

다양한 전처리 방법에 따른 양파의 이화학 및 영양학적 특성 분석

김광일 · 황인국¹ · 유선미¹ · 민상기² · 이상윤 · 최미정*

건국대학교 생명자원식품공학과, ¹농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, ²건국대학교 바이오산업공학과

Effect of Various Pretreatments Methods under Physicochemical and Nutritional Properties of Onions

Kwang-Il Kim, In-Guk Hwang¹, Seon-Mi Yu¹, Sang-Gi Min², Sang-Yoon Lee, and Mi-Jung Choi*

Dept. of Bioresources and Food Science, Konkuk University

¹*Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration*

²*Dept. of Bioindustrial Technologies, Konkuk University*

Abstract

The pre-thermal treatment, or blanching, is an important process to minimize quality changes during main cooking or storage. In this study, three types of pre-thermal treatments were applied to onions to observe quality changes in their physicochemical, nutritional, and microbial properties. The washed and sliced onions were treated by hot-water immersion (100°C, 1~10 min), steaming (100°C, 1~10 min) and stir-frying with oil (180°C, 10~80 sec). The onions were cooled and wiped with gauze. The results showed that the total color difference of the treated sample increased to 18-23 units compared to that of the fresh control. The pH value of the onion was not significantly different with the exception of the stir-fried samples. The hardness of the onion tended to decrease depending on the treatment time. The micro-structures of onions treated by hot-water immersion and steaming were damaged above 2 min whereas stir-fried onions showed structural damage above 210 sec. In the analysis of the nutritional changes in the onion, the ascorbic acid content of the blanched treatments were lower than that of fresh onion and the free sugar contents showed a similar pattern excluding the stir-fried onions. In the organic acid content assay, the succinic acid content of the treated onion sample had significantly decreased compared with other organic acid contents ($p < 0.05$). The peroxidase activities of the blanched treatments by hot-water immersion and steaming were inactivated by more than 92%, whereas only 76% inactivity was achieved by the stir-frying treatment. The mesophilic and psychrotrophic bacteria counts of the treated onion were not detected or decreased to near a 3-log scale, and yeast was detected only the sample treated by the stir-frying for 1 min. In particular, neither bacteria nor yeast counts in all onion samples by steam treatment were detected. Consequently, the results demonstrated that steam treatment for 2 min could be the optimal pre-thermal condition for onions to minimize the quality changes and increase safety.

Key words: onion, blanching, texture, peroxidase activity, microorganism

서 론

최근 경제 성장과 함께 산업의 고도화에 따라 다양한 여가활동 등이 증가함으로 인해 생활방식이 변했으며, 이는 식생활 소비에도 영향을 미치며, 외식이나 번거롭지 않은 간단한 조리방법으로 간편하게 조리하여 먹을 수 있는 편의식 식품이 각광받고 있다(Lee et al., 2011). Kim 등 (2012)은 통계청 발표에 따르면 다가구 세대는 감소하고 1

인 가구가 증가하고 있으며 2005년에 비해 2010년에 3.9% 증가했다고 보고했고, 2030년에는 2인 이하 가구가 52%로 늘어날 전망이고, 2007년 대비 10%에서 24%로 늘어날 전망이라 예측했다. 이는 싱글족 및 맞벌이 부부 등의 증가 현상에 따른 집계로 볶음밥류, 찌개류, 샐러드류, 반찬대용류 등 다양한 냉동식품 및 가정식사대용식(Home Meal Replacement)의 편의식 식품의 판매가 꾸준히 증가되어 왔다(Kim et al., 2005; Lee et al., 2011; Kim et al., 2012). 신선 편의 가공 식품이 각광받고 있는 이유는 형태는 다양하지만, 가열하지 않고 원 재료와 유사한 특성을 갖는 것을 특징으로 한다(Hong et al., 2004).

한식에 사용되는 여러 재료 중 대표적인 채소로 양파가 많이 사용되고 있다. 양파(*Allium cepa* L)는 백합목 백합과의 두해살이 외떡잎식물로 원산지는 지중해연안이나 서아

*Corresponding author: Mi-Jung Choi, Department of Bioresources and Food Science, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea

Tel: +82-2-450-3048; Fax: +82-2-450-3726

E-mail: choimj@konkuk.ac.kr

Received September 1, 2014; revised October 8, 2014; accepted October 8, 2014

시아에 서식하고 있고 향과 맛이 강한 채소라 음식의 향신료로 널리 활용하고 있다(Park, 1995). 양파의 일반성분은 수분이 92.9%로 가장 많으며 그 다음이 가용성 무질소물 5.13%, 조단백질 1.09%, 조섬유 0.47%, 회분 0.36% 및 조지방이 0.15%를 구성하는 것으로 알려져 있다. 또한 일반성분 이외에도 quercetin, rutin, kaempfeol 등의 flavonoid 류의 화합물이 많아서 항산화 성분, 항고혈압 및 항균 작용의 기능성 생리물질이 많고 영양 성분이 풍부한 양파는 건강식으로 인식되어 소비도 많지만 과잉생산에 따른 가격폭락이 문제시 되고 있어서 장기보관을 위해 최근에는 박피 후 절단 등의 공정을 거쳐 단위 포장하여 저온 저장하여 보관하는 형태가 늘고 있다(Park, 1995; Hong et al., 2004; Hwang et al., 2011; Baek, 2012; Choi & Surh, 2014).

