pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 33. No. 1, 001~008 (2020)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2020.33.1.001

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

염화칼슘을 이용한 시금치의 연화방지 연구

황 영 · †김 세 진
㈜ 아워홈 식품연구원 책임연구원

Study on the Prevention of Spinach Softening Using Calcium Chloride

Ying Huang and †Sen Jin Kim
Specialist, Food Research Institute, OURHOME Co. Ltd., Seongnam 13403, Korea

Abstract

The purpose of this study was to prevent excessive softening of seasoned spinach by heating and freezing through the pre-heating treatment in calcium chloride solution. The pre-heating temperature was set at 60℃, which supports the highest activity of pectinesterase around 60℃. Pre-heating spinach in calcium solution does not affect the chromaticity characteristics of spinach leaves and significantly improves its texture compared to conventional blanching only and pre-heating in water. The improvement of the firmness is related to the formation of strongly cross-linkages between carboxyl groups and Ca^{2+} by the action of the pectinesterase in spinach. For reheated spinach, the firmness of calcium chloride treated stems were 37.80~44.44 kg, and the control was 28.73 kg. The firmness of calcium chloride treated leaves was 19.73~40.79 kg, and the control was 9.63 kg. Additionally, the total aerobic bacteria in the fresh samples were 3.25~3.99 log CFU/g and 1.97~2.72 log CFU/g in the reheated samples. And the total coliform was not detected in the reheated samples. Considering the color, texture, microbial characteristics and taste quality, the optimum pre-treatment conditions to prevent excessive softening of spinach were 3% calcium chloride solution and 15minutes of treatment.

Key words: spinach, calcium chloride, firmness, pre-heating, pectinesterase

서 론

2000년 이후 국내에서는 소규모 가구 증가, 고령화 심화, 또한, 여성의 경제활동 참여 증가가 식생활 습관에 영향을 미쳐 식사의 '편의성'에 대한 요구가 더욱 커지고 있다(Gang 등 2018; Ministry of Food and Drug Safety 2019). 또한, 장기적인 경기 침체로 인해 '가성비'를 고려하는 소비자들이 증가하여 외식이 보다 '가성비'가 좋은 가장간편식(Home Meal Replacement, HMR) 시장이 급성장하고 있으며, 대부분의 국내 식품기업이 참여함에 따라 종류 또한 다양해지고 있다. 이 시장은 상온제품, 냉장제품이 주를 이루었으나, 최근 냉동기술의 발달로 저장성 및 품질보존력이 높고, 전자레인지 혹은 에어프라이어 등으로 간편하게 조리하여 섭취할 수 있는 냉동 RTH(Ready to Heat) 제품이 소비자로부터 큰 호응을 얻고 있다(Ministry of Food and Drug Safety 2019). 밥류, 반찬류, 간식류 및 안주류까지 가열만으로 즉시 먹을 수 있는 조리냉동식품의 종류가 매우 다양해지면서 최근 3년간 조리냉동식품의 연평균 성장률이 24.4%로 고성장하고 있으며, 향후 지속 확대할 것으로 전망되고 있다(Gang 등 2018).

조리냉동식품은 일반적으로 전처리 후 조리 과정을 거친 식재료들을 냉동시키는 방식으로 제조된다. 이런 가공방식으로 만든 조리냉동식품은 저장성 및 편의성은 높으나, 채소와 같은 식물성 원재료의 경우 고온조리 및 원료의 냉해동으로 인해 이수현상 및 조직의 연화가 일어난다. 그로 인해 채소류 고유의 식감이 상실되어 제품의 상품성이 저하되는 문제점이 보고되고 있다(Jeong 등 2003; Kim 등 2004; Kim & Park 2012; Choi & Han 2016). 채소에 열을 가하면, 열에 의한 조직 연화와 함께 식물체 세포벽에 존재하는 불용성 protopectin

† Corresponding author: Se Jin Kim, Specialist, Food Research Institute, OURHOME Co. Ltd., Seongnam 13403, Korea. Tel: +82-31-5170-5108, Fax: +82-31-720-5460, E-mail: y1514.hwang@ourhome.co.kr

이 가용성의 colloid pectin으로 가수분해되고, 세포간의 결합을 약화해 조직의 연화가 일어나게 된다(Kim NY 1992; Ni 등 2005, Van Buggenhout 등 2009). 이렇게 세포의 일부가 파괴된 채소가 동결되면 추가적인 세포벽의 파괴가 일어나게 되고, 세포의 팽압 보유력이 손실되어 조직의 과대 연화가 발생하여 상품성 잃게 된다(Jeong 등 2003; Kim & Park 2012).

