

전처리 및 냉·해동 방법에 따른 냉이의 품질 특성 차이

신혜림 · 박지현 · 이상윤¹ · 박보람 · 한귀정 · 최미정¹ · 김하윤*
농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, ¹건국대학교 생명자원식품공학과

The Difference of the Quality Characteristics of Sheperd's Purse (*Capsella bursa-pastoris*) with the Pre-treatment, Freezing and Thawing Methods

Hye Rim Shin, Ji Hyun Park, Sang Yoon Lee¹, Bo Ram Park,
Gwi Jung Han, Mi Jung Choi¹, and Ha Yun Kim*

Department of AgroFood Resorces, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration

¹Department of Bioresources and Food Science, Konkuk University

ABSTRACT

The conditions of blanching, freezing, and thawing for Shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* [L.]) were studied to improve its quality attributes during frozen storage. The washed samples were blanched with water at 100°C for 10, 20, 30, and 40 s. They were then soaked in cold water. The quality characteristics of the samples such as pH, texture, hardness, color value, and total viable cell were analyzed. The samples blanched for 30 s were frozen and thawed under several conditions and their physicochemical characteristics were analyzed. The pH value of raw samples was higher than that of the blanched sample. The values of brightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*) decreased after blanching except the L^* value of root at the condition of blanching for 40 s. Upon considering the bacterial cell counts, the proper condition was determined to be 30 s of blanching time. Blanching for 30 s was the optimal pre-treatment for minimizing the quality deterioration of the shepherd's purse for freezing. Regarding its color change and microbial safety, faster freezing and thawing methods made less changes on the quality of frozen samples. Consequently, immersion freezing and radio-frequency thawing were the most effective in minimizing the quality change.

Key words: *Capsella bursa-pastoris* (L.), blanching, freezing, thawing

서 론

최근 생활수준의 향상으로 곡류 및 채소 위주의 식생활 패턴에서 동물성 지방 및 단백질 섭취 비중이 증가한 식단으로 변화되었고 이에 따라 고지방, 고열량의 음식 과다섭취에 의한 비만, 성인병 및 각종 영양적 불균형이 높아져 만성질환이 문제가 되고 있다(Park et al., 2014). 따라서 우리나라 국민의 건강상의 문제가 야기되어 건강한 식생활에 대한 관심이 고조되었고 가공식품보다는 산채류와 같은 자연상태의 채소류를 함께 섭취하는 균형 있는 식단이 요구되고 있다.

냉이(*Capsella bursa-pastoris* L.)는 십자화과에 속한 월

년초로서 높이는 10-50 cm이고 곧은 백색의 뿌리를 지니며 들이나 밭에서 자라 4-5월에 꽃피는 두해살이풀로 한국을 비롯하여 세계의 온대지방에 분포하는 식물이다(Lee & Choi, 1996a). 산채류 중 하나인 냉이는 맛과 향이 좋아 우리나라에서 보통 나물, 국, 된장찌개에 넣어 끓여 먹으며, 한방에서는 지혈작용, 당뇨병, 이뇨, 간장 질환, 해독 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있고, 뱃속을 고르게 하며 오장을 이롭게 하고, 간을 도와 눈을 밝게 해주며 혈액순환을 원활히 하며 혈압을 낮춰주는 등의 생리활성효과를 가진다고도 알려져 있다(Yun & Jang, 1989; Lim & Yun, 2009). 또한 냉이는 다른 산채류에 비하여 단백질의 함량이 높으며 칼슘과 철분이 풍부한 알칼리성 식품으로 서양에서는 어린잎을 샐러드로 먹거나 스프에 향을 내기 위한 향신채소로도 이용된다(Peterson, 1997). 이렇게 독특한 향기를 지닌 냉이가 우리나라에서 보편적인 식품으로 널리 식용되어 오고 있음에도 불구하고 농산물은 저장성이 낮고 유통기한이 짧아 쉽게 변질 될 수 있어 생체 상태로 유통시키는 데에는 많은 제약이 있다(Choi et al., 2014).

*Corresponding author: Ha Yun Kim, Department of AgroFood Resorces, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, 166 Nongsaeungmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do 55365, Republic of Korea
Tel: +82-63-238-3565; Fax: +82-63-238-3842

E-mail: khy0617@korea.kr

Received July 19, 2016; revised August 10, 2016; accepted August 11, 2016

한편, 소비자들의 식생활 패턴이 산업화, 도시화에 따라 많은 변화를 일으킴에 따라 앞서 언급한 건강에 대한 관심에 비롯한 소비형태의 증가뿐만 아니라 여성의 활발한 사회진출로 식생활에서 기능성, 안전성뿐만 아니라 편의성을 중시하는 소비형태가 증가하였다(Lim & Yun, 2009). 편의성을 위하여 식생활에서 쉽게 고려될 수 있는 방법으로 냉동은 식품의 저장 기간을 연장하기 위해 주로 사용된다.