식품산업에서는 식품의 보존력이나 품질 향상을 위한 방법으로 다양한 전처리 공정 및 저장방법이 있으며, 가장 대표적인 방법은 예비열처리 공정 후 냉동 저장하는 것이다. 양파는 건강식으로 널리 알려짐에 따라 과잉생산으로 인한 가격폭락 및 저장문제로 양파 농가의 큰 문제점으로 지적되고 있고, 높은 수분함량으로 인한 저장성이 매우 약한 것이 문제점으로 보고되고 있다(Choi & Surh, 2014). 하지만 한식 식재료의 해외 수출용을 목적으로 식자재의 냉동처리를 하거나, 혹은 HMR에 들어가는 기본적인 채소를 냉동과정을 거칠 수 있다(Kim et al., 2012). 이러한 냉동과정 전에 필수적으로 예비 열처리 공정을 필요로 하는데 그 이유는 미생물 번식이나 산패에 의한 식품의 부패, 효소에 의한 갈변 등의 품질 저하를 방지하기 위한 방법으로 사용되고 있는데, 냉동저장은 이러한 조리 식품의 미생물 번식 억제와 효소작용을 불활성화 시켜서 식품의 부패와 품질 변화를 막고 보존시키기 위한 목적으로 급속냉동처리를 하여 장기간 존을 위한 방법으로 사용되고 있다(Roh & Bin, 2001). 특히 채소류와 과일 등은 열처리 가공 공정을 거치면서 변색 및 조직감의 저하로 인한 품질 저하의 주요한 원인으로 알려져 왔다. 전처리 및 냉동 공정 과정 중에서 색, 조직감, 영양소 파괴 및 미생물 번식은 상품의 품질을 결정짓는 중요한 요소이기 때문에 가열처리에 따른 품질 변화에 대한 연구들이 계속 이루어지고 있다(Kim, 1998; Kim et al., 2004). 전처리 과정으로 열처리 공정을 거치게 되면 과일이나 채소의 갈변을 일으키는 효소를 불활성화 시켜 품질향상에 도움을 주고 펙틴계 물질을 탈에스테르화 시켜서 연화방지 효과도 볼 수 있다. 이처럼 품질 저하를 방지하기 위한 열처리 공정 기술(Thermal processing)로 사용되는 방법은 열수침지(Hot water), 증기(Steam), 튀김(Frying), 볶음(Roasting), 데치기(Blanching) 등의 다양한 기술들이 사용되고 있다(Cheigh et al., 2011). 열처리 공정은 matrix를 연화시켜 생리활성이나 폐놀성 화합물 등의 기능성 성분 추출에도 용이하다는 연구가 활발히 진행되고 있다(Ra et al., 1997).

열처리 방식에서 여러 방법이 사용되고 있는데 그 중에서 가장 널리 사용되는 열수침지법은 과일 및 채소류에 남아있는 농약성분이나 화학물질 세척에 용이하고 병충해 등의 살균에도 효과적인 방법으로 알려져 있다. 하지만 고온의 가열 처리를 하면 영양학적 및 관능적 품질 저하가 우려된다. 볶음처리는 휘발성 향미 성분을 생성 및 변화를 가져온다고 보고한 연구가 있다(Park et al., 2007). 과열증기법을 이용한 방법은 영양소 파괴를 줄여주고, 품질을 선택할 때 1차적인 요소인 색, 조직감, 맛의 변화를 최소화하여 유지시켜주고 미생물 살균에도 효과적인 것으로 나타났다(Sila et al., 2005). 모든 전처리에서 공통적으로 필요한 것은 다양한 채소별로 최적의 열처리 방법을 설정하는 것이다.

본 연구는 한식에 일반적으로 이용되는 채소류 중 양파를 선정하여 품질 변화를 최소화하는 최적 예비 열처리 공정 과정을 선정하기 위해 열수침지, 증기 및 볶음 처리법을 이용한 양파의 가열 시간에 따른 물리화학적, 영양학적 및 미생물 변화를 관찰하여 냉동보관 전 열처리 공정과정 적용 가능성을 모색해 보고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 양파는 2013년 4월 중순에서 7월 초에 수확한 식용 가능한 생 양파를 E사 대형유통마트(Seoul, Korea)에서 구입한 당일 바로 사용하였다. 양파는 열처리 후 물리화학적 측정 후 선별 뒤 영양학적 및 미생물 측정을 위해 사용되었으며 ascorbic acid, fructose, glucose, sucrose, oxalic acid, malic acid, succinic acid 및 fumaric acid 표준품은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 그 밖의 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

양파의 전처리

양파는 크기가 일정하고 상처가 없는 것을 선별하여 껍질을 제거한 후 상단 엽부와 하단의 근부를 잘라준 다음 흐르는 물에 수세 후 종이타일로 물기를 제거하였다. 박피된 양파를 동일한 방향으로 5 cm×0.5 cm×0.5 cm(가로×세로×높이)의 직육면체 형태로 절단 후 양파 500 g을 각각 다양한 열처리 법으로 전처리하였다. 열수침지 한 방법은 100°C의 2.5 L의 물에 침지시켜 1~10 분 동안 열처리 하였고, 증기처리는 100°C의 끓는 물 위의 찜 틀에 시료를 넣고 1~10 분 동안 열처리하였다. 볶음처리는 식용유를 두른 프라이팬을 달군 후 양파를 넣고 180°C에서 10~80 초 동안 열처리하였다. 열처리 후 열수침지 및 증기시료는 흐르는 냉수에 1분간 냉각하고, 볶음처리는 상온에서 자연냉각 후 거즈로 물기를 제거한 다음 양파의 품질변화 관찰을 실시하였다. 이 때 양파의 외관, 미세구조, 색도, pH 및 경도

를 측정 한 후, 각 열처리 법에 따라 상품 품질을 결정하는 1 차원적인 요소인 색도, 조직관찰, pH 및 조직감의 결과로 두 가지 열처리 시간을 선별 후, 선별된 조건으로 처리된 양파의 영양학적 및 미생물검사를 실시하였다.

현미경 관찰

양파의 미세조직을 광학현미경에 CCD 카메라(3.0M, Olympus, Shinjuku, Japan)가 연결된 광학현미경(Olympus CX31, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 양파 시료를 얇은 조각(5 mm×5 mm×1 mm)으로 자른 후, 약 10 µL의 증류수를 slide glass에 떨어뜨린 후 cover glass를 덮어 관찰하였다.

색도 측정

색도는 Chroma meter(CR-200, KONICA MINOLTA, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(Lightness, CIE L^* -value), 적색도(Redness, CIE a^* -value) 및 황색도(Yellowness, CIE b^* -value)를 3 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색 판의 CIE 명도값이 77.1, 적색도 값이 2.1, 황색도 값이 2.2였다. 다양한 방법으로 열처리 된 양파의 색도 변화는 다음과 같은 공식에 대입하여 색도차를 산출하였다.

$$\text{Total color difference}(\Delta E) = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

pH 측정

pH는 시료와 증류수 1:9의 비율로 넣어 Homogenizer (SMT PH91, SMT, Tokyo, Japan)로 12,000 rpm으로 2 분 동안 균질화 시킨 후 사용하였다. 균질 후 pH meter(Orion 3-star, Thermo scientific, Waltham, MA, USA)로 3 회 반복 측정하였다.