이러한 문제를 해결하고, 냉동채소류의 상품성을 향상시키고자 채소류 조직의 과대 연화를 억제하기 위한 열처리 및 냉/해동에서의 최적 조건을 탐색하는 연구가 많이 진행되었다(Kim NY 1992; Kim 등 2004; Kim 등 2012; Choi & Han 2016; Kim KI 2017). 상업적 방법으로 칼슘 이온 첨가를 통해 채소류 세포벽의 펙틴질 구조를 강화시키는 방법이 대표적이다(Choi & Cho 2015). 이 방법의 기전은 pectinesterase의 활성을 최대화 시키고, Pectin methyl esters에서 분리된 carboxyl기에 세포액 내의 Ca^{2+}, Mg^{2+} 등의 2가 이온과 첨가한 Ca^{2+}과 결합하여 견고한 cross-linkage를 형성해 조직의 경화를 가져오는 것으로 알려져 있다(Baek 등 1989; Sun DW 2006). 이러한 방법을 이용한 연구에는 50℃의 0.05 M 염화칼슘 용액에서 90분간 열처리를 통해 김치 통조림의 가열에 의한 배추 조직의 연화를 억제하는 연구가 진행되었으며(Baek 등 1989), 65~75℃, 0.3~0.5% 젖산칼슘 용액에서 60~120분의 전처리를 통해 레토르트 양파의 조직감을 향상시키는 연구가 진행되었다(Choi JB 2014). 이 외에도 염화칼슘 처리로 쌈무의 조직감 향상(Jeong 등 2015), 오이지의 경도 및 파쇄성 유지를 위한 블렌칭 처리 및 염화칼슘 첨가(Kim 등 2005), 8종 채소류(양배추, 당근, 브로콜리 등)를 55~70℃의 낮은 온도에서 장시간 열처리하면 가열 살균 후 무처리군에 비해 조직 연화가 개선된다는 연구(Ni 등 2005)가 진행되었다.

이와 같이 칼슘 이온을 이용한 다양한 채소류의 조직 연화 개선 연구를 진행하였는데, 국내에서 생산되는 대표적인 엽채류인 시금치의 경우, 클로로필 색소(Lee 등 2001; Lee 등 2005), 영양성분 및 기능성 성분(Hong & Ahn 2005; Yoon YE 2016), 재배조건(Yeoung 등 2004) 등에 관한 연구가 진행되었으나, 제조 과정 중 열과 동결에 의해 일어나는 연화현상에 관한 연구는 미비한 실정이다. 시금치는 한국인 식생활의 상용채소로, 연중 가정에서 나물과 국으로 많이 섭취하고 있다. 국내 식품 산업에서 많은 유통과 소비가 이루어지고 있는 식자재로 가공식품의 원재료로 넓게 사용하고 있었으나, 제조과정 중 데치기, 냉동 등 고온 및 저온 스트레스로 인해 조직의 과대 연화가 일어나 상품성이 떨어지는 경우가 많다.

따라서 본 연구에서는 시금치의 산업적 활용도를 높이고자, 염화칼슘용액에 시금치를 열처리하는 방법으로 시금치를 활용한 RTH(Ready to Heat) 냉동조리식품의 조직감 과대 연화를 방지하고, 식감을 유지할 수 있는 연구를 진행하고자 하였다. 시금치가 들어가는 대표적인 냉동조리식품은 나물무침, 나물 무침을 활용한 비빔밥, 잡채 등 있으며, 산업적으로는 주로 원물을 데치고, 소스와 버무려 무침 유형으로 만들어 사용한다. 이에 따라 본 연구에는 시금치를 냉동 무침 유형으로 제조하여 연구를 진행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 시금치는 ㈜송산농산을 통해 2019년 10월에 수확한 국산 시금치로 2~4℃의 냉장조건에서 보관하여 실험에 사용하였다. 염화칼슘은 ㈜남영상사를 통해, 식품첨가물 등급의 수입제품(QingDao Soda Ash Industrial Development, Qingdao, China)을 구매하여 실험에 사용하였다.

2. 예비 열처리 온도 추정

시금치 내의 pectinesterase의 최대 활성이 이루어지는 예비 열처리 온도를 도출하기 위해 50℃, 60℃ 및 70℃의 물에서 시금치를 30분 동안 열처리를 하였다. 온도별 처리된 시금치의 기계적 조직감을 측정하여 비교하였다.

3. 냉동 시금치 무침 제조

시금치 무침의 배합비는 Jeong 등(2013)의 연구를 참고하여 개발하였으며, 재가열 시 수분 손실로 인한 품질 저하를 방지하기 위해 무침용 소스에 보습성이 우수하고 감미도가 낮아 맛에 대한 양향이 적은 트레할로스(Oku 등 2002)를 첨가하였다. 배합비는 Table 1, 제조 공정은 Fig. 1에 제시하였다. 시금치의 비가식 부위 및 이물질을 제거하여 형태와 길이가 비슷한 것을 골라 시료로 사용하였다. 시금치 시료를 수돗물에 세척 후 원형 플라스틱 채반 위에 15분간 방치하여 물기를 제거하였다. 실험군의 경우, 물기를 제거한 시금치를 60℃의 물 혹은 1~5%(w/w) 농도의 염화칼슘 용액에서 15분, 30분 동안 예비 열처리를 실시하였다. 염화칼슘 용액의 사용량은 시금치 무게의 10배를 취하여 진행하였다. 예비 열처리된 시금치를 끓은 물에 1분 동안 데쳤으며, 데치는 조건은

