 고찰한 경우이며, 상온에서 장기간 유통이 가능하여 가공식품 중에서 중요한 위치를 차지하고 있는 레토르트 제품에서의 야채원료에 대한 조직감 향상 관련 연구는 거의 없는 실정이다. 특히 양파는 조리 가공식품에서 주요 원료임에도 불구하고 레토르트 뿐만 아니라 상압 가열에서도 가열연화 방지에 대한 실험 및 고찰이 거의 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 레토르트 제품의 생산에 적용되는 상업적 살균조건인 121.1°C, 2.3 Kg/cm<sup>2</sup>의 고온, 고압 가열하에서 양파 조직감의 가열연화를 최소화할 수 있는 예비 열처리 조건 확립을 목표로 양파의 PE 효소 활성 최적화를 위한 blanching 조건과 칼슘제 첨가 영향을 동시에 고려하여 최적 조건을 고찰하였다. 관련 연구를 통해 확보한 데이터와 고찰 결과는 다양한 레토르트 야채의 조직감 향상을 가져 올 수 있는 상업적 전처리 기술 개발에 적극 활용할 수 있으며, 이를 통해 소비자의 만족도를 한층 높여 줄 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 양파 시료 준비

본 실험에 사용한 양파는 재래시장에서 구입하여 5~10°C의 냉장고에 보관하여 조직의 연부현상이 없는 신선 상태를 유지하여 사용하였다. 양파는 동일 품종일지라도 부위별 조직감의 차이가 매우 큰 것으로 나타나 가장 바깥쪽과 안쪽은 제외하고 나머지 부분 중 조직감이 유사하게 나타나는 부위를 사전 firmness 측정과 육안 관찰을 통해 확인하여 시료로 사용하였다.

### 2. 예비 열처리 및 칼슘 처리

양파를 3.5 × 1.5 cm로 절단하여 최대한 크기를

맞추어 50~80℃의 물 또는 0.1~3.0 (% w/w) 농도의 식품첨가물용 염화칼슘, 유산칼슘, 패각칼슘, 펙틴 등의 각종 조직 경화제 용액이 담긴 항온수조에서 10~180분 동안 예비 열처리를 실시하였다. 대부분의 양파가 항온수조 표면에 부상하므로, 표면의 온도를 디지털 온도계(thermocouple)로 측정하여 정확한 온도제어가 될 수 있도록 하였다.

Citric acid를 이용한 pH별 조직 경화 효과를 고찰하기 위해 0.5 (% w/w)  $\text{CaCl}_2$  용액에 0.01~0.3 (% w/w)의 식품첨가물용 citric acid를 첨가하여 pH를 3.0~3.5로 조절하였다.

### 3. 레토르트

실험에 사용한 레토르트 파우치(삼아알미늄쥬, 한국)는 불투명 파우치로 재질은 polyester(12  $\mu$ )/aluminum(9 $\mu$ )/casted polypropylene(70 $\mu$ )이며, 크기는 130mmx170mm이다. 한편 레토르트한 후의 양파 외관의 저장기간별 관찰을 위해 내열성 투명비닐 파우치(PET12(siox)/Ny15/R-CPP 70)을 포장지로 사용하였다.

레토르트시 충전물은 양파를 salt:sucrose:MSG를 중량비로 3:3:0.3으로 넣은 200g 이온용액에 침지시킨 것과 대조구로 이온을 첨가하지 않은 순수한 200g 물에 양파를 넣은 것을 이용하였다.

시료의 가열처리는 수증기-공기 혼합체인 가압 수냉식 반자동 레토르트(PILOT-ROTOR<sup>®</sup> 900, STOCK, German)를 사용하여 실시하였으며, 이때 레토르트의 come-up time은 10분을 기준으로 하였다. 파우치내의 기하학적 중심부에 Fo값 자동계산기의 구리-콘스탄탄 열전쌍(T-type thermocouple)을 연결하여 시료 내부의 온도 및 Fo값을 연속적으로 측정하였다.

### 4. 조직감 측정

양파 조직감 (firmness)은 Fudoh Rheometer (NRM-3005D, 부동공업사, Japan)를 사용하여 Knife로 table speed 30 cm/min, 최대응력 5Kgf 하에서의 양파의 표면으로부터의 시료당 10~15회

의 절단실험을 통해 수동 아날로그 계기판에 나타나는 평균 파괴에너지로 측정하였다.

### 5. 관능평가

레토르트 양파의 조직 연화 방지를 위해 저온 장시간 예비 열처리를 실시한 실험구와 무처리 대조구의 관능적 특성을 평가하였다. 식품 연구개발 업무를 하는 훈련된 패널 7명을 검사원으로 선정하여 실험의 취지를 인식시킨후 전반맛, 외관, 조직감을 9점 척도법으로 3회 반복 평가하였으며 척도가 높을수록 특성 강도가 강한 것을 나타내었다. 가장 중요한 관능적 특징인 조직감은 경도 (hardness), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness)을 각각 평가하였다. 시료 평가의 정확성을 위해 한 개의 시료의 평가가 끝나면 물로 입안을 헹구게 하고 1~2분 후 다음 시료를 평가하게 하였다.