경도 측정

다양한 방법으로 열처리 된 양파의 경도(Hardness)는 Texture Analyzer(CT3-1000, Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Stoughton, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. TPA type(Texture Profile Analysis)에서 Target value는 5.0 mm이었으며, Trigger load는 70 g, Test speed는 2.5 mm/s의 속도로 측정하였다. Plain vee probe와 TA-SBA fixture를 사용하였고, 각 시료의 측정치는 5 회 이상 반복 실험하여 평균값과 표준편차로 표시하였다. 경도는 식품의 형태를 변형시키는데 필요한 힘으로 첫 번째 압착(First force)에 의한 곡선의 최고점 높이로 측정하였다.

일반성분 분석

각 시료의 일반성분 분석은 AOAC법(1990)에 준하여 측정하였다. 수분함량은 105°C 상압가열법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 조회분

함량은 550°C 직접 회화법을 사용하여 측정하였다.

비타민 C 함량 측정

비타민 C의 함량은 Hwang 등(2012)의 방법을 이용하여 측정하였다. 건조된 시료 0.5 g에 5% metaphosphoric acid 용액 50 mL를 가하고 homogenizer(Polytron RT 2500 E, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 2분간 균질화 시킨 후 Whatman No. 2 여과지(Whatman, Maidstone, UK)로 감압 여과하여 50 mL로 정용하였다. 추출물은 0.20 µm nylon syringe filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC system(Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. HPLC 분석조건은 column으로 Mightysil RP-18 GP column(4.6×250 mm, 5 µm, Kanto Chemical, Tokyo, Japan)을 사용하였고, 유속은 0.6 mL/min 이었으며 이동상은 0.1% trifluoroacetic acid를 사용하였다. 시료의 주입량은 20 µL 이었으며, UV detector (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 사용하여 254 nm에서 비타민 C를 정량하였다.

유리당 함량 측정

유리당 함량은 건조된 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 200 rpm, 3시간 진탕 추출한 후 Whatman No. 2 여과지(Whatman, Maidstone, UK)로 감압 여과하여 50 mL로 정용하였다. 추출물은 0.20 µm nylon syringe filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC system(Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. HPLC 분석조건은 column으로 Shodex Asahipak NH2P-5-4E (5 µm, 4.6×250 mm, Tokyo, Japan)를 사용하였고, 검출기는 Evaporative light scattering detector(ELSD)를 사용하였으며, 이동상은 70% acetonitrile를 1.2 mL/min 속도로 흘려주었고 10 µL를 주입하여 분석하였다(Hwaing et al., 2011). 표준물질로는 fructose, glucose 및 sucrose를 사용하였다.

유기산 함량 측정

유기산 함량은 Kim 등(2012)의 방법을 변경하여 측정하였다. 즉, 건조된 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 200 rpm, 3시간 진탕 추출한 후 Whatman No. 2 여과지(Whatman, Maidstone, UK)로 여과하여 50 mL로 정용하였다. 추출물은 0.20 µm nylon syringe filter로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC system(Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 칼럼은 aminex HPX-87H ion exclusion column(7.8×300 mm; Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 사용하였고, 검출기는 UV detector (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)로 215 nm에서 검출하였으며, 이동상은 0.008 N sulphuric acid 용액을 0.6 mL/min 유속으로 흘려주었고 20 µL를 주입하여 분석하였다. 표준물질로 oxalic acid,

malic acid, succinic acid 및 fumaric acid를 사용하였다.

Peroxidase activity 측정

Peroxidase activity는 Lee 등(2012)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료와 50 mM Tris-HCl (pH 7.0) 완충액을 1:9로 첨가하여 균질기로 2분간 균질화한 후, 원심분리기로 원심분리(4°C, 15,000 rpm, 10 min)하여 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 0.1 M Tris-HCl(pH 7.0) 완충액 2.75 mL에 기질 0.45 M guaiacol 0.1 mL과 0.15 M H₂O₂ 0.1 mL를 첨가한 후 여기에 50 µL의 조효소액을 첨가하여 50°C 항온수조에서 1분간 반응시켰다. 효소 반응 후에 UV spectrophotometer(UV-1650 PC, Shimadzu, Tokyo, Japan)을 이용하여 470 nm에서 흡광도 값으로 효소 활성을 측정하였다.

총균수 측정

시료 25 g을 멸균 팩에 넣고 멸균수 225 mL를 첨가하여 스토마커(BagMixer 400, Interscienc, Saint Nom, France)로 1분간 처리한 후 여과액 1 mL를 취하여 멸균수로 각 시료를 10 배 희석법으로 희석하였다. 총균수의 측정은 희석액 1 mL를 건조필름배지(Petrifilm™, aerobic count, 3M, St. Paul, US)에 접종하여 37°C에서 36시간 동안 배양한 다음 형성된 콜로니 수를 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다.

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통하여 평균±표준편차를 산출하였으며, ANOVA 분석을 이용하여 *p*<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

색도

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 색도는 Fig. 1과 같다. Korea food information institute(2013)에 따르면 Hunter color system의 색을 나타내는 Total color difference 지표를 수치로 표현한 값이 3~6은 현저한 차이, 6~12사이는 극히 현저한 차이를 나타내고, 12 이상은 다른 계통의 색으로 나타낸다고 보고하였다. 본 실험에서는 생 양파와 비교해서 그 색의 차이를 나타냈고 생 시료가 투명하고 흰색을 띄는 반면 열수 및 증기처리 시료는 노란빛 혹은 갈색 빛을 띄면서 투명도가 감소하였는데 Jang 등(2014)과의 결과와 유사한 결과를 나타냈다. 열수 및 볶음 처리 시료의 Total color difference(ΔE)값은 18~22 범위로 생 양파와 다른 계통의 색으로 측정되었고 볶음처리의 경우 시간의 증가에 따라 일정한 증가하는 경향을 나타냈지만 모든 시

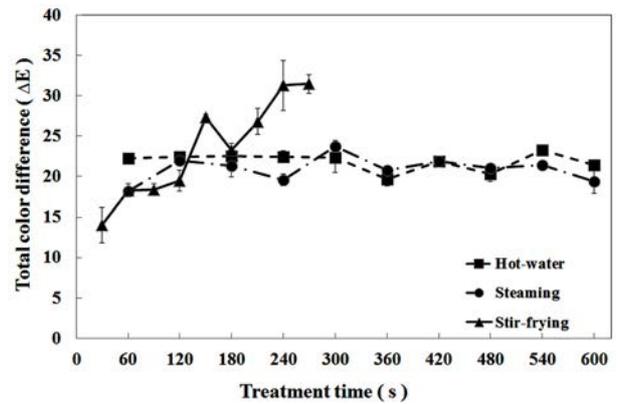


Fig. 1. Effects of different blanching methods on the total color difference (ΔE) in onions.