Table 1. Recipe of seasoned spinach

Ingredients	Weight ratio (%)
Spinach	94.86
Sesame oil	2.88
Solar salt	0.82
Trehalose	0.82
Roasted sesame	0.62
Total	100

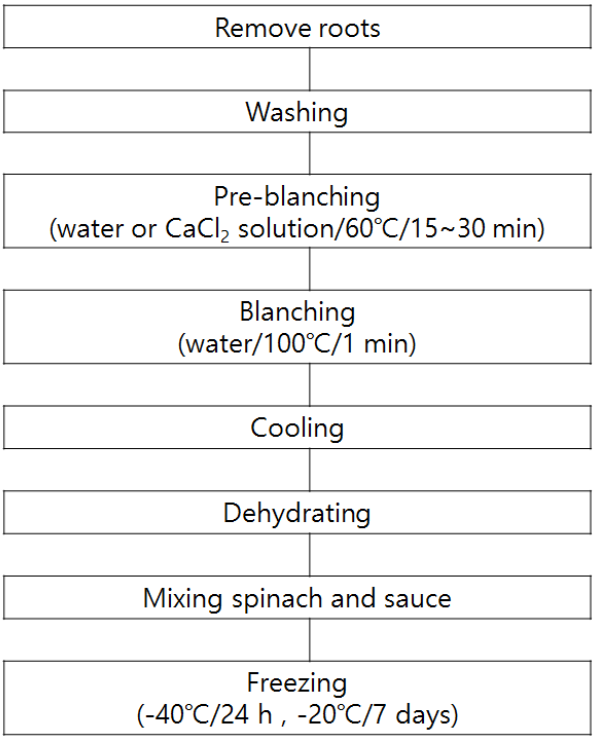

Fig. 1. Manufacture method of seasoned spinach.

선행연구(Kim KI 2017) 및 예비실험을 통하여 설정하였다. 냄비에서 시료 무게 10배의 물을 취하여 끓을 때 시료를 투입하여 뚜껑을 열은 상태에서 1분 동안 진행하였다. 대조군은 예비 열처리 없이 동일한 조건으로 데쳤다. 데친 시금치를 15℃ 이하의 냉각수로 충분히 헹구고 식품탈수기(W-110, Hanil Electric, Seoul, Korea)를 이용하여 2차례 탈수하였다. 탈수 후 참기름(Ourhome, Seoul, Korea), 천일염(DoYoumWon, Ansan, Korea), 트레할로스(Hayashibara, Okayama, Japan) 및 볶음참깨(Ourhome, Seoul, Korea)로 구성된 소스와 균일하게 버무려 시금치 무침을 제조하였다. 제조된 시금치 무침을 전자레인지 사용 가능한 플라스틱 용기에 100 g씩 담아 필름으로 실링한 후 −40℃의 냉동고(7400D, Thermo Fisher Scientific, Waltham, Mass., USA)에서 24시간 보관 후 −20℃의 냉동고(CA-D17DZ, LG, Seoul, Korea)에 7일 동안 저장하였다. 냉동된 시금치 무침을 전자레인지(MW25B, LG Electronics Tianjin Appliances, Tianjin, China)를 이용하여 800 w로 2분간 해동 및 재가열 후 이화학적 특성을 측정하였다.

4. 색도 측정

제조 직후 및 전자레인지로 재가열된 시금치 무침 시료의 잎 색도를 측정하였다. 색차계(CR-5, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 시료의 색도는 Hunter's color value L(명도), a(적색도), b(황색도)값으로 나타내었으며, 이때의 표준백판은 L=96.70, a=−0.13, b=2.06이었다. 각 처리군 당 3개, 개당 5회 반복하여 총 15회 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

5. 기계적 조직감 측정

제조 직후 및 전자레인지로 재가열된 시금치 무침 시료의 기계적 조직감 특성은 Texture Analyzer(TA-XT plus, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 이용하여 Quenzer & Burns (1981), Prakash 등(2000), Fan 등(2003)의 방법을 참고 및 변형하여 잎과 줄기를 구분하여 측정하였다(Table 2).