식품을 냉동하는 경우 동결시의 최대 빙결정형성시간과 해동시의 온도차, 해동 시간 및 방법에 따라 물리화학적, 미생물학적 변화가 일어난다. 부적합한 전처리 및 냉·해동은 식품의 조직감, 향미, 영양성분 파괴 등 관능적 및 영양학적 품질 하락을 일으킬 수 있다. 식품의 냉동 저장 및 유통 시 품질 변화를 최소화 할 수 있는 전처리 조건과 적절한 해동 방법의 선택은 품질보존을 위한 중요한 과정이다(Jang et al., 2014). 반면 농산물은 개별로 고유의 특성을 지녀 전처리, 냉동방법 및 해동방법에 따라 품질이 달라진다. 채소류의 경우 저장 중 품질 변화를 최소화하기 위하여 데치기(blanching)가 전처리로 많이 이용된다(Lee & Lee, 1988). 전처리로서 이용되는 데치기는 효소 불활성화, 미생물 사멸 등의 효과가 있어 식품의 저장에 도움을 줄 수 있다(Cano, 1996; Jang et al., 2014; Jung et al., 2014). 그러나 부적절한 열처리는 식품의 관능 및 영양학적 품질을 하락시키므로 적절한 전처리와 냉·해동 방법이 적용되어야 하지만, 관련 연구가 많지 않다.(Rao et al., 1981; Howard et al., 1994; Castro et al., 2008).

현재까지 냉이에 대한 연구는 냉이추출물 및 냉이뿌리의 항균활성(Park, 2000; Lim & Yun, 2009), 김치로 이용될 시 냉이가 미치는 영향에 대한 연구(Chung et al., 2004)와 같이 추출물에 대한 생리활성 분석이 주로 이루어졌으며, 냉이의 장기 저장을 위한 냉·해동 방법에 따른 품질특성 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 산채류 중 냉이의 냉·해동시 저장성 및 품질 향상을 목적으로 각 냉동 및 해동조건에 따라 냉이의 품질 특성을 평가하고, 냉이의 품질을 유지 및 향상 시킬 수 있는 최적 조건을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에서 사용된 냉이는 2015년 4월 경기도 지역에서 수확한 것을 H 업체(Namyangju, Korea)로부터 구입하여 사용하였다.

냉이 전처리 및 냉·해동방법

냉이의 데침 조건에 따른 품질 특성을 측정하기 위해 수확한 냉이를 흐르는 차가운 물로 3회 세척하였다. 이물질 제거하고 냉이 무게의 2.5배에 해당하는 100°C의 끓는

물에 냉이를 넣어 10초, 20초, 30초, 40초간 데친 후 즉시 냉수에 담가 5분간 냉각시켰다. 채반에 받쳐 5분간 자연 탈수하여 표면의 물기를 제거하고 실험에 이용하였다. 예비실험을 통해 생냉이와 비교하여 외관변화가 가장 적고 조직감을 유지한 최적 조건을 설정하였다. 열수침지한 냉이를 냉·해동 처리한 후 품질 특성분석을 실시하였다. 데친 냉이는 500 g씩 동결용 포장지(7 Layer Co-extrusion film, Seven L Pack Co. Ltd., Gwangju, Korea)에 넣고, 합기·진공포장 후 -20°C (GC-124HGFP, LG Electronics Co. Ltd., Seoul, Korea), -40°C (DSS-650TD, Daesan-eng Co. Ltd., Hanam, Korea), 침지식은 -60°C로 조절된 침지식 냉동기(F500, Topgreen Tech., Seoul, Korea)에서 냉동하였다. 냉동된 시료는 -20°C 냉동고(GC-124HGFP, LG Electronics Co. Ltd., Seoul, Korea)로 옮겨 7일간 저장한 후 상온, 우수해동 및 고주파 방법으로 해동하여 실험에 사용하였다. 상온해동은 실온에서 해동하였고 우수해동은 흐르는 수도물에 담가 해동하였다. 고주파 해동은 고주파 해동장치(FRT-5, Yamamoto Vinita Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 파장 27.12 MHz 및 출력 400 W에서 20분간 해동하였다.

색도

냉이의 색도는 표준 백색판($L^*=97.79$, $a^*=-0.38$, $b^*=2.05$)으로 보정된 색도계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L^* (명도, lightness), a^* (적색도, redness), b^* (황색도, yellowness)값으로 나타내었으며, 10회 반복하여 측정하였다. ΔE (total color difference)를 구하기 위해 아래와 같은 식으로 계산하였다.

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

L_1, a_1, b_1 : 처리 후 냉이의 명도, 적색도, 황색도 값

L_2, a_2, b_2 : 생냉이의 명도, 적색도, 황색도 값

조직감

냉해동 후 냉이의 절단강도는 Cha et al. (2008)의 방법을 변형하여 측정하였으며, blade type probe를 사용하여 test speed 120 mm/min, load cell 10 kg, sample width 30 mm, sample height 20 mm, deformation time 5 sec의 조건으로 rheometer (COMPAC-100II, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 10회 이상 반복하여 측정하였다.

pH

pH는 냉이 5g과 증류수 45 mL를 혼합한 후 분쇄기(CNHR 26, Bosch, Ljubljana, Slovenia)를 이용하여 40초간 시료를 마쇄한 후 pH meter (Orion 3-STAR, Thermo scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

수분함량

냉이 1 g을 항량을 구한 칭량병에 취하여, 상압가열건조법을 이용하여 105°C dry oven (VS-1202 D3, Vision Scientific, Daejeon, Korea)에 8시간 동안 건조한 후 시료의 무게 변동이 없을 때까지 건조하였다. 수분함량(%)은 건조 전후 냉이의 무게를 이용하여 수분함량을 측정하였다.

총균수

시료 25 g에 멸균 식염수 225 mL를 첨가하여 Lab blender (BagMixer 400, Interscience, Saint Nom, France)를 사용하여 균질화한 후 균질액을 10씩 단계별로 희석하였다. 각 농도별 균질액을 3M petri film (Aerobic Count Plate Petrifilm, 3M Health, Minnesota, USA)에 3회 반복수로 접종한 후 37°C에서 48시간 배양하여 성장한 집락 수를 계수하여 1 g당 log colony forming unit (log CFU/g)으로 나타내었다.