료가 12보다 높은 값을 나타내어 원물과 비교했을 시 다른 계통의 색으로 측정되었다. Hong 등(2004)은 양파는 효소반응 등에 의해 갈변 현상이 일어나기 쉽고 이로 인해 밝기를 나타내는 L값은 감소하고 노란색을 나타내는 b값은 증가하였을 것이라고 보고하였고, Choi & Surh (2014)는 환원당 아미노기를 갖는 화합물 사이에서 일어나는 Maillard reaction 반응의 증가나 caramel화 반응에 의한 양파의 갈변이 진행되었다고 보고하였다. 본 실험에서 열처리 공정 및 시간에 따라 색의 변화가 일어났고, 특히 볶음 처리에서 변화가 뚜렷했는데 이는 열처리에 의해 갈변 효소 억제제가 되었지만 고온에서 기름에 가열하면서 아스파라진 같은 아미노산이 포도당과 반응하여 Maillard reaction이 일어났기 때문으로 사료된다.

pH 측정

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 pH 측정값은 Fig. 2와 같다. pH값은 각 전처리 시료들 간의 큰 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 대조구(0 min 처리)는 5.79

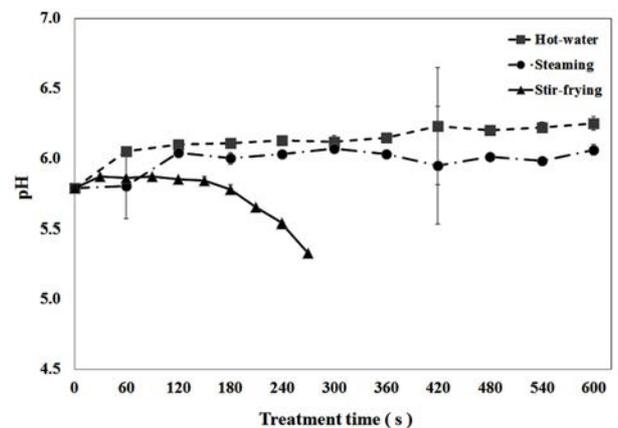


Fig. 2. Effects of different blanching methods on the pH in onions.

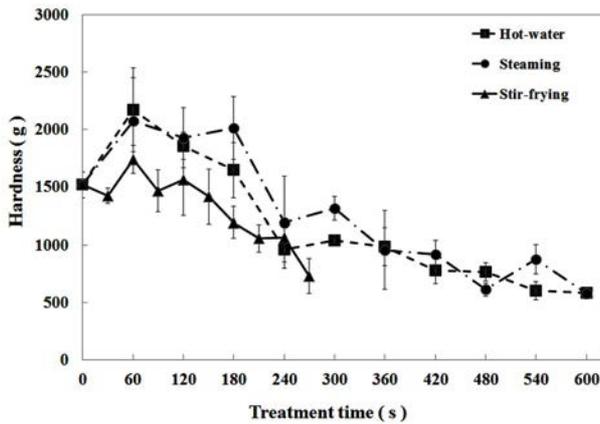


Fig. 3. Effects of different blanching methods on the hardness in onions.

범위에서 측정되었고 열수처리 시료는 1 분에서 6.05였고 10 분에서 6.25로 증가하는 경향을 나타내었고, 증기 처리 2 분 처리부터 10 분 처리까지 5.98~6.07범위에서 측정되며 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 볶음 처리는 5.33에서 5.87범위에서 측정되며 시간의 경과에 따라 감소하는 경향을 나타냈다($p < 0.05$). Choi 등(2013)은 증기 처리한 양파의 pH 비교 분석한 결과 유의적인 차이가 없었다고 보고하였는데 본 실험과 유사한 경향을 나타냈다. Clydesdale 등(1972)은 채소류는 가열 중 glutamine이 열로 인한 분해로 생성되는 pyrrolidone carboxylic acid로 인해 pH가 감소한다고 보고하였는데 본 실험에서는 열수 및 증기는 상반된 증가 및 유지했지만 볶음 처리는 감소하여 유사한 결과를 나타냈다.

경도 측정

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 경도는 Fig. 3과 같다($p < 0.05$). 전반적으로 열처리 공정이 짧은 시간에서 (1 분) 증가하다가 처리시간이 경과함에 따라 감소하였다. 생양파를 5 mm 절단하는데 드는 힘이 1,500 g·force로 나타났으며, 열수 및 증기 처리 경우 1 분 처리 시 2,000~2,100 g·force 범위로 증가했고 3 분까지는 유의적인 감소를 보이지 않다가 4분 처리된 시료 경도 값이 960~1,190 g·force 범위로 큰 감소폭을 보이며 이후 감소하는 경향을 나타냈다. 볶음처리 시료도 30 초에서 1 분 처리까지 1,739 g·force 범위까지 증가하다가 이후 감소하는 경향을 나타냈다. 열수침지 및 증기처리 시료는 원물 대비 경도가 가장 높은 1 분과 급격한 감소를 보이기 전인 3 분, 볶음처리 시료는 60 초에서 240 초까지 원물과 유사하거나 큰 차이를 나타내지 않는 값을 나타냈다. Lee 등(24)은 데치기 온도가 높을수록, 처리시간이 길어질수록 밀도나 중량의 변화 및 세포구조가 파괴되어 조직감이 달라져 감소한다고 보고하였는데 본 실험과 유사한 결과를 나타냈다. 식물에 존재하는

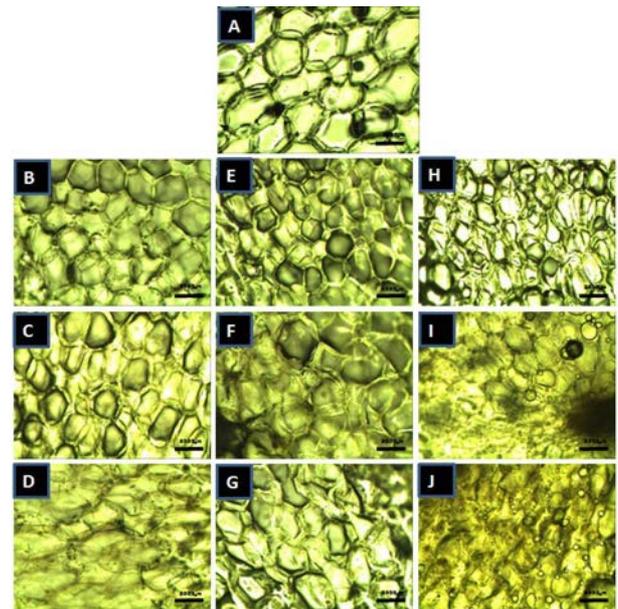


Fig. 4. Effects of different blanching methods on time and tissue observation in onions (magnification of 100 \times), A: fresh onion with non treatment, B, C and D: boiling blanching treatment for 1 min, 3 min, 8 min, respectively, E, F and G: steaming blanching treatment for 2 min, 4 min, 8 min, respectively, H, I and J: stir-frying treatment for 60 sec, 210 sec and 270 sec, respectively.