### 6. 통계처리

모든 실험은 3회 반복을 하였으며, 이들 결과에 대해서는 통계패키지 SAS 8.12(Statistical Analysis System, USA)로 분산분석(Analysis of variance)을 실시하였고, 시료간의 유의적 차이 검증을 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다( $p < 0.05$ ).

## III. 결과 및 고찰

### 1. 예비 열처리 온도 및 시간에 따른 영향

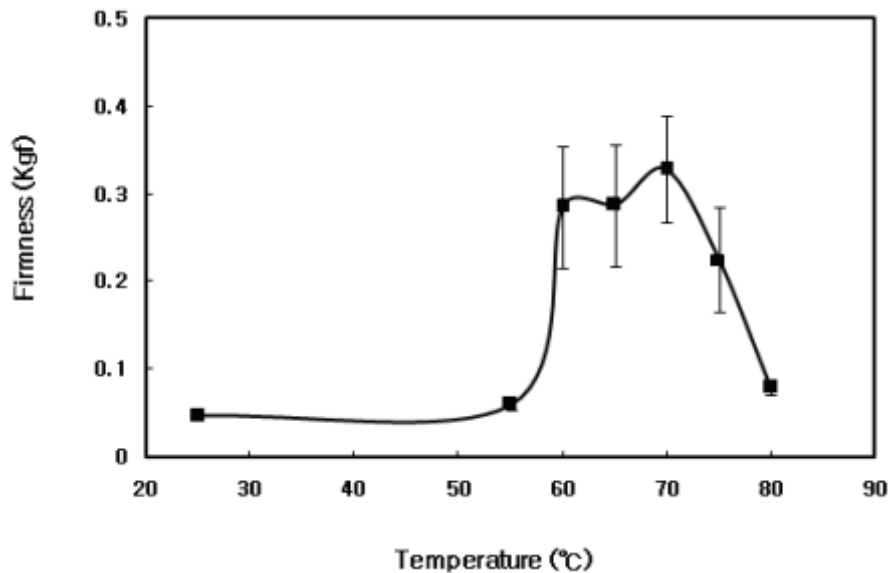
양파를 비롯한 각종 야채 조직의 가열에 따른 연화 현상은 식물세포벽 구성물질인 펙틴질의 분해에 기인하는 것으로 즉 조리, 가열 살균되는 동안에 총 펙틴질이 손실되고, 불용성 프로토펙틴(protopectin)이 감소하는데 반해 수용성 펙틴이 증가하는 것이다. 이와 같은 인터라멜라 레이어(interlamella layer)의 화학적 성질의 변화가 가열에 의한 조직연화의 주 원인으로 밝혀져 있다 (Elda G 등 2004). 이를 방지하기 위해 현재 공업

적으로 사용되고 있는 방법이 펙틴질의 분해에 관여하는 펙틴에스테라제(pectinesterase, PE)와 폴리갈락투로나제(polygalacturonase, PG) 효소의 작용을 인위적으로 조작하는 것이다. 즉 각종 칼슘용액에서 예비 열처리를 통해 펙틴의 α-1,4 결합을 불규칙적으로 가수분해하는 폴리갈락투로나제 효소의 활성을 억제시키고 펙틴에스테라제를 활성화시켜 펙틴이 칼슘이온과 가교결합(cross-linkage)을 형성시켜 조직의 연화를 방지하는 방법이다 (Li N 등 2005).

따라서 본 연구에서는 먼저 양파내의 pectinesterase의 최대 활성이 이루어지는 예비 열처리 조건을 추정해 보기 위해 예비 열처리 온도별, 시간별 레토르트시의 조직감 변화 양상을 살펴보았다. <Fig. 1> 결과에서 양파의 pectinesterase의 활성이 최대가 되는 예비 열처리 온도는 70°C 내외로 추정되었다. 양파의 firmness는 60°C에서부터 효소활성의 급격한 증가로 예상되는 효과로 현저한 상승을 보였으며, 70°C에서 0.328Kgf로서 최대치를 보였다. 70°C의 조직감은 무처리 경우의 0.047Kgf 보다 7배 이상의 증가하여 관능품질이

가정 조리시와 큰 차이가 없었다. 70°C 이후로는 firmness 증가 효과가 급속히 떨어져 80°C 이상의 온도에서는 그 효과를 볼 수 없었는데 이는 pectinesterase가 열에 의해 변성된 것으로 추정되었다. 따라서 양파에서의 레토르트 전의 적정 예비열처리는 60~75°C 사이라고 할 수 있으며, 이는 대부분의 고펙틴질 야채류의 pectinesterase의 활성이 최대가 되는 온도가 70°C 근방이라는 연구결과와 유사한 결과를 보였다(Li N 등 2005). 정확한 양파내의 효소 활성 온도를 확인하기 위해서는 양파로부터 분리된 효소를 활용한 실험이 필요하여 향후 보완 실험을 진행할 예정이다.