Probe은 Miniature Ottowa and Kramer Sheat cell(HDP/MK05, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 사용하였으며, 시금치 시료 표면의 참깨를 제거하여 probe의 사각형 금속 container(2 cm×2 cm×2 cm)에 넣은 다음 탐침으로 시료를 압축하였다. 잎의 경우, 탐침이 container 바닥 밑에 2 mm 나올 때까지 시료를 압축하였으며, 줄기의 경우, 시료를 100% 압축하였다. Texture program(Texture Exponent 32, Stable Micro Systems, Godalming, UK)에 의해 최대힘 firmness(kg)를 기록하였으며, 각 처리군 당 3개, 개당 3회 반복하여 총 9회 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

6. 총호기성 세균 및 대장균군 측정

총호기성 세균의 측정은 건조필름법을 이용하여 측정하였다(Ministry of Food and Drug Safety, 2019). 각 시금치 시료 20 g을 멸균한 0.85% saline에 순차적으로 희석한 후 Aerobic Count Plates(3M Petrifilm, 3M, Seoul, Korea)에 1 mL씩 접종하여 35±1℃에서 48±2시간 배양기에서 호기 배양하고, 생성 colony 개수(colony forming units per gram, CFU/g)로 총 호기성균수를 측정하였다. 대장균군의 측정은 총균수 측정과 동일한 방법으로 시금치 희석액을 *E. coli*/Coliform Count Plate (3M Petrifilm, 3M, Seoul, Korea)에 1 mL 접종한 후, 35±1℃에서 24±2시간 배양하여 대장균군수를 확인하였다.

Table 2. Texture analyzer condition for texture properties of seasoned spinach

Parameter	Operating condition	
	Leaf	Stem
Test type	Return to star	Return to star
Probe	HDP/MK05	HDP/MK05
Distance format	45 cm	100% strain
Load cell	5 kg	5 kg
Test speed	2 mm/sec	1 mm/sec
Sample weight	5 g	3 g/20 mm

7. 통계처리

이화학적 측정 항목에 있어서 시료 간에 유의적인 차이가 있는지를 알아보기 위하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 수행하였고, 결과에 따른 사후분석으로 Duncan's multiple range test를 수행하였다(α=0.05). 모든 분산분석은 SPSS for Window 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL., USA) 통계패키지를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 예비 열처리 온도 추정

선행연구에서 채소류 내 pectinesterase 활성화의 최적 온도는 50~70℃(Wu & Chang 1990; Hou & Chang 1996; Ni 등 2005)에 따라 50℃, 60℃과 70℃의 물에 시금치를 열처리하여 조직감 특성을 측정하였다. 30분 이상 침지 시, 시금치의 색깔 변화가 발생하여 열처리 시간은 30분으로 설정되었다.

50~70℃의 물에 시금치를 침지하여 시금치 내 pectinesterase의 활성화 시켜 유리된 Carboxyl group이 세포 내 칼슘 이온과 cross-linkage를 형성하게 하여 주었다. 이렇게 온도별 처리된 시금치의 조직감 특성에 따라 시금치 내 pectinesterase 활성화의 최적 온도를 도출하였다. Firmness 측정 결과는 Fig. 2에 제시하였으며, 시금치 잎의 firmness는 열처리 온도에 따라 통계적으로 유의적인 차이가 있었으며, 70℃에서 처리 시 firmness는 50℃ 및 60℃의 반으로 현저하게 낮게 나왔다. 줄기의 경우, 60℃에서 처리된 줄기의 firmness가 가장 높았으나, 50℃과 유의적인 차이가 없었다. 잎과 같이 줄기에서도 70℃에서 처리된 시료의 firmness가 유의적으로 낮게 측정되었다. 이에 따라 시금치의 pectinesterase의 활성이 최대가 되는 온도는 60℃ 내외로 추정되었으며, 예비 열처리 온도를 60℃로 설정하였다.

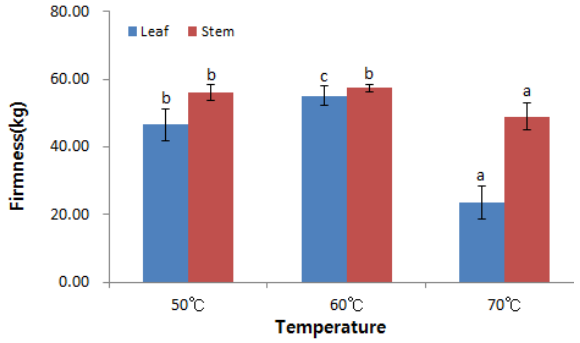

Fig. 2. Firmness of spinach leave and stem blanched at 50~70℃ for 30 min. All results are expressed as mean± standard deviation for nine replicates. [a~c] Different superscripts in the same raw are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