펙틴은 세포막과 세포막 사이에 얽은 층에 주로 존재하고 세포끼리의 결합을 시켜주는 매개체로써 식물의 경도에 중요한 작용을 한다(Kim et al., 2004). 이러한 펙틴을 분해시켜주는 분해효소들을 불활성화 시켜서 조직의 연화를 지연 시켜주는 것이 중요한데, 고온 처리 및 장시간 열처리 하면 분해효소에 상관없이 양파는 조직연화가 진행되기 때문에 전처리 방법의 온도 및 시간 선별이 중요하다(Kim et al., 2012).

조직관찰

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 조직관찰은 Fig. 4와 같다. 조직관찰한 결과 대조구(생 양파)와 비교했을 때 짧은 시간동안(2 분 이내) 열처리 한 시료의 조직세포는 대조구의 세포조직과 비슷하거나 세포벽 형태가 명확하게 관찰된 반면, 3~4 분 처리만으로 세포벽 파괴 및 손상되기 시작하며 세포조직 및 세포벽 관찰이 어려워졌으며, 8분 이상의 열수 및 증기처리 시료는 세포조직과 세포벽 파괴가 심해져 더 이상 세포조직 역할을 유지하지 못한 모습이 관찰되었다. 특히 열수처리와 볶음처리에서 손상정도가 심했는데 볶음처리에서는 210 초 이후부터는 손상이 심해 세포벽을 찾아보기 힘들었다. 이는 열에 의한 양파 세포조직의 붕괴가 진행됨에 따라 세포내 소기관들 및 구성성분들의 분해가 이루어졌음을 짐작할 수 있다(Lee et al., 2011). Choi & Surh(2014)는 일반적으로 열처리로 인해 세

Table 1. General composition of onion by pre-thermal treatments.

Cooking methods		Cooking loss (%)	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)
Fresh		-	92.94±0.02 ^{c1)}	0.69±0.01 ^e	0.08±0.00 ^b	0.29±0.00 ^f
Hot-water	1 min	4.78	94.22±0.02 ^f	0.60±0.00 ^e	0.08±0.01 ^b	0.23±0.00 ^d
	3 min	5.11	94.73±0.01 ^g	0.51±0.01 ^f	0.07±0.01 ^b	0.21±0.00 ^e
Steaming	2 min	4.39	93.03±0.04 ^d	0.70±0.01 ^{bc}	0.09±0.00 ^b	0.28±0.00 ^b
	4 min	4.58	93.30±0.03 ^e	0.66±0.01 ^d	0.08±0.01 ^b	0.26±0.00 ^e
Stir-frying	60 s	-1.14	92.17±0.12 ^b	0.69±0.02 ^e	0.85±0.04 ^a	0.29±0.01 ^a
	210 s	6.08	92.03±0.02 ^a	0.72±0.02 ^a	0.84±0.01 ^a	0.29±0.01 ^a

^{1) a-f} Values with different superscripts in a column indicate significant difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

포를 손상시키고 세포의 미세구조를 손상시킨다고 보고했는데, 본 실험에서도 짧은 시간에서는 세포벽 및 조직의 형태가 덜 파괴되고 유지되는 반면, 열수 및 증기처리는 3~4 분, 볶음처리는 210 초 이상의 열처리를 가했을 시 세포벽이 파괴된 것을 관찰하였다.

일반성분 함량 분석

앞의 결과에서 색도 및 경도와 관련하여 조직관찰 및 pH 측정 결과를 바탕으로 각 열처리 방법에 따른 원물과의 특성이 가장 유사한 시간과 특성 변화가 시작하는 시간 두 가지의 시간을 선별 후 일반성분 함량 분석하였다. 열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 생 양파의 일반성분 함량은 수분 92.94%, 조단백질 0.69%, 조지방 0.08% 및 조회분 0.29%이었다. 각각의 방법으로 열처리 후 양파의 일반성분 함량은 가열 감량 4.39~6.08%, 수분 92.03~94.22%, 조단백질 0.51~0.72%, 조지방 0.07~0.85% 및 조회분 0.21~0.29% 범위였다. 가열 감량은 열처리 시료 모두 무게가 감소하였고, 열처리 시간의 경과에 따라 무게 손실은 증가하였다. 수분 함량은 열수 및 증기 처리 시 증가하였고, 볶음 처리 후 감소하는 것으로 나타났다. 조단백질 및 조회분 함량은 열수 처리 시 감소하였고, 증기 및 볶음 처리 시 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 조지방 함량의 경우 열수 및 증기 처리에 따른 큰 차이는 없었고, 조리 과정 중 첨가된 기름으로 인해 볶음 처리 후 조지방 함량은 증가하였다.

비타민 C 함량 분석

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 비타민 C 함량을 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 생 양파의 비타민 C 함량은 14.77 mg%이었고, 열수 처리 시 10.55~12.62 mg%, 증기 처리 시 11.28~12.84 mg%, 볶음 처리 시 11.37~11.54 mg%로 전처리 후 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였다. 전처리 방법에 따른 비타민 C 함량은 열수 > 증기 > 볶음 처순으로 손실량이 큰 것으로 나타났다. 또한 열수 및 증기 처리 시 처리 시간이 길수록 비타민 C 함량은 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였고, 볶음 처리 시간에 따른 큰 차이가 없

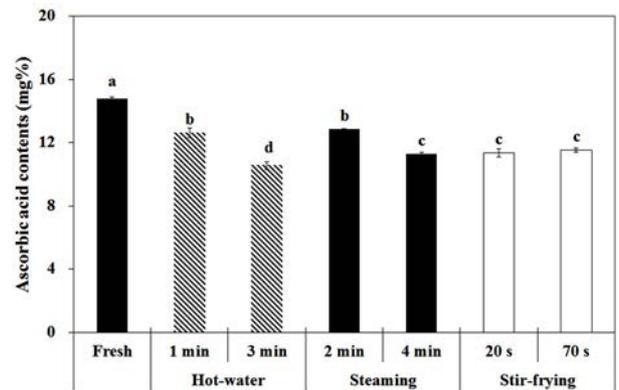


Fig. 5. Quantitative changes of ascorbic acid in onion by different pre-thermal treatments.