한편 예비 열처리 시간에 따른 레토르트 후의 조직감 변화를 알아본 결과 (Fig. 2) 예비 열처리 시간이 2시간일 때 가장 높은 firmness를 나타내었다. 2시간 이후로는 firmness가 오히려 낮아졌는데 이는 최대 활성을 나타내는 시간 이후는 누적된 열에 의해 펙틴에스테라제가 열분해 되기 때문으로 추정된다. 예비 열처리 2시간 근방이 최대 조직감을 나타내는 조건이지만 <Fig. 2>에서와 같이 20~30분 처리 때부터 조직감 향상 효과



<Fig. 1> The change of texture firmness by pre-heating temperature (pre-heating time : 60 mins) in retorted onion at 121°C, for 20 mins (Fo = 10)

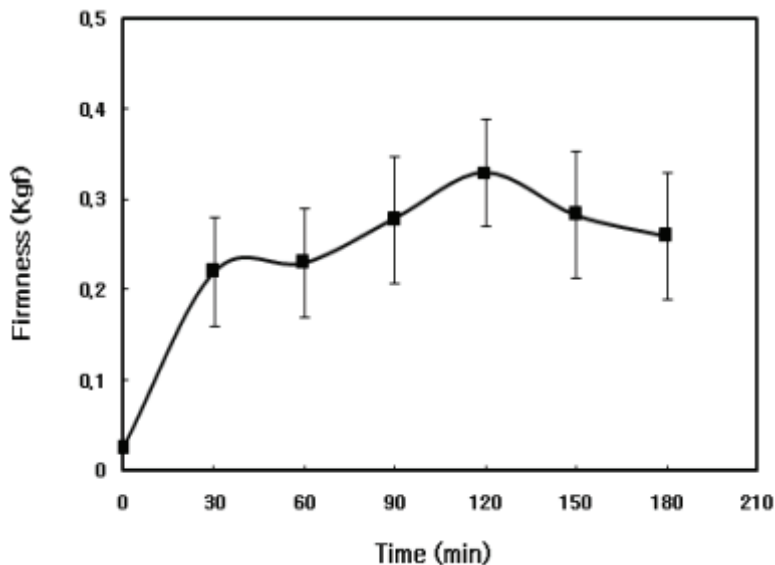
가 급격하고 그 이후로는 비교적 완만히 증가함으로써 이를 근기로 현장 scale up 실험을 통해 1톤 용량의 정치식 이중자켓 블렌칭조를 이용한 상업적으로 활용이 가능한 30분 예비 열처리 공정을 확립하였다.

## 2. 칼슘용액에서의 예비 열처리 시간 영향

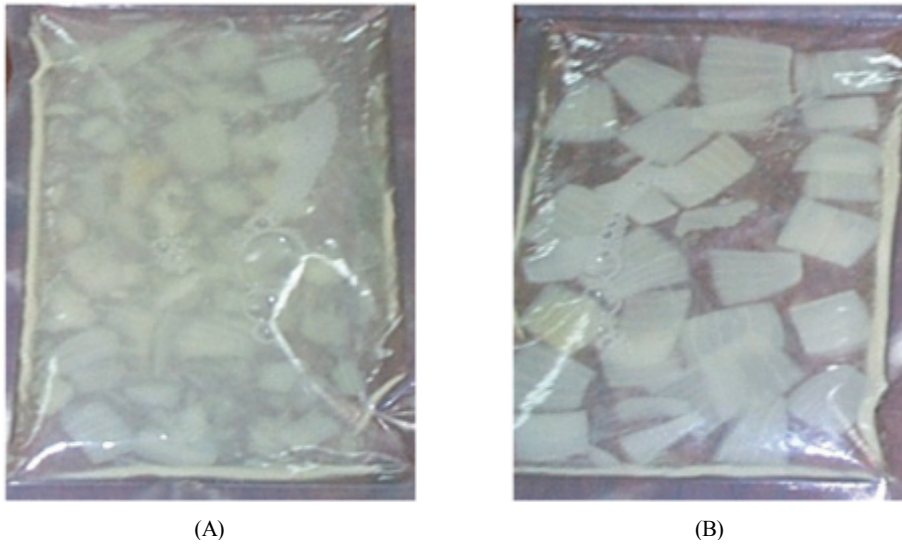
예비 열처리 없이 25℃의 0.3~3.0 (% , w/w) CaCl<sub>2</sub> 용액에서 30분에서 2시간 동안 침지시킨 결과 레토르트 전, 후 무처리 시료와 거의 유사한 조직감을 보여 칼슘제 첨가만으로 조직감 증가 효과를 거의 볼 수 없었다. 이는 조직감 증가가 예비 열처리시 펙틴에스터라제 효소의 활성이 최대로 되어 메톡실기가 분해되고 유리카르복실기가 생성되어 그 위치에 칼슘이 결합하는 기작에 따른 것이므로 칼슘제 첨가만으로는 칼슘이온과 펙틴질 사이에 cross-linkage를 형성해주는 결합 부분이 거의 존재하지 않아 조직 강화 효과를 크게 볼 수 없는 것이다. 김치 통조림 개발을 위해 Baek HH 등 (1989)이 배추 조직의 연화 방지를 연구한 사례도 이러한 기작에 바탕을 둔 방법이다.