냉 · 해동소요시간

냉이의 냉 · 해동 소요 시간 측정을 위하여, 직경 1.7 cm의 온도계(DS1922, Maxim Intergrated™, San Jose, CA, USA)를 냉이 포장 시 중심 부위에 넣고 냉이와 함께 밀봉하였다. 해동 후 온도계 인식 장치(DS1402D-DR8, Maxim Intergrated™, San Jose, CA, USA)를 이용하여 해동 곡선을 얻고, 해동완료 시점까지 소요 시간을 측정하였다.

Drip loss

해동이 완료된 냉이의 drip loss는 해동 후 냉이에서 유출된 수분의 무게를 구한 다음, 해동 전 채취 냉이 무게에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{Drip loss (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

W₁: 해동 전 냉이 무게 (g)

W₂: 해동 후 냉이 무게 (g)

통계분석

모든 실험 결과는 SPSS 통계 프로그램(Version 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, Duncan's multiple range test로 유의성 검증(p<0.05)을 실시하였다.

결과 및 고찰

색도

원물 및 데침 시간에 따른 냉이 시료의 L*, a*, b*값의 평균값과 ΔE값은 Table 1과 같다. 생냉이 잎의 경우 L*, a*, b*값의 평균은 각각 42.39±3.27, -7.85±1.29, 12.21±2.35로 측정되었으며, 데침 처리 시간이 길어질수록 L*, a*값은 유의적으로(p<0.05) 감소하는 경향을 보였고, b*값은 증가하였다. 40초간 전처리 시 색차 값은 가장 크게 나타나 데침시간이 길어질수록 모든 항목에서 유의적인 색의 변화가 나타났다. 냉이의 뿌리의 경우 전처리 시 L*값은 증가하였다가 데침시간이 길어짐에 따라 다시 감소하는 경향을 보였으며 a*, b*값은 감소하였다. ΔE값은 잎의 경우 데침시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보여 색변화가 많음을 알 수 있고, 뿌리의 경우 데침시간에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. Choi et al. (2001)의 보고에 따르면 참취의 데침 시간이 증가함에 따라 a*값이 증가하는 경향을 보여 본 연구와 상반된 결과를 나타냈다. Weemaes et al. (1999)는 단시간의 블랜칭은 세포벽 붕괴로 인해 발생하는 효소 및 클로로필 전구체 간 반응으로 녹색도가 더욱 선명해지나, 블랜칭 시간이 길어질수록 클로로필의 파괴로 인해 녹색도가 감소한다고 보고하였다. 본 실험은 1분 미만의 짧은 시간을 데침처리하여 a*값이 감소, 즉 녹색도가 상승하였으나, Choi et al. (2001)의 연구에서는 1분에서 5분 사이의 보다 긴 시간을 블랜칭하여 클로로필 붕괴로 인해 a*값이 증가한 것으로 생각된다.

냉이를 함기 포장하여 다양한 방법으로 냉동 및 해동 처

Table 1. The color values of Shepherd's purse by blanching time

| Sample | Treatment | Blanching time (sec) | Color | | | |
|--------|-----------|----------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | | L* | a* | b* | ΔE |
| Leaf | Raw | - | 42.39±3.27 ^a | -7.85±1.29 ^a | 12.21±2.35 ^b | - |
| | | 10 | 34.17±1.13 ^{bc} | -8.89±1.13 ^a | 10.30±1.22 ^{bc} | 8.62±1.02 ^b |
| | Blanched | 20 | 35.42±1.11 ^b | -7.56±0.70 ^a | 8.21±0.86 ^c | 8.12±0.92 ^b |
| | | 30 | 34.05±0.23 ^{bc} | -8.35±1.66 ^a | 8.78±2.15 ^{bc} | 9.29±0.55 ^b |
| Root | Raw | - | 36.83±0.71 ^b | -0.36±0.06 ^a | 4.07±0.18 ^a | - |
| | | 10 | 40.73±0.79 ^a | -0.81±0.69 ^c | 3.82±0.85 ^{ab} | 4.03±0.82 ^a |
| | Blanched | 20 | 40.36±0.95 ^a | -0.64±0.27 ^b | 2.71±0.91 ^{bc} | 3.85±1.04 ^{ab} |
| | | 30 | 39.48±1.17 ^a | -0.48±0.06 ^a | 2.86±0.17 ^{bc} | 2.93±1.11 ^{bc} |
| | | 40 | 33.38±2.56 ^c | -0.95±0.35 ^c | 2.61±0.39 ^c | 3.95±2.23 ^{ab} |

^{a-c}Different letters within the same column in leaf and root are significantly different from each other at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

리한 후의 색도 측정결과는 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 냉이 잎의 경우 L*값은 냉·해동 방법간 유의적인 차이가 나타났으나 일정한 경향성을 보이지는 않아 원물 자체의 차이에서 온 것으로 보인다. a*값은 -20°C와 -40°C에서 냉동 후 해동한 냉이의 값 보다 침지식 냉동 후 해동한 시료의 값이 냉동과정을 거치지 않은 냉이에 비해 변화가 적은 것으로 보아 냉이를 침지식 냉동하는 것이 -20°C와 -40°C로 냉동하는 경우보다 a*값의 변화를 거의 야기하지 않은 것으로 보인다. 또한 침지식 냉동 후 상온해동과 유수해동을 거친 냉이의 경우 냉동 전 시료와 가장 유사한 경향을 보였다. b*값은 냉·해동 후 감소하는 경향을 보였다. 냉이 뿌리의 경우 L*, a*, b*값 모두 데침 처리 후 감소하였고,

a*값의 경우 -20°C와 -40°C로 냉동 저장한 냉이가 데친 냉이와 유사한 경향을 나타내었고, b*값의 경우 -60°C에서 침지식으로 냉동저장 후 해동 처리한 냉이가 전반적으로 원물과 유사한 경향을 나타내었다.