^{1) a-c} : Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's range test ($p < 0.05$).

었다. 전처리 후 비타민 C 함량의 손실은 열에 약한 수용성 물질인 비타민 C가 열처리 시 높은 온도에 의한 파괴와 조리수로의 용출에 기인한 결과로 생각된다. Kim 등 (2012)의 연구에서 양파의 비타민 C 함량은 데침 및 증기 처리 후 감소하였고, 처리 시간이 길수록 감소량도 많은 것으로 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 또한 많은 연구에서도 토마토, 브로콜리, 고추, 참나물, 햇순나물 등 다양한 과채류의 비타민 C 함량은 전처리 후 감소하는 것으로 보고하였다(Chung & Lee, 1989; Somsu W et al., 2008; Kim, 2012; Lee & Jung, 2012).

유리당 함량 분석

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 유리당 함량을 측정된 결과는 Fig. 6과 같이 주요 유리당으로 fructose, glucose 및 sucrose가 검출되었다. 생 양파의 fructose, glucose 및 sucrose 함량은 각각 2.20, 2.37 및 0.70%이었고, 전처리 후 양파의 fructose, glucose 및 sucrose 함량은 각각 1.53~2.19, 1.69~2.56 및 0.52~0.71% 범위로 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였으며, 특히 열수 및 증기 처리 시 손실량이 큰 것으로 나타났다. 반면에 볶음 처리 시에는 fructose와 sucrose의 함량 변화는 적었고, glucose 함량은

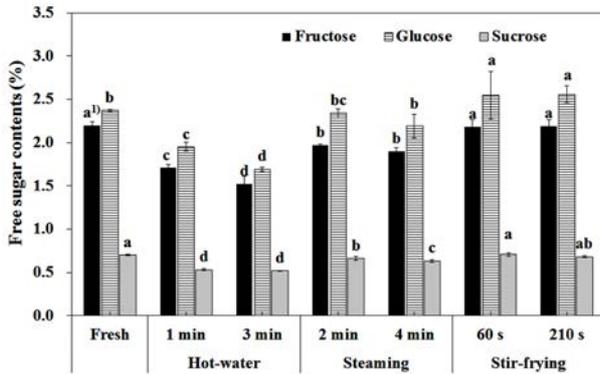


Fig. 6. Quantitative changes of free sugar in onion by different pre-thermal treatments.
 1) a-d : Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's range test ($p < 0.05$).

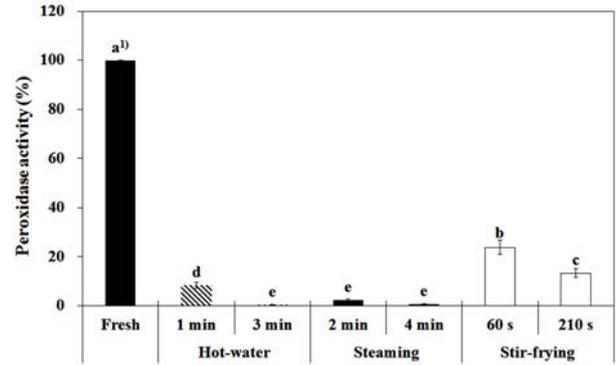


Fig. 8. Effects of different pre-thermal treatments on the peroxidase activity in onions.
 1) a-c : Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's range test ($p < 0.05$).

생 양파에 비해 다소 증가하는 것으로 나타났다. 이는 건식 가열처리 방법인 볶음 처리에 비해 습식 가열처리 방법인 열수 및 증기 처리 동안에 높은 열에 의한 양파 조직의 연화와 함께 사용되는 조리수에 직간접으로 노출되어 수용성 성분인 유리당이 다량 조리수로 용출되어 나타난 결과로 생각된다. Kim 등(2012)의 연구에서는 몇 가지 햇순나물의 환원당 함량은 전처리 후 감소하는 것으로 보고하였고, Lee & Jung (2012)의 연구에서도 세발나물의 유리당 함량은 열수 처리 시 조리수로의 용출에 의해 감소하는 것으로 보고하였다.

유기산 함량 분석

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 유기산 함량을 측정된 결과는 Fig. 7과 같이 oxalic acid, citric acid, malic acid 및 succinic acid가 검출되었다. 생 양파의 oxalic acid, citric acid, malic acid 및 succinic acid 함량은

각각 4.35, 52.81, 172.91 및 115.78 mg%이었고, 전처리 후 유기산 함량은 각각 2.94~4.36, 40.60~53.37, 142.26~175.32 및 68.17~91.16 mg% 범위로 감소하는 것으로 나타났다. 열수 및 증기 처리 시 succinic acid는 검출되지 않았고, oxalic acid, citric acid 및 malic acid 함량은 처리 시간이 길수록 감소하는 경향을 보였다. 볶음 처리 시에는 oxalic acid, citric acid 및 malic acid 함량 변화는 적었으며, succinic acid 함량은 감소하였다. 전처리 방법에 따른 유기산 함량은 열수침지 > 증기 > 볶음 처리 순으로 감소량이 많았으며, 특히 succinic acid 함량이 전처리 후 감소량이 큰 것으로 나타났다. 전처리에 따른 유기산 함량의 감소는 전처리 과정 중 열에 의해 유기산이 휘발되거나 조리수로의 용출로 인한 것으로 생각된다(Kim et al., 2012; Lee & Jung, 2012).

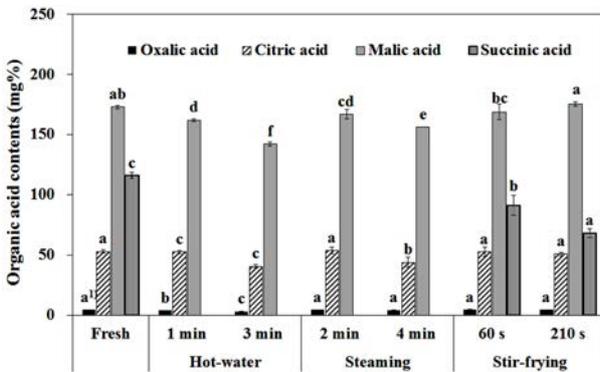


Fig. 7. Quantitative changes of organic acid in onion by different pre-thermal treatments.
 1) a-c : Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's range test ($p < 0.05$).