0.5%(w/w) CaCl<sub>2</sub> 용액에서 예비 열처리 시간별로 양과의 조직감 증가효과를 살펴본 결과 30분간 예비 열처리시 1.8Kgf의 firmness를 보여 가장 높은 값을 보였지만 생시료의 1.3Kgf에 비해 큰 차이가 없었다. 그러나 레토르트 후 조직감은 무처리구에 비해 현저한 향상을 보여, 2시간 예비 열처리 경우 0.49Kgf로 대조구 대비 10배의 증가를 가져왔다. <Fig. 3>의 사진에서와 같이 무처리구의 경우 레토르트 후 열변성에 의해 양과가 조각으로 나누어 지는데, 이에 반해 처리구는 비교적 온전한 상태를 나타내었다. 관능검사에서도 조직감과 관련된 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness) 평가 항목에서 무처리구의 2~4점대에 비해 처리구의 경우 7~8점대를 나타내 유의차 있는 우수한 결과를 나타내었다.

양과의 주요 성분은 수분이 90%, 단백질이 1.1%, 탄수화물이 7.2% 내외 함유되어 있으며, 영양, 기능성 성분으로는 비타민 C가 10~20mg, 그리고 Ca, P, Fe 등이 함유되어 있다. 처리구의 경우 무처리구에 비해 수분, 단백질, 지방 등의 일반 성분 함량의 차이는 거의 없을 것으로 사료되나



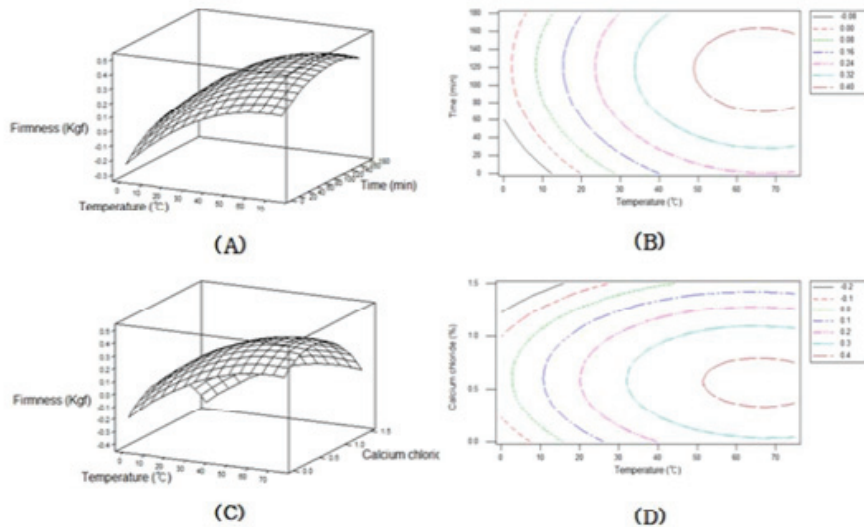
<Fig. 2> The change of texture firmness by pre-heating time (pre-heating temperature : 70℃) in retorted onion at 121℃, for 20 mins (Fo = 10)



<Fig. 3> The comparison of the prevention effect of tissue softening of retorted onion between (A) non treatment and (B) pre-treatment (pre-heating at 70°C for 20 mins in 0.3 (% w/w) CaCl<sub>2</sub>solution)

조직경화 효과에 의해 세포벽 구성물질인 펙틴질과 섬유소 등의 성분이 무처리구에 비해 더 많이

잔존할 것으로 예측되어 향후 성분 분석을 통해 이를 입증할 예정이다.