수분함량 및 pH

원물 및 데침 시간에 따른 냉이 시료의 수분함량과 pH는 Table 4와 같다. 생냉이잎의 수분함량은 81%로 나타났으며, 생냉이뿌리의 수분함량은 88%로 나타났다. 냉이잎의 경우 열수침지 전처리 시 약 2-4%가 유의적으로 증가하였고, 뿌리의 경우 40초간 열수침지 전처리 시 90.6%로 증가하였다. Park & Lee (1994)은 9종의 산채류 원물의 수

Table 2. The color values of Shepherd's purse leaf by freezing and thawing methods

| Treatment | Freezing method | Thawing method | color | | | |
|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | L* | a* | b* | ΔE |
| Raw | | | 44.12±2.64 | -4.75±1.15 | 13.45±2.53 | - |
| Blanched | | | 35.67±1.37 | -5.60±0.94 | 9.21±1.42 | - |
| Blanched | -20°C | 25°C | 35.76±1.69 ^b | -3.34±1.03 | 5.29±1.78 ^B | 4.98±1.58 ^A |
| | | Running water | 35.64±1.16 ^{Ab} | -3.13±1.32 ^A | 4.67±1.98 ^B | 5.51±1.77 ^A |
| | | Radiofrequency | 36.42±1.54 ^{Aa} | -3.61±1.66 ^A | 5.77±2.73 ^B | 4.95±1.97 ^A |
| | -40°C | 25°C | 35.15±1.18 ^a | -3.53±1.49 | 5.35±1.76 ^B | 5.04±2.21 ^{Ab} |
| | | Running water | 34.14±1.74 ^{Bb} | -3.32±1.05 ^A | 5.19±1.27 ^B | 5.15±1.67 ^{Aa} |
| | | Radiofrequency | 33.98±1.55 ^{Bb} | -3.40±1.64 ^A | 5.39±2.39 ^B | 5.37±1.98 ^{Aa} |
| Immersion (-60°C) | 25°C | 34.89±1.41 ^a | -4.26±1.23 | 6.56±1.58 ^A | 3.62±1.46 ^{Bb} | |
| | Running water | 34.87±1.95 ^{Aa} | -4.20±1.14 ^B | 6.26±1.64 ^A | 4.06±1.52 ^{Bb} | |
| | Radiofrequency | 33.47±1.63 ^{Bb} | -4.75±1.15 ^B | 7.33±1.81 ^A | 3.76±1.40 ^{Ba} | |

^{a-b}Values in the same column with different superscript letters on freezing method were significant differences ($p<0.05$) by ANOVA with Duncan's multiple range test.

^{A-B}Values in the same column with different superscript letters on thawing method were significant differences ($p<0.05$) by ANOVA with Duncan's multiple range test.

Table 3. The color values of Shepherd's purse root by freezing and thawing methods

| Treatment | Package | Freezing method | Thawing method | Color | | | |
|-----------|------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | | | L* | a* | b* | ΔE |
| Raw | | | | 55.45±9.59 | 3.10±1.86 | 22.50±4.29 | - |
| Blanched | | | | 46.65±2.98 | 0.49±1.24 | 13.14±2.33 | - |
| Blanched | Air containing package | -20°C | 25°C | 48.66±3.34 | 0.49±0.91 ^B | 10.97±2.48 ^B | 4.85±1.59 ^B |
| | | | Running water | 46.75±2.32 ^B | 0.50±0.75 | 9.62±2.15 ^B | 4.99±2.37 ^B |
| | | | Radiofrequency | 47.52±3.19 ^B | 0.75±0.91 ^B | 10.37±2.47 ^B | 4.53±2.10 ^B |
| | | -40°C | 25°C | 48.03±2.53 ^a | 0.94±1.11 ^{AB} | 10.97±1.69 ^B | 3.95±1.08 ^{Bb} |
| | | | Running water | 47.62±3.53 ^{Bb} | 0.11±0.98 | 11.05±3.63 ^B | 4.80±1.95 ^{Ab} |
| | | | Radiofrequency | 49.00±2.95 ^{ABb} | 0.11±0.67 ^B | 11.95±3.11 ^B | 4.67±1.86 ^{Ab} |
| | Immersion (-60°C) | 25°C | 47.47±5.51 ^b | 1.53±1.59 ^A | 20.83±2.23 ^A | 9.62±2.14 ^{bA} | |
| | | Running water | 50.16±3.75 ^{Aab} | 1.01±1.53 | 20.09±2.53 ^A | 8.74±3.47 ^{cA} | |
| | | Radiofrequency | 50.98±3.88 ^{Aa} | 1.56±1.85 ^A | 21.54±2.02 ^A | 10.36±2.17 ^{aA} | |

^{a-c}Values in the same column with different superscript letters on freezing method were significant differences ($p<0.05$) by ANOVA with Duncan's multiple range test.

^{A-B}Values in the same column with different superscript letters on thawing method were significant differences ($p<0.05$) by ANOVA with Duncan's multiple range test.