2. 색도

제조 직후 및 전자레인지로 재가열된 시금치 무침 잎 부분의 색도 측정결과는 Table 3과 같다. 제조 직후의 시료 간에는 유의한 명도(L-value) 및 황색도(b-value) 차이가 관찰되었으며, 대조군의 L 값 및 b 값은 가장 낮았으며, 염화칼슘 용액으로 예비 열처리된 실험군의 L 값과 b 값은 다소 높은 것으로 확인되었다. 시금치를 70℃의 물 혹은 염용액에서 5~15분 열처리 시 대조군 대비 L 값과 b 값은 상승되는 Jeong 등(2013)의 연구결과와 일치하였다. a 값의 경우, 모든 시료 간 유의한 차이가 나타나지 않고, −4.35~−4.78 사이의 값으로 나타내었다. 전자레인지로 재가열된 시금치 잎의 색도는 통계적 유의한 명도(L-value) 및 적색도(a-value) 차이가 관찰되었으나, L 값은 21.93~24.16, a 값은 −3.11~−3.81 범위로 차이가 매우 작은 것으로 확인할 수 있었다. b 값은 모든 시료 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, 제조 직후에 비하여 냉동 후 재가열된 시료에서 색도 값이 약간 떨어지는 경향이 관찰되었으나, 현저한 차이가 보이지 않았다. 본 연구에서 진행한 예비 열처리는 시금치 색깔에 대한 영향을 미치는 않은 것으로 판단할 수 있었다.

3. 기계적 조직감 특성

시금치의 줄기 및 잎 부분의 조직감 차이가 매우 크며, 본 연구에서 줄기와 잎을 구분하여 firmness를 측정하여 비교하였다.

줄기의 측정 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 제조 직후의 경우, $CaCl_2$ 용액으로 예비 열처리한 시료들은 대조군 및 물로 예비 열처리한 시료들보다 firmness가 유의적으로 높았으며, 대조군의 firmness가 34.84 kg으로 가장 낮았다. 물로 30분 열처리는 firmness를 증가시키는 효과를 볼 수 있었으나, 15분 처리 시 대조군과 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 이는 Wu 등(1990)의 50~60℃에서 물로 30분 동안 예비 열처리한 줄기채소(브로콜리, 머스터드 및 줄기상추)는 처리하지 않은 시료에 비해 firmness가 높다는 연구결과와 유사하였다. $CaCl_2$ 농도별, 열처리 시간별 줄기의 firmness 증가 효과를 살펴본 결과, 농도 증가에 따라 firmness가 높아지는 경향을 보였으나, $CaCl_2$으로 처리한 모두 시료 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

전자레인지로 재가열된 줄기의 firmness는 $CaCl_2$ 용액으로 예비 열처리된 시료들이 유의적으로 높게 나타났으며(37.80~44.44 kg), 대조군(28.73 kg)의 1.2~1.5배로 측정되었다. 대조군과 물로 처리된 2가지 시료의 firmness는 동일한 수준이며, 물을 이용한 예비 열처리는 재가열된 시료의 조직감

Table 3. Colorometric characteristics of seasoned spinach

Sample		Hunter's color values		
		L[1)]	a	b
Fresh seasoned spinach	Contorl	22.66±1.69[a]	−4.44±0.55	5.12±0.69[ab]
	60℃/15 min(water)	23.26±0.35[ab]	−4.35±0.49	5.06±0.52[a]
	60℃/30 min(water)	23.69±1.43[ab]	−4.37±0.75	5.54±0.64[b]
	60℃/15 min(1% $CaCl_2$)	24.42±0.49[b]	−4.51±0.23	5.41±0.25[ab]
	60℃/30 min(1% $CaCl_2$)	24.25±0.56[b]	−4.48±0.19	5.44±0.29[ab]
	60℃/15 min(3% $CaCl_2$)	24.19±1.14[b]	−4.78±0.19	5.55±0.22[b]
	60℃/30 min(3% $CaCl_2$)	23.57±2.05[ab]	−4.45±0.30	5.44±0.39[ab]
	60℃/15 min(5% $CaCl_2$)	24.11±0.61[b]	−4.70±0.33	5.45±0.31[ab]
	60℃/30 min(5% $CaCl_2$)	23.37±1.81[ab]	−4.51±0.55	5.50±0.47[ab]
Re-heating seasoned spinach	Contorl	23.49±0.87[bcd]	−3.71±0.40[b]	4.40±0.35
	60℃/15 min(water)	21.93±1.37[a]	−3.21±0.15[a]	4.22±0.32
	60℃/30 min(water)	22.77±0.60[ab]	−3.11±0.36[a]	4.42±0.50
	60℃/15 min(1% $CaCl_2$)	23.15±0.76[bcd]	−3.51±0.23[ab]	4.59±0.33
	60℃/30 min(1% $CaCl_2$)	22.67±1.17[ab]	−3.71±0.37[b]	4.41±0.61
	60℃/15 min(3% $CaCl_2$)	23.85±0.83[cd]	−3.21±0.40[a]	4.63±0.50
	60℃/30 min(3% $CaCl_2$)	24.16±0.85[d]	−3.47±0.68[ab]	4.58±0.67
	60℃/15 min(5% $CaCl_2$)	23.15±1.94[bcd]	−3.40±0.28[ab]	4.72±0.42
	60℃/30 min(5% $CaCl_2$)	23.54±1.07[bcd]	−3.81±0.57[b]	4.71±0.79

All results are expressed as mean±standard deviation for fifteen replicates.
[1)] Hunter L=lightness, a=redness, b=yellowness.
[a-d] Different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