<Fig. 4> The optimization condition for the prevention effect of tissue softening of retorted onion (121°C, 20min, F=10) by RSM (response surface method) analysis

(A), (B) : surface and contour plot about relationship of temperature and time at 0.5 (% w/w) CaCl<sub>2</sub> solution  
 (C), (D) : surface and contour plot about relationship of temperature and CaCl<sub>2</sub> concentration at pre-heating 90 mins

조직감 향상을 가져오는 최대 예비 열처리 시간은 60~120분이나 10~20분 예비 열처리하여도 8배 정도의 증가를 가져왔다. 따라서  $\text{CaCl}_2$  용액에서의 예비 열처리시도 물에서의 예비 열처리시와 거의 동일한 결과를 보였다.

이상의 실험 결과에서 레토르트 양파의 조직 연화 현상을 최소화하여 적정 firmness를 유지할 수 있는 상업적 최적 조건은 65~70°C의 0.3~0.5% 칼슘용액에서 30~60분 예비 열처리하는 것으로 밝혀졌다. 이러한 최적 조건의 검증을 위해 반응 표면분석법(RSM, response surface method)을 실시한 결과 <Fig. 4>와 같이 각 인자에 대한 개별 실험 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

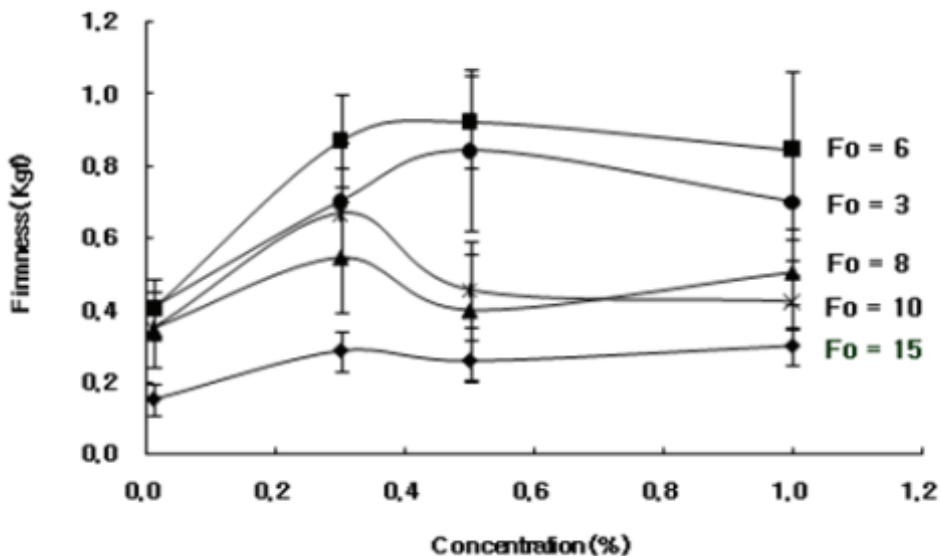
### 3. 칼슘용액에서의 예비 열처리시 칼슘 농도 영향

$\text{CaCl}_2$  용액에서의 예비 열처리시 칼슘 농도에 따른 레토르트 후의 양파 조직감을 열처리 강도

( $F_0=3\sim 15$ ) 별로 고찰한 결과, 0.3 (% w/w)  $\text{CaCl}_2$  용액에서 70°C, 2시간 동안 예비 열처리한 경우 칼슘 용액을 사용하지 않고 물에서 예비 열처리한 대조구에 비해 1.5~2배의 조직감 향상 효과를 보였다 (Fig. 5). 특히 가열 양파의 조직감 향상 효과는 열처리 강도가 낮은  $F_0$  값 3~6에서 우수한 결과를 보여 냉장 유통을 목표로 세미 레토르트 (110~115°C) 가열공정을 적용하는 가공식품 내의 펙틴질 및 섬유질을 다량 함유하고 다양한 야채 원료의 조직감 개선에 있어서도 효과적으로 사용할 수 있는 방법으로 사료되었다.

### 4. 칼슘제 종류의 조직경화 효과

예비 열처리시 칼슘제의 종류 및 농도에 따른 레토르트 후의 양파 조직감을 살펴본 결과 칼슘 이외에 마그네슘, 칼륨, 철 등 각종 2가 미네랄 이온을 다량 함유하고 있는 강알카리 계통의 패각 칼슘이 가장 큰 조직감 향상 효과를 나타냈다 (Fig. 6). 또한 인산칼슘, 유산칼슘도 조직경화제