Table 4. The water content and pH of Shepherd's purse by blanching time

| Treatment | Blanching time (sec) | pH | | Water content (%) | |
|-----------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Leaf | Root | Leaf | Root |
| Raw | - | 6.74±0.03 ^c | 5.60±0.07 ^b | 81.11±1.63 ^c | 88.44±0.81 ^b |
| | 10 | 6.81±0.02 ^b | 6.54±0.03 ^a | 85.11±0.44 ^b | 88.83±0.33 ^b |
| Blanched | 20 | 6.83±0.02 ^b | 6.57±0.01 ^a | 83.11±0.51 ^{ab} | 89.05±0.46 ^b |
| | 30 | 6.88±0.02 ^a | 6.53±0.03 ^a | 83.90±0.39 ^{ab} | 88.55±0.71 ^b |
| | 40 | 6.89±0.04 ^a | 6.56±0.05 ^a | 83.91±0.07 ^a | 90.55±0.41 ^a |

^{a-c}Different letters within the same column are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. The total bacteria count of Shepherd's purse by blanching time

| Treatment | Blanching time (sec) | Viable cell count (log CFU/g) | Total coliform |
|-----------|----------------------|-------------------------------|--------------------|
| Raw | - | 6.81±0.17 | 3.65±0.47 |
| | 10 | 5.26±0.15 | 1.32±0.13 |
| Blanched | 20 | 5.19±0.08 | N.D. ¹⁾ |
| | 30 | 4.54±0.43 | N.D. |
| | 40 | 4.25±0.21 | N.D. |

¹⁾N.D. means not detected.

분함량을 분석하여 84.6-94.0%의 수분함량을 나타냈다고 보고하였다. Kim et al. (2012)은 나물류 원물을 열수침지 데치기한 후 수분함량을 측정된 결과 엽나부는 0.03%, 참죽은 5.15%, 오가피는 1.73%, 두릅은 3.50% 증가한 결과를 보고하였고, 데치기 후 수분함량이 증가하는 본 실험결과와 동일하다. pH 또한 수분함량과 마찬가지로 열수침지 전처리 시 증가하여, 잎의 경우 6.74에서 40초 처리구의 경우 6.89까지, 뿌리의 경우 5.6에서 6.56까지 증가하였다. Kim et al. (2014)에 따르면 양파의 열수침지 처리에 따른 pH를 측정된 결과, 10분간 데친 경우 양파의 pH는 5.79에서 6.25로 증가하는 경향을 확인하였고, 이는 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. 채소류에 함유되어있는 glutamine이 열로 인한 분해로 pyrrolidone carboxylic acid를 생성하여 pH가 감소된다 보고한 Clydesdale et al. (1972)의 결과와 달리 냉이는 뿌리에 histidine-peptide가 풍부하여 오히려 pH를 증가시킨 것으로 사료된다(Kim et al., 2009).

미생물 소장 분석

원물 및 데침 시간에 따른 냉이 시료의 총균수 및 대장균군 분석 결과는 Table 5와 같다. 냉이 원물의 총균수 및 대장균군은 각각 6.81 log CFU/g 및 3.65 log CFU/g이었다. 30초 이상 전처리 시 일반세균은 2 log 감소하였고, 대장균군의 경우 20초 전처리 시 검출되지 않았다. 냉이를 전처리하고 냉해동 처리 후, 유효숫자 이하로 측정됨을 확인 하였으나, 냉해동 처리 후에도 미생물은 사멸되지 않고 유지되는 것을 알 수 있었다. 미국 국방부 산하 Natick 연구소에서는 식품의 미생물학적 안전성을 위하여 조리식품

의 미생물 허용 기준으로 총균수는 5 log CFU/g, 대장균은 2 log MPN/g을 제시한 바 있다. 이에 따라 20초 이내의 데치기는 미생물 사멸에 부적합하며, 30초 이상의 전처리 냉이의 미생물학적 안전성에 적합할 것으로 판단된다.

냉·해동 소요 시간

냉동 방법에 따른 냉동 곡선은 Fig. 1과 같고 해동 방법에 따른 해동 곡선은 Fig. 2와 같다. 냉동 시 냉이의 품온이 -20°C에 도달하였을 때 종결점으로 하였고, 해동 시 냉이의 품온이 -1°C에 도달했을 때 해동의 종결점으로 설정하였다. -5°C-0°C가 되기 전 낮은 온도 범위에서 해동 곡선이 급격하게 기우는 것을 확인할 수 있는데, Lee (1998)에 의하면 이 온도 범위에서 대부분의 수분이 빙결정 상태로 존재하기 때문에 열전도가 빠르게 일어나 온도가 빠르게 높아진다고 하였다. -5°C-0°C 온도 범위에서 빙결정을 녹이면서 열량이 사용되어 온도 상승이 늦어지는 부분을 최대 빙결정 용해대라고 보고되었다(Cho et al., 2010). 이 범위에서는 생화학 및 효소 활성이 촉진되므로 빠르게 통과하는 것이 품질 변화를 최소화 할 수 있다(Choi et al., 2014). 냉동 냉이의 해동 결과, 유수해동시 30-60분으로 최대 빙결정 용해대를 가장 빠르게 통과하는 것으로 나타났으며 상온해동(25°C)이 최대 빙결정 용해대를 통과하는 시간이 가장 많이 소요되었다.