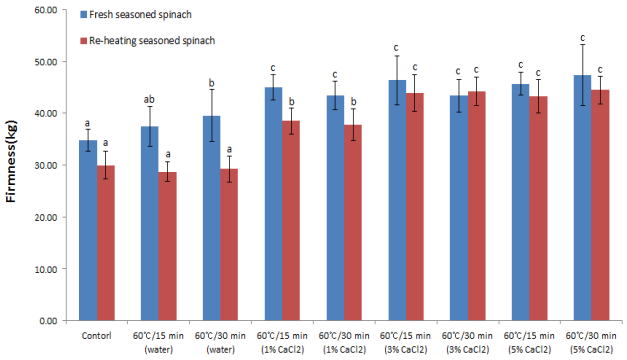

Fig. 3. Firmness of seasoned spinach stem treated with pre-heating. All results are expressed as mean±standard deviation for nine replicates. [a~c] Different superscripts in the same raw are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

의 증가 효과를 볼 수 없었다. $CaCl_2$ 농도별, 열처리 시간별 측정한 결과, 농도 증가함에 따라 firmness가 높아지는 경향을 보였다. 3% 및 5% 시료 간 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 1%에 비해 유의적으로 높게 나타내었다. 또한, 동일한 농도에서 열처리 시간이 증가함에 따라 유의적인 차이가 없었다. 이에 따라 줄기에 대한 최적 예비 열처리 조건은 $CaCl_2$ 3%, 처리 시간 15분인 것으로 도출하였다.

시금치 무침 잎 부분의 firmness 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 제조 직후의 시료 잎의 firmness 측정 결과, 대조군과 물로 예비 열처리된 2가지 시료 간 유의적인 차이가 없었고, 물로 진행한 예비 열처리는 잎의 조직감 증가에 효과가 없는 것으로 판단되었다. $CaCl_2$ 농도별, 열처리 시간별 살펴본 결과, 농도가 증가함에 따라 firmness가 높아지는 것으로 나타났다. 3% 이하 처리 시 동일한 농도에서 시간이 증가함에 따라 차이가 없었으나, 5% 처리 시 시간 증가는 firmness에 대한 영향을 미치는 것으로 확인할 수 있었다. 5%, 30분으로 처리된 시료의 firmness는 47.54 kg으로 나타나 대조군보다 2배의 증가를 가져왔다.

전자레인지로 재가열된 잎의 firmness는 제조 직후의 결과와 유사하며, 물로 처리한 시료에서 firmness의 증가를 보이지 않았고, $CaCl_2$로 처리한 시료는 농도 증가에 따라 firmness의 높아짐을 확인할 수 있었다. 제조 직후에 비하여, 대조군 및 물 처리군의 firmness는 9.63~9.84 kg으로 60% 정도 감소

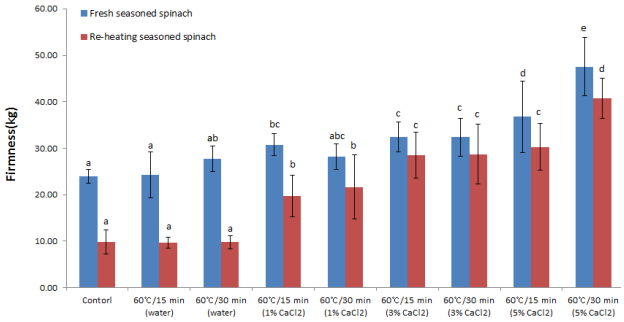

Fig. 4. Firmness of seasoned spinach leaf treated with pre-heating. All results are expressed as mean±standard deviation for nine replicates. [a~e] Different superscripts in the same raw are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

되었으며, $CaCl_2$ 처리군은 19.73~40.79 kg으로 15%~ 25% 정도의 감소를 볼 수 있었다. $CaCl_2$ 처리는 냉동 및 재가열 과정 중 잎의 조직감 유지 효과가 뛰어난 것으로 확인할 수 있었다. 5%, 30분 처리 시료의 firmness가 40.79 kg으로 가장 높았으나, 쓴맛이 나타나 시금치의 맛 품질에 영향이 미쳐 사용하기가 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 사용량 및 처리 시간을 고려한 잎의 최적 처리 조건은 3%, 15분인 것으로 도출하였다.

물로 예비 열처리는 다양한 채소류의 조직감을 높일 수 있는 선행연구 결과(Ni 등 2005; Villarreal-Alba 등 2004)와 달라, 본 연구에서 물을 이용한 예비 열처리는 시금치의 조직감 향상에 효과가 없는 것으로 나타났다. 이는 채소류 품종 및 냉동, 재가열 등 처리 조건의 차이에 기인한 것으로 유추되었다. 이번 연구를 통해 염화칼슘이 시금치 조직감에 대한 연화 방지 효과를 확인하였으며, 특히 열에 대한 매우 약한 잎의 조직감 연화에 대한 방지 효과가 매우 뛰어난 것으로 판단할 수 있었다.