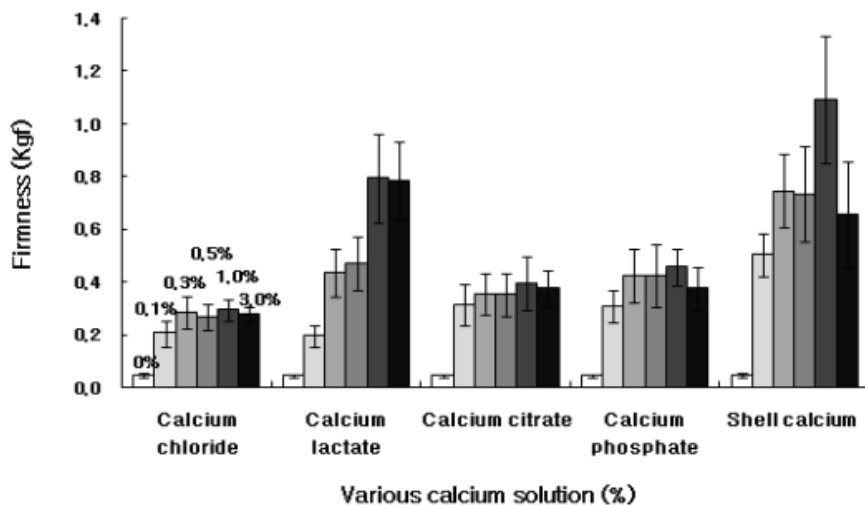
<Fig. 5> The change of texture firmness with pre-heating at 70°C, for 120 mins in 0 ~ 1.0 (% w/w)  $\text{CaCl}_2$  solution for retorted onion with change of retort condition ( $F_0=3\sim 15$ )

로서 현재 공업적으로 사용되고 있는 구연산, 염화칼슘 보다 우수한 조직감 향상 효과를 보였다 (Fig. 6). 특히 패각칼슘의 경우 1 (% w/w) 용액에서 70℃, 2시간 동안 예비 열처리한 경우 레토르트 후에도 생양파의 경도와 거의 유사한 1.0~2.0Kgf의 값을 보여 대단히 우수한 조직감 유지효과를 보였다. 이는 패각칼슘이 pH 10 이상의 강알칼리성 칼슘제 이므로 조직경화작용과 밀접한 관계가 있는 유리카르복실기의 생성을 가져올 수 있는 펙틴의 메톡실기의 가수분해가 효소작용과 더불어 일어나고 칼슘 이외에 다량의 2가 미네랄 이온이 풍부하여 많은 이온들이 조직경화 결합에 참여할 수 있기 때문이다. 각 칼슘제 용액에서 최대 조직감을 보이는 농도는 대체적으로 0.3~1.0% 사이이나 쓴맛, 색상 변화 등의 관능적 품질을 감안해볼 때 0.3~0.5%의 농도가 적당한 것으로 판명되었다. 관련 타 연구사례에서는 대부분 칼슘종류를 염화칼슘 또는 유산칼슘으로 한정하여 조직 경화 현상에 대한 고찰을 진행한데 반해 본 연구에서는 다양한 칼슘제제를 실험하여 최적의 칼슘 첨가물 종류를 결정하였는데 상업적

으로도 바로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

### 5. 기타 조직경화제 영향

각종 칼슘제 이외에 조직감 경화현상을 가져올 것으로 기대되는 펙틴, 알지네이트, 셀룰로오스 등의 세포 구조물질을 0.1~3.0 (% w/w) 첨가한 용액에서 예비 열처리하여 조직감 향상 효과를 살펴보았다. 실험결과 펙틴용액에 침지한 후 70℃에서 2시간 예비 열처리한 경우 0.220 Kgf의 firmness를 보여 무처리 대조구 보다 5배 정도의 향상을 보였다. 그러나 칼슘제 첨가의 8~20배 증가 효과에 비해서는 그 효과가 비교적 약하므로 조직경화 기작이 다른 것으로 여겨진다. 펙틴의 조직경화 기작은 예비열처리에 의해 일부 파괴되거나 느슨해진 세포벽 구조 사이로 펙틴분자가 침투하여 세포액내의 칼슘이온과 젤을 형성하고, 형성된 젤이 세포 내와 세포 사이의 공극을 채우게 됨으로써 레토르트 후에도 일부 조직이 온전히 유지되는 것으로 생각된다. 그와 동시에 인위적으로 첨가한 펙틴분자가 세포벽 사이에 존재하고 있는 펙틴분자와 세포액내의 칼슘을 매개체로 가



<Fig. 6> The comparison of texture firmness when applying of various kinds of calcium solution with change of concentration in pre-heating (70℃, 120 mins) to retorted onion (121℃, 20 mins (Fo = 10))



교결합을 형성할 수 있으므로 그로 인해 조직경화가 일부 일어난다고 할 수 있다. 한편 세포내부로 침투하지 못한 일부 거대분자 펙틴이 양과외부에서 얇은 젤리막을 형성하여 압력이 세포벽 및 막에 전달되는 분자 압착 효과가 발생함에 따라 가열 중 내부 세포액의 유출을 억제시켜 조직의 연화가 방지되는 효과도 추가로 발생할 것으로 추정된다.