냉·해동후 이화학적 품질 변화

냉이를 함기 포장하여 다양한 방법으로 냉동 및 해동 처리한 후의 pH와 드립로스는 Table 6과 같다. 원물의 pH는 7.18을 나타내었다. 냉이를 데침 처리한 후 pH는 8.09로 증가하는 경향을 보였고, 냉·해동 처리 후 냉이의 pH는 8.01-8.27의 범위로 측정되었다. 특히 -60°C에서 침지냉동 처리 후 고주파를 이용하여 해동한 경우 8.27로 가장 높은 pH를 보였으나 냉동 조건에 따른 pH는 큰 차이가 없었고, 또한 해동조건에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

한편 냉·해동 시 품질저하를 간단하게 판단할 수 있는 지표인 드립로스(%)를 측정 결과, -40°C와 -60°C로 냉동저장한 후 0°C의 물로 유수해동한 냉이의 경우 각각 17.32%와 17.59%로 가장 많은 드립로스를 나타냈다. 반면, 침지

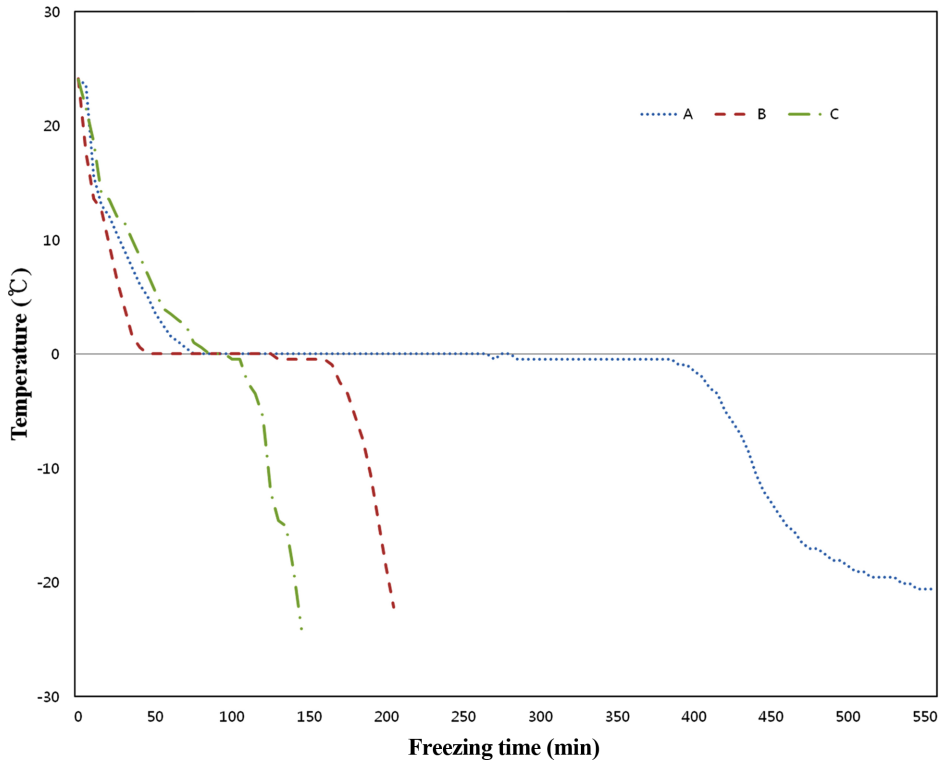


Fig. 1. Freezing curve of Shepherd's purse; (A) convective freezing at -20°C, (B) convective freezing at -40°C, (C) immersion freezing at -60°C.

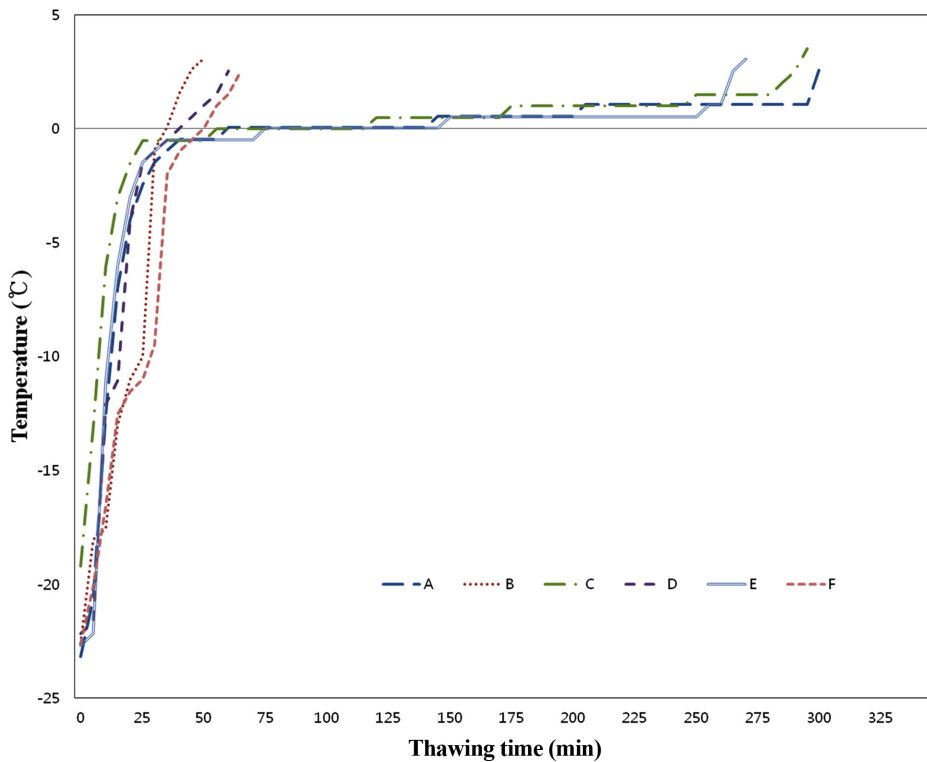


Fig. 2. Thawing curve of Shepherd's purse; (A) convective freezing at -20°C and thawing at room temperature (25°C), (B) convective freezing at -40°C and thawing at room temperature (25°C), (C) convective freezing at -40°C and thawing at room temperature (25°C), (D) convective freezing at -20°C and thawing by running water, (E) immersion freezing at -60°C and thawing at room temperature (25°C), (F) immersion freezing at -60°C and thawing by running water.