4. 미생물적 특성

조리 직후의 시금치 무침 및 냉동 후 전자레인지로 재가열한 시금치 무침의 총호기성 세균수를 조사하여 Fig. 5에 제시하였다. 제조 직후의 시료 간의 총호기성 세균수는 3.25~3.99 log CFU/g 범위의 분포를 보이고 모두 시료에서 10^3으로 나타내었으며, 대조군의 균수가 가장 높은 것으로 측정되었다. 냉동 후 재가열한 시료에서 1.97~2.72 log CFU/g의 총 호기성 세균을 측정하였으며, 냉동 전에 비하여 모두 시료에서 감소하는 것으로 확인할 수 있었다.

대장균군의 경우, 제조 직후의 시료에서 10^1으로 나타났으나, 재가열된 시료에서 검출되지 않았다.

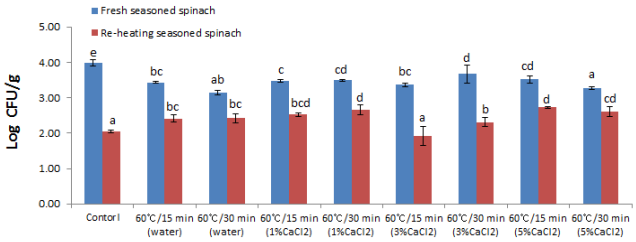

Fig. 5. Total aerobic bacteria of seasoned spinach. All results are expressed as mean±standard deviation for three replicates. [a~e] Different superscripts in the same raw are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

요약 및 결론

시금치는 식품 산업에서 넓게 사용하고 있는 상용채소지만, 가열 및 동결 등 가공 공정 중 일어나는 조직감 저하가 상품성을 떨어뜨리는 주요한 요인으로 지적되고 있다. 이에 따라 본 연구에는 염화칼슘 용액에 시금치를 열처리하는 방법으로 시금치를 활용한 RTH(Ready to heat) 냉동조리식품의 조직감 과대 연화를 방지하는 연구를 진행하였다. 50~70℃의 물에서 30분 동안 열처리 후 시금치의 조직감 변화에 따라 시금치 내 pectinesterase의 최대 활성이 이루어지는 예비 열처리 온도 60℃를 도출하였다. 색도는 모두 시료 간 현저한 차이가 관찰되지 않아, 본 연구에 진행한 예비 열처리는 시금치 색도에 대한 영향이 미치지 않은 것으로 판단되었다. 조직감 연구에서 물을 사용하는 예비 열처리는 시금치의 조직감 연화 방지에 효과가 없는 것을 확인하였다. $CaCl_2$가 시금치 조직감 유지에 있어 뛰어난 효과가 보였으며, 냉동 후 재 가열된 시금치 줄기에서 $CaCl_2$ 처리 시료의 firmness는 37.80~ 44.44 kg으로 나와 대조군의 28.73 kg 대비 1.2~1.5배의 증가, 잎에서 처리군은 19.73~40.79 kg으로 대조군의 9.63 kg 대비 2~4배의 증가를 나타내었다. 총호기성 세균수는 제조 직후의 시료에서 3.25~3.99 log CFU/g, 냉동 후 재가열된 시료에서 1.97~2.72 log CFU/g으로 나타났으며, 냉동 전에 비하여 감소하는 것으로 확인할 수 있었다. 대장균군의 경우, 제조 직후에는 10^1으로 나타났으나, 재가열된 시료에서 검출되지 않았다. 색도, 조직감, 미생물, 그리고 맛 품질을 고려한 시금치의 과대 연화 방지의 최적 예비 열처리 조건은 $CaCl_2$ 농도 3%, 처리 시간 15분인 것을 도출할 수 있었다. 향후 식물 조직 연화에 관련 효소의 활성화 연구, 또한 저장, 조리 조건별 조직 연화 방지를 위한 최적 조건 연구를 수행할 것이다. 이런 연구는 시금치를 비롯하여 다양한 엽채류 가공식품 및 냉동 원물의 품질 개선 연구의 기초자료로 활용할 수 있으며, 상품성 향상으로 엽채류의 사용 및 소비 촉진에 기

여할 수 있는 것으로 기대된다.