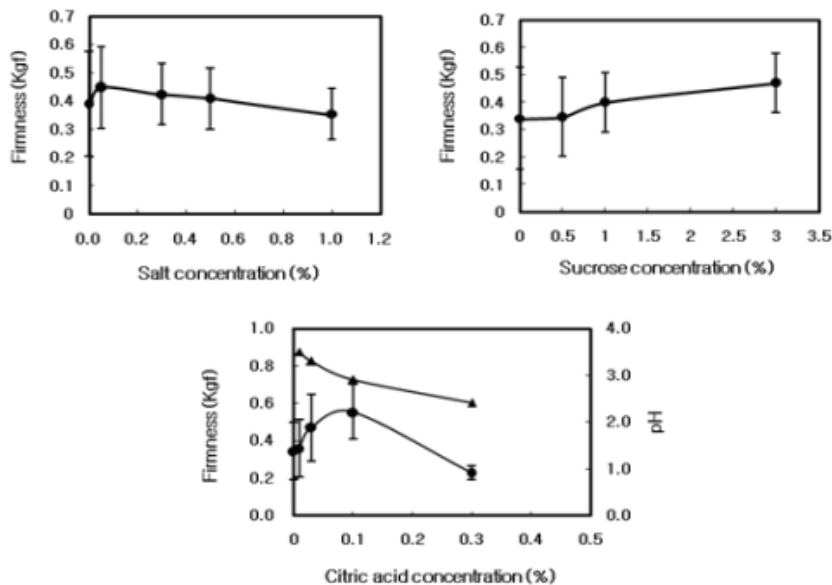
## 6. 기타 인자들의 영향

소량의 염첨가를 통한 펙틴에스터라제 활성 촉진, sucrose 첨가에 의한 삼투압 조절로 가열시 급격한 탈수 방지, pH 조절을 통한 펙틴질의 가수분해 지연 등이 조직감 증가에 미치는 영향의 고찰을 목적으로 각 성분의 농도별 효과를 살펴보았다 (Fig. 7). 0.5 (% w/w)  $\text{CaCl}_2$  용액에 0.01~0.3 (% w/w)의 citric acid를 첨가하여 pH를 3.0~3.5로 조절한 경우 무첨가 대조구에 비해 1.5~2배의

조직 견고성 증가를 보여 pH 조절이 가장 중요한 인자 중의 하나라는 사실을 알 수 있었다. 관련 타 연구사례에서도 pH 4.0 근방에서 firmness가 가장 잘 유지되고 pH 5 이상이나 pH 3 이하에서는 급속히 연화된다고 하였으며, 조리시 용출되는 펙틴질도 pH 4에서 가장 적었고, pH 5 이상이나 pH 3 이하에서는 증가하였음을 밝혔다(Walter Jr WW 등 1992). 본 연구에서의 pH 조절에 따른 조직감 증가 효과도 이와 유사한 효과에 의해 일어나는 것으로 사료된다.

## IV. 결론 및 요약

고온, 고압 가열시 양과 조직의 가열 연화를 최소화하기 위하여 예비 열처리와 조직경화제 첨가 조건의 최적화에 관한 연구를 수행하여 다음과 같은 연구결과를 얻었다. 조직경화제를 첨가하지 않은 물에서 양과를 65~75°C, 60~120분 예비 열



<Fig. 7> The comparison of the prevention effect of tissue softening of retorted onion with various amounts of salt, sucrose, citric acid (change of pH) concentration (pre-heating at 70°C for 120 mins in 0.5 (% w/w)  $\text{CaCl}_2$  solution, retorting at 121°C, for 20 mins (Fo = 10))

처리하면 레토르트시 0.328 Kgf의 firmness를 보여 무처리구의 0.045 Kgf에 비해 8~10배의 현저한 조직감 증가를 가져왔다. 저온에서의 장시간 예비 열처리 (LTLT blanching)에 의한 양파 조직 내 견고성의 향상은 세포벽에서의 pectin methyl-esterase(PME) 작용으로 carboxyl 그룹과 2가 양이온(Ca<sup>2+</sup>)간의 강한 가교결합과 관련이 있는 것으로 추정되었다. 그리고 염화칼슘 용액에서 양파의 조직감 증가를 위한 최적 예비 열처리 조건은 0.3~0.5% 농도에서 65~75℃에서 20~120분간 가열하는 것으로 나타났으며, 무처리구에 비해 12~15배의 향상된 결과를 보였다. 각종 조직경화제 중 패각칼슘, 인산칼슘, 구연산칼슘, 유산칼슘 등의 칼슘제 계통이 가장 큰 효과를 나타내었다. 특히 칼슘 이외에도 마그네슘 등과 같은 2가 미네랄 이온이 풍부하게 함유되어 있고 효소활성 없이 메톡실기의 가수분해를 일으키는 알칼리 계통의 패각칼슘 용액에서 예비 열처리한 경우 레토르트 후에도 가열하지 않은 생시료 조직감의 70~80% 수준을 나타내었다. 1.0 (% w/w) 펙틴 용액에서의 예비 열처리시 칼슘용액에 비해 효과는 떨어지지만 무처리구에 비해 5배, 물에서의 예비 열처리시 보다는 1.5배의 조직감 증가를 나타냈다. 조직경화 기작은 젤 형성과 기존 펙틴조직과의 결합, 분자 압착 효과 등에 의한 것으로 추정되어 염화칼슘 용액에서의 예비 열처리 기작과는 다른 것으로 파악 되었다.