식 냉동의 경우 공랭식 냉동에 비해 드립로스의 양이 전반적으로 감소하는 결과를 보였다. 침지식 냉동의 경우 해동 조건별로 비교하였을 때 고주파 해동한 시료의 드립로스가 낮게 나타나 고주파 해동 방법이 냉해동 과정 후 품질 변화가 가장 적은 것으로 판단된다. Kim et al. (2015)의 보고에 따르면 썩의 냉·해동 조건에 따른 드립로스는 -20°C에서 냉동한 경우 가장 많고, 온도가 내려갈수록 감소하는 경향을 보였으며 우수 및 고주파 해동시 드립이 적게 발생함에 따라 본 연구와 상반되는 결과를 나타내었다. 반면 침지식 냉동이 가장 적게 드립로스를 발생한 결과는 일치하였다. 식품의 장기 보존을 위한 방법 중의 하나인 냉동은 가장 안전한 방법으로 대두되어지고 있으나 세포의 동결로 인한 cracking 현상이 발생하여 세포벽이 파괴되고 표면에 금이 생겨 부취지는 등의 상품성 손실이 일어날 수 있다(Jeong et al., 2003). 따라서 드립로스는 냉동이 해당 원물의 물성에 큰 영향을 미치고 영양 성분 및 관능적 특성에 부정적인 영향을 미칠 가능성에 의해 냉·해동에 따른 품질지표로 활용이 가능하다. 하지만 우수한 냉동 기술을 적용하더라도 드립 발생, 조직 연화 및 미생물 성장 등의

품질 저하 현상이 발생되므로 각 농산물에 따라 그에 맞는 적절한 해동방법을 적용하는 것이 중요하다.

냉이를 함기 포장하여 다양한 방법으로 냉동 및 해동 처리한 후의 절단강도 측정결과는 Table 7에 나타내었다. 냉이 잎의 절단강도는 1,369.50 g/cm²로 나타났고, 데친 후 1,348.25 g/cm²로 나타났다. 냉동 및 해동 후 잎의 절단강도는 전반적으로 감소하였으며, -20°C에서 냉동하고 상온에서 해동한 경우 860.00 g/cm²으로 가장 높았고, 침지식 -60°C에서 냉동하고 우수해동한 경우 393.75 g/cm²으로 나타나 가장 낮은 절단강도를 보였다. 또한 우수해동의 경우 절단강도가 전반적으로 낮은 경향을 보였다. 냉이 뿌리의 절단강도는 원물의 경우 3,968.95 g/cm²로 나타났고, 데친 후에는 2,876.25 g/cm²로 나타났다. 냉동 및 해동 후 뿌리의 절단강도는 잎과 달리 전반적으로 증가하였으며, 특히 -60°C에서 침지식으로 냉동저장 후 고주파해동을 실시한 냉이 뿌리의 경우 6,437.25 g/cm²으로 나타나 가장 높은 절단강도를 보였다. 절단강도측정 결과, 데침 처리하여 냉·해동한 경우 원물보다 절단강도가 증가하였는데 이는 세포간의 응집력과 결합력이 약해짐과 동시에 조직의 물리적

Table 6. pH and drip loss of Shepherd's purse by freezing and thawing methods

| Treatment | Package | Freezing method | Thawing method | pH | Drip loss (%) |
|-----------|------------------------|-------------------|----------------|-----------|---------------|
| Raw | - | - | - | 7.18±0.03 | |
| Blanched | - | - | - | 8.09±0.08 | |
| Blanched | Air containing package | -20°C | 25°C | 8.03±0.04 | 8.01 |
| | | | Running water | 8.01±0.09 | 13.10 |
| | | | Radiofrequency | 8.04±0.13 | 9.53 |
| | | | 25°C | 8.14±0.08 | 15.35 |
| | | | Running water | 8.17±0.03 | 17.32 |
| | | | Radiofrequency | 8.17±0.11 | 15.07 |
| | | Immersion (-60°C) | 25°C | 8.18±0.07 | 9.88 |
| | | | Running water | 8.19±0.07 | 9.85 |
| | | | Radiofrequency | 8.27±0.05 | 8.94 |

Table 7. Hardness of Shepherd's purse leaf and root by freezing and thawing methods

| Treatment | Freezing method | Thawing method | Hardness(g/cm ²) | |
|-----------|-------------------|----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | | Leaf | Rot |
| Raw | | | 1,359.50±359.56 | 3,968.95±1,325.96 |
| Blanched | | | 1,348.25±591.79 | 2,876.25±1,054.66 |
| Blanched | -20°C | 25°C | 860.00±495.01 | 5,788.25±1,967.72 |
| | | Running water | 672.75±575.49 | 5,779.25±2,010.48 |
| | | Radiofrequency | 704.25±394.64 | 6,317.00±2,129.97 |
| | | 25°C | 494.00±285.35 | 6,286.75±2,137.37 ^a |
| | | Running water | 460.00±303.61 | 4,825.25±1,387.38 ^b |
| | | Radiofrequency | 622.50±298.07 | 5,596.00±1,556.76 ^{ab} |
| | Immersion (-60°C) | 25°C | 541.50±277.67 | 6,179.75±1,907.60 |
| | | Running water | 393.75±261.63 | 6,123.00±1,273.64 |
| | | Radiofrequency | 414.25±295.32 | 6,437.25±1,761.67 |

^{a-b}Values are significantly different at $p < 0.05$ by t-test.