References

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

Choi JB, Cho WI. 2015. Study on pretreatment methods to prevent tissue softening of heated onion. *Korean J Food Sci Technol* 47:56-62

Choi JB. 2014. Prevention of tissue softening of retorted onion by long time, low temperature blanching in calcium solution. *Korean J Culin Res* 20:54-64

Choi MJ, Han GJ. 2016. Development of Advances Freezing and Thawing Technology Applied for Ready-to Serve Meal. pp.68-271. Rural Development Administration

Fan X, Niemira BA, Sokorai KJB. 2003. Use of ionizing radiation to improve sensory and microbial quality of fresh-cut green onion leaves. *J Food Sci* 68:1478-1483

Gang DI, Kim BY, Kim SY, Kim SJ, Kim YT, Song GW, Shin YG, An SG, Yoo HY, Yoon EY, Park SH, IM BG, Jeong HS, Choi NJ, Heo JY, Ho JG. 2018. Frozen Food. In Food Distribution Yearbook. pp.325-335. FoodNews

Hong JJ, Ahn T. 2005. Changes in phytochemical compounds and hazardous factors of spinach by blanching methods. *Korean J Food Sci Technol* 37:268-273

Hou WC, Chang WH. 1996. Pectinesterase-catalyzed firming effects during precooking of vegetables. *J Food Biochem* 20:397-416

Jeong EJ, Lee NK, Yum EJ, Nam K, Oh J, Kim YS, Park JY, Kim SJ, Jeong YS. 2015. Effect of calcium chloride on the texture of pickled radish wrap. *Korean J Food Preserv* 22:452-457

Jeong HU, An ZH, Cho EG. 2013. Development of High Quality and Extended Shelf Life Ready-to-eat Bibimbap through Innovative Namul Processing. p.14. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

Jeong JW, Jeong SW, Park KJ. 2003. Changes in internal pressure of frozen fruits by freezing methods. *Korean J Food Preserv* 10:459-465

Kim BS, Park SY. 2012. Development of Quick Freezing Processing and Distribution Technology for Exporting Food Materials and Improvement of Harvesting and Distribution Pattern for Fresh Vegetables. pp.35-103. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

Kim CH, Yang YH, Kim MR. 2005. Effect of blanching and $CaCl_2$ on the quality characteristics of oiji prepared by dry salting method during storage. *J East Asian Soc Diet Life* 15:219-225

Kim KI. 2017. The effect of pretreatment and freezing condition on the properties of carrots, shiitake mushroom, and spinach. Ph.D. Thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea

Kim MH, Park SY, Jeong YJ, Yoon KY. 2012. Sensory properties of *Kalopanax pictus* and *Cedrela sinensis* shoots under different blanching conditions and with different thawing methods. *Korean J Food Preserv* 19:201-208

Kim NY. 1992. Effect of cooking on the physicochemical properties of different kinds of spinach. Master's Thesis, Dankook Univ. Yongin. Korea

Kim YH, Kim JC, Lee DS. 2004. Effect of blanching on textural properties of refrigerated and reheated vegetables. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:911-916

Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. 2019. Convenience Food Market: 2019 Processed Food Segment Market Status. p.35. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation

Lee MH, Han JS, Kozukue N. 2005. Changes of chlorophyll contents in spinach by growth periods and storage. *Korean J Food Cookery Sci* 21:339-345

Lee SH, Choe EO, Lee HG, Park KH. 2001. Factors affecting the components of chlorophyll pigment in spinach during storage. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 44:73-80

Ministry of Food and Drug Safety. 2019. Korea Food Code 4.5.1. Total Aerobic Bacteria. Ministry of Food and Drug Safety

Ni L, Lin D, Barrett DM. 2005. Pectin methylesterase catalyzed firming effects on low temperature blanched vegetables. *J Food Eng* 70:546-556

Oku K, Sawatani I, Sugimoto S, Kanbe M, Takeuchi K, Murai S, Kurose M, Kubota M, Fukuda S. 2002. Functional properties of trehalose. *J Appl Glycosci* 49:351-357

Prakash A, Guner AR, Caporaso F, Foley DM. 2000. Effects of low-dose gamma irradiation on the shelf life and quality characteristics of cut romaine lettuce packaged under modified atmosphere. *J Food Sci* 65:549-553

Quenzer NM, Burns EE. 1981. Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. *J Food Sci* 46:410-413

Sun DW. 2006. Quality and Safety of Frozen Vegetables. In Handbook of Frozen Food Processing and Packaging. pp.387-389. CRC Press

Van Buggenhout S, Sila DN, Duvetter T, Van Loey A, Hendrickx M. 2009. Pectins in processed fruits and vegetables: Part III −Texture engineering. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 8:105-117

Villarreal-Alba EG, Contreras-Esquivel JC, Aguilar-González CN, Reyes-Vega ML. 2004. Pectinesterase activity and the texture of jalapeno pepper. *Eur Food Res Technol* 218: 164-166

Wu A, Chang WH. 1990. Influence of precooking on the firmness and pectic substances of three stem vegetables. *Int J Food Sci Technol* 25:558-565

Yeoung YR, Jung MK, Lee MR, Hong SJ, Chun CH. 2004. Growth and yield response between direct seeding and transplanting in summer cultivation of spinach in alpine area. *Korean J Hortic Sci Technol* 22:278-282

Yoon YE. 2016. Effect of cold stress on the change of vitamins, sugars and amino acids contents in spinach. Master's Thesis, Gyeongsang National Univ. Jinju. Korea

Received 15 November, 2019
Revised 02 December, 2019
Accepted 09 January, 2020