Peroxidase activity 분석

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 peroxidase activity을 측정된 결과는 Fig. 8과 같이 전처리 후 peroxidase activity은 감소하는 것으로 나타났다. 열수처리 1, 3분간 처리하였을 때 peroxidase 불활성화율은 각각 91.62 및 99.54%이었고, 증기처리 2, 4분간 처리 시에는 각각 97.58 및 99.39%이었으며, 볶음 20, 70 초 처리 시에는 각각 76.18 및 86.67%로 나타났다. 열수 및 증기 처리가 볶음 처리에 비해 효과적으로 peroxidase 효소를 불활성화 시켰으며, 전처리 시간이 길어질수록 불활성화 효과는 큰 것으로 나타났다. Lee 등(2011)의 연구에서는 전처리 온도가 높고, 처리 시간이 길수록 대파의 peroxidase 효소 불활성화 효과가 큰 것으로 보고하였고, 또한 Lee & Jung (2012)은 취나물, Lee 등(2011)은 도라지, Ko 등(1998)은 풋콩의 peroxidase activity은 열처리함으로써 감소하는 것으로 보고하였다.

Table 2. Effects of different blanching methods on the microorganism in onions.

Cooking methods	Microorganisms (Log CFU/g)		
	Mesophilic bacteria	Psychrotrophic bacteria	Yeast
Fresh	5.03±0.05 ^{a1)}	5.00±0.03 ^a	2.37±0.04 ^b
Hot-water	1 min	2.99±0.06 ^c	3.35±0.03 ^c
	3 min	ND ²⁾	ND
Steaming	2 min	ND	ND
	4 min	ND	ND
Stir-frying	60 s	4.51±0.08 ^b	4.28±0.04 ^b
	210 s	ND	ND

¹⁾ a-c Values with different superscripts in a column indicate significant difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

²⁾ ND : means not detected or under lowest limit of detection (<30 colonies).

미생물 변화

열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 양파의 미생물 실험 측정된 결과는 Table 2와 같다. 생 양파의 증온성 세균은 5.03±0.05 log CFU/g이었고, 열수침지 1분 처리는 2.99±0.06 log CFU/g으로 40% 이상 감소하였으나 3분 처리 시료에서는 검출되지 않았고, 증기처리는 2분 및 4분 처리 둘 다 검출되지 않아 살균효과가 높았다. 볶음 처리는 60초 처리 시 4.51±0.08 log CFU/g의 균이 검출되며 다소 많은 수의 균 검출이 됐으나 210초 처리 시에는 검출되지 않았다. 반면 냉장온도에서도 생장하는 저온성 세균은 생 양파 시료에서 5.00±0.03 log CFU/g가 검출되었지만 열수침지 1분 처리 시료에서 3.35±0.03 log CFU/g의 검출로 30% 이상 감소하였고, 3분 처리 시료에서는 검출되지 않았다. 증기처리 2분과 4분 처리에서는 검출되지 않아 역시 높은 살균 효과를 나타냈다. 볶음처리 60초 처리 시료에서는 4.28±0.04 log CFU/g가 검출되었지만 210초 처리에서는 검출되지 않았다. 효모를 배양한 결과 값은 생 양파에서 2.37±0.04 log CFU/g가 검출되었지만, 열수 및 증기처리 시료에서는 모든 시료에서 검출되지 않았고, 볶음처리 60초 시료에서만 1.81±0.22 log CFU/g가 검출되었고 210초 처리에서는 검출되지 않았다. Kim 등(2011)도 가열처리 5분에서 검출범위 이하를 나타냈고 증기처리 후 조리 시 30초 처리로 총균수가 검출범위 이하를 나타낸다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타냈다. 보통 편의식품 가공 공정 중에서 표면을 깨끗하게 세척해 주지 않으면, 표면의 균들이 식물 체 내부의 양분을 활용해 번식함으로써 미생물에 의한 식품의 부패가 발생할 수 있다 (O'Connor-Shaw et al., 1994). 시판 편의제품이 약 10⁴~10⁵ log CFU/g(Francis et al., 1999)이라고 보고한 바와 비교 시 본 실험에서는 상당히 낮은 미생물 검출이 이루어졌는데 이는 세척 및 열처리 가공 등에 의한 결과로써 Hong 등 (2004)과 유사한 결과를 나타냈다. 이에 미생물 검출은 열

처리 방법 및 시간 등에 한 미생물을 살균시킬 수 있는 중요한 요소로 판단된다.

요 약

본 연구는 양파를 열처리 법 중에서 열수침지, 증기 및 볶음 처리에 따른 이화학적 및 영양학적 특성을 분석한 논문으로 열처리가 양파에 미치는 영향을 비교하고자 하였다. 상품을 구매할 때 1차적인 구매요소인 색도 및 경도측정과 추가적으로 pH와 조직관찰 결과로 최적조건 선정 후 영양학적 및 미생물 검사를 실시하였다. 열처리를 하지 않은 대조구에 비해 짧은 시간의 열처리에서는 더 진하고 선명한 색을 띠었으나, 장시간동안 처리한 열처리 시료는 색의 침착을 보였다. 원물과 처리구의 색은 열처리 시간에 따라 뚜렷한 차이를 나타냈고, 경도는 열처리 시간에 따라 짧은 시간에서는 분해효소의 불활성화로 유지 및 증가했지만, 3분 이상 처리하였을 때는 감소 경향을 나타냈고, 볶음처리는 짧은 시간으로도 물성이 연화됐다. 비타민은 열수 및 증기처리 1~2분 처리는 14% 정도 감소했지만 그 이상 처리 시에는 23~28% 범위로 큰 감소율을 보였으며, 유리당 및 유기산의 경우 열수침지 및 증기처리에서 손실을 보였지만, 볶음처리에서는 유지하거나 증가하는 경향을 나타냈다. 특히 유리당에서 열수침지 처리 시 높은 감소율을 나타냈다. Peroxidase activity 변화는 모든 처리구에서 75% 이상의 불활성화를 나타냈고, 특히 열수침지 및 증기 처리한 모든 시료에서 90% 이상의 불활성화를 나타내며 볶음처리보다 높은 불활성화율을 보였다. 미생물 측정된 결과 열수 침지 3분 이상 및 볶음처리 210초 이상 처리 시 미생물 검출이 안됐으며, 증기처리 시료는 2분 처리만으로 사멸된 것을 관찰했다. 양파의 열처리 조건은 증기처리법으로 2분 동안 처리하는 것이 다른 처리법에서 처리한 시간들에 비해 최적으로 나타났다. 열처리 방법 별 각각의 최적 처리 시간을 가지고 있어, 높은 효율성이나 산업적으로 이용하려면 최적의 전처리 방법과 처리 시간을 산정하는 것이 중요하다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원(과제번호 PJ009440)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA. p 8-35.
 Baek H. 2012. Physicochemical characteristic change by infrared drying and ultrafine powderization in onion (*Allium cepa* L.) bulbs. Kangwon National University, Kangwon, Korea.

- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. 2011. Quality characteristics of vegetables by different steam treatments. *Korean J Food & Nutr* 24: 464-470.
- Choi BC, Surh JH. 2014. Effects of heat treatment on the quality of the onion juices prepared with sulfur-applied onions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 189-197.
- Choi Y, Oh JH, Bae IY, Cho EK, Kwon DJ, Park HW, Yoon S. 2013. Changes in quality characteristics of seasoned soy sauce treated with superheated steam and high hydrostatic pressure during cold storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* 29: 387-398.
- Chung HM, Lee GJ. 1989. The effects of blanching temperature and cooking methods on the changes in vitamin C of potato. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 788-794.
- Clydesdale FM, Kin YD, Francis FJ. 1972. Formation of 2-pyrroldione-S-carboxylic acid from glutamine during processing and storage of spinach puree. *J. Food Sci.* 37: 45-47.
- Francis GA, Thomas C, O'Beime D. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.* 34: 1-22.
- Hong SI, Lee HH, Son SM, Kim DM. 2004. Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 239-245.
- Hwang IG, Shin YJ, Lee S, Lee J, Yoo SM. 2012. Effect of different cooking methods on the antioxidant properties of red pepper (*Capsicum annuum* L.). *Prev. Nutr. Food Sci.* 17: 286-292.
- Hwang IG, Kim HY, Lee J, Kim HR, Cho MC, Ko IB, Yoo SM. 2011. Quality characteristics of Cheongyang pepper (*Capsicum annuum* L.) according to cultivation region. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1340-1346.
- Hwang IG, Kim HY, Lee SH, Hwang CR, Oh SH, Woo KS, Kim DJ, Lee JJ, Jeong HS. 2011. Isolation and identification of an antioxidant substance from heated onion (*Allium cepa* L.). *J. Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 470-474.
- Jang MY, Jo YJ, Hwang IG, Yoo SM, Choi MJ, Min SG. 2014. Physicochemical characterization and change in nutritional composition of onions depending on type of freezing process. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 1055-1061.
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EY. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean J. Culinary Res.* 18: 40-53.
- Kim HY. 1998. A study in total vitamin C content change in process of food products flow and holding time of cooked soybean sprouts and fresh vegetable salads in food service operation. *Korean J. Dietary Culture* 13: 9-17.
- Kim JY, Song HJ, park SS. 2005. Segmentation of the home meal replacement market by lifestyle: The case of S department store in kang-nam, seoul. *Kor Acad Soc Hospitality administration* 8: 137-155.
- Kim MH, Jang HL, Yoon KY. 2012. Changes in physicochemical properties of *Haetsum* vegetables by blanching. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 41: 647-654.
- Kim YH, Lee DS, Kim JC. 2004. Effect of blanching on textural properties of refrigerated and reheated vegetables. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 911-916.
- Korea food information institute. 2013. Professional partner of food industry. KFI13-DA-V07, Daejeon, Korea. p 21.
- Ko JW, Chung HS, Lee JH, Choi YH. 1998. Effects of blanching and salting on the quality of immature soybeans during frozen storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 5: 320-325.
- Lee BS, Park KH, Cho JH. 2011. A study on the effect of selection attributes on consumer satisfaction and repurchase intention about HMR -in case of ready to cook-. *Korean J. Culinary Res.* 17: 85-97.
- Lee HO, Lee YJ, Kim JY, Yoon DH, Kim BS. 2011. Quality characteristics of frozen welsh onion (*Allium fistulosum* L.) according to various blanching treatment conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43: 426-431.
- Lee HO, Kim JY, Kim GH, Kim BS. 2012. Quality characteristics of frozen *Aster scaber* according to various blanching treatment conditions. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 41: 246-253.
- Lee JJ, Jung HO. 2012. Changes in physicochemical properties of *Spergularia marina* Griseb by blanching. *Korean J. Food Preserv.* 19: 866-872.
- Lee YJ, Lee HO, Kim JY, Kwon KH, Cha HS, Kim BS. 2011. Quality characteristics of frozen doraji (*Platycodon grandiflorum*) according to various blanching treatment conditions. *Korean J. Food Preserv.* 15: 661-668.
- O'Connor-Shaw RE, Roberts R, Ford AL, Nottingham SM. 1994. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *J. Food Sci.* 59: 1202-1206, 1215.
- Park H, Oyunzul G, Suh SW, Park YS, Jang Jk, Chung MS, Choi YJ, Shim KS. 2009. Investigation of functional ingredients from onion according to the extraction methods, heat treatment, and storage period. *Food Eng. Prog.* 13: 92-98.
- Park NY, Jeong YJ, Kwon JH. 2007. Change in flavor compounds of *Polygonatum odoratum* root during roasting. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 99-103.
- Park YK. 1995. Source and processing technology of vegetable juice and the trend of study. *Bull. Food Technol.* 8: 59-68.
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. 1997. Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 595-600.
- Roh PU, Bin SO. 2001. Temperature control of freezers and refrigerators in department stores & supermarkets. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.* 27: 69-74.
- Sila DN, Smout C, Vu ST, Loey AV, Hendrick M. 2005. Influence of pretreatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing. *J. Food Sci.* 70: 85-91.
- Somsub W, Kongkachuichai R, Sungpuag P, Charoensiri R. 2008. Effects of three conventional cooking methods on vitamin C, tannin, myo-inositol phosphates contents in selected Thai vegetables. *J. Food Compos. Anal.* 21: 187-197.