본 연구를 통해 편의식으로서 수요가 확대되고 있는 레토르트 제품의 품질향상에 중요한 역할을 하는 양파를 비롯한 다양한 야채원료의 조직경화를 가져올 수 있는 상업적 전처리 기술 개발을 수행하였다. 특히 본 고펙틴질 야채류의 조직감 개선에 관련 기술을 적용시 효과가 뛰어난 것으로 예상되므로 향후 야채 종류별로 칼슘용액에서의 예비 열처리 조건에 대한 실험을 진행하여 최적 조건을 확립해 나갈 예정이다.

## 한글 초록

레토르트 처리한 양파의 조직감(견고성)을 향상시키기 위하여 칼슘용액에서 장시간 저온(LTLT)블랜칭을 실시하였다. 칼슘용액에서 예비 열처리한 양파는 일반적인 블랜칭과 비교시 고온 멸균한 후 양파의 조직감이 의미있게 향상되었다. LTLT 블랜칭에 의한 견고성의 향상은 양파 조직의 pectin methyl-esterase(PME) 작용으로 carboxyl 그룹과 2가 양이온(Ca<sup>2+</sup>)간의 강한 가교결합과 관련이 있다. 0.5% 칼슘용액에서 70℃, 120분동안 예비 열처리를 행하였을 때 가장 높은 견고성을 가진 레토르트 처리된 양파를 얻을 수 있었다. 이 같은 결과는 양파에서 PME의 활성도와 결합된 칼슘의 함량이 70℃에서 가장 높았다는 것을 의미한다. 또한, Mg<sup>2+</sup>와 같은 여러 2가 양이온을 함유하고 있는 알칼리 계통 칼슘이 펙틴 분자를 상온에서 가수분해하는 기작이 효소 작용에 더해져 여러 칼슘용액 중에서 레토르트 처리된 양파의 조직감을 가장 견고하게 하였다. 향후 여러 가지 레토르트 처리된 야채들의 조직 연화 방지를 위한 최적조건 실험이 야채별로 더 많이 수행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 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(1):149-153
- Buescher RW, Hudson JM (1986). Bound cations in cucumber pickle mesocarp tissue as affected by brining and CaCl<sub>2</sub>. *J Food Sci.* 51(1):135-137
- Elda G, Juan C, Cristóbal N, Maria L (2004). Pectinesterase activity and the texture of jalapeño pepper. *European Food Research Technol* 218(2):164-166

- 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(3):653-657
- Lee CY, Bourne MC, Van Buren JP (1979). Effect of Blanching treatment on the firmness of carrots. *Journal of Food Science* 44(2):615-616
- Li N, Lin D, Barrett DM (2005). Pectin methyl-esterase catalyzed firmness effects on low temperature blanching vegetables. *Journal of Food Engineering* 70(4):546-556
- Van Buren JP, Pitifer LA (1992). Retarding vegetable softening by cold alkaline pectin deesterification before cooking. *J. Food Sci.* 57(4):1022-1023
- Walter Jr WW, Fleming HP, Mcfeeters RF (1992). Firmness control of sweet potato french fry-type product by tissue acidification. *J Food Sci.* 57(1):138-142
- Yook C, Chang K, Park KH, Ahn SY (1985). Pre-heating Treatment for Prevention of Tissue Softening of Radish root Kimchi. *Korean, J. Food Sci, Technol* 17(6):447-453
- Kim KJ, Kang JH (1996). A study retort-pouch soybean paste pot stew. *Korean J. Soc, Food Sci.* 12(4):541-546
- Jeung SL, Yeung JH (2003). A study of rheology with cooking methods of potato. *Korean Journal of Culinary Research* 9(2):85-97
- Kim HA, Jung HA, Song CR (2011). A study on the optimization of Teriyaki sauce by RSM (Response Surface Methodology). *Korean Journal of Culinary Research* 17(5):206-217
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK (2012). Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean Journal of Culinary Research* 18(1):40-53

---

2013년 12월 01일 접수

2014년 01월 15일 1차 논문수정

2014년 03월 15일 2차 논문수정

2014년 04월 05일 3차 논문수정

2014년 04월 10일 논문게재확정