특성이 변하여 유연성과 질긴 정도는 증가하였기 때문에 사료된다(Lee, 1995). Kim et al. (2015)에 따르면 썩의 절단강도 또한 냉이 뿌리와 유사하게 냉·해동 처리 후 절단강도가 증가하였고, 도라지의 동결에 따른 품질 특성을 보고한 Lee et al. (2011)에 따르면 동결 후 해동처리한 도라지는 데친 과정을 거친 도라지에 비해 절단강도가 감소하는 경향을 보여 본 연구의 냉이와 상반되는 결과를 나타내었다. 이와 같이 농산물에 따라 각각의 고유한 특성이 다르므로 적절한 냉동 및 해동방법을 적용하여 최선의 품질을 제공하기 위한 연구가 지속적으로 필요하다.

요 약

냉이를 장기 저장하며 품질을 유지할 수 있는 냉동 냉이를 개발하기 위해 데치기 및 냉해동 조건에 따른 품질특성 분석에 대해 조사하였다. 냉이의 데침 조건에 따른 이화학적 특성 분석을 통하여 최적 전처리 조건을 확립한 후, 데친 냉이를 합기포장하여 각각 -20°C, -40°C, 침지식(-60°C)에서 냉동하였고, 냉동 후 -20°C에서 7일 간 저장한 후 각각 상온해동(25°C), 유수해동, 고주파 해동하여 이화학적 특성을 분석하였다. 냉이의 원물 및 데친 냉이의 이화학적 특성을 분석한 결과 색의 변화를 최소화 하고, 미생물 안전성을 확보하기 위하여 30초간 데침 처리가 적절하다고 판단하였다. 적절한 조건으로 전처리한 냉이를 냉·해동 처리한 후 이화학적 특성을 분석한 결과 냉동 온도가 낮을수록 색 변화나 물성의 변화가 적은 것으로 나타났다. 해동 방법으로는 고주파 해동이 품질 변화가 적은 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비 지원(과제번호 PJ010522)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Cano MP. 1996. Vegetables: In Freezing effects on food quality (L. E. Jeremiah, Ed). Marcel Dekker, New York, USA, p. 520.
- Castro SM, Saraiva JA, Lopes-da-Silva JA, Delgado I, Loey AV, Smout C, Hendrickx M. 2008. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). Food Chem. 107: 1436-1449.
- Cha HS, Youn AR, Kim SH, Jeong JW, Kim BS. 2008. Quality analysis of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) as influenced by storage temperature and harvesting period. Korea J. Food Sci. Technol. 40: 1-7.
- Cho EJ. 2000. A survey on the usage of wild grasses. Korean J. Diet. Cult. 15: 59-68.
- Cho KO, Cho YJ, Kim JH, Lee YC, Kim CJ, Lee CG, Lee SC, Kim YH, Jeong JW, Min SG, Kang JM, Kim JO, Yang BS. 2010. Frozen Food Theory and Practice. Gyeonggi Yurim Media Group, Seoul, Korea, pp. 91-126.
- Choi NS, Oh SS, Lee JM. 2001. Changes of biologically functional compounds and quality properties of *Aster scaber* (Chamchiwi) by blanching conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 745-752.
- Choi SY, Lee SY, Davaatseren M, Yoo SM, Choi HJ, Han HM. 2014. Effect of blanching conditions and thawing methods on quality properties of *Platycodon grandiflorum*. Korean J. Culin. Res. 20: 211-222.
- Chung ES, Jeon JR, Lim YS. 2004. Quality characteristics of Shepherd's purse (*Capesella bursa-pastoris*) Kimchi during fermentation. J. East Asian Soc. Dietary Life. 14: 131-13.
- Clydesdale FM, Kin YD, Francis FJ. 1972. Formation of 2-pyrrolidone-S-carboxylic acid from glutamine during processing and storage of spinach puree. J. Food Sci. 37: 45-47.
- Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed Jalapenos. J. Food Sci. 59: 362-365.
- Jang MY, Jo YJ, Hwang IG, Yoo SM, Choi MJ, Min SG. 2014. Physicochemical characterization and changes in nutritional composition of onions depending on type of freezing process. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 1055-1061.
- Jeong JW, Jeong SW, Park KJ. 2003. Changes in internal pressure of frozen fruits by freezing methods. Korean J. Food Preserv. 10: 459-465.
- Jung KH, Jo YJ, Hwang IG, Yoo SM, Choi MJ, Min SG. 2014. Effects of air blast freezing and microwave thawing on physicochemical and nutritional properties of carrots. Food Eng. Prog. 18: 293-299.
- Kim JY, Park SC, Hwang ID, Cheong HS, Nah JW, Hahm KS, Park YK. 2009. Protease inhibitors from plants with antimicrobial activity. Int. J. Mol. Sci. 10: 2860-2872.
- Kim MH, Jang HL, Yoon KY. 2012. Changes in physicochemical properties of Haetsun vegetables by blanching. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 647-654.
- Kim KI, Hwang IK, Yu SM, Min SG, Choi MJ. 2014. Effect of various pretreatments methods under physicochemical and nutritional properties of onion. Food Eng. prog. 18: 382-390.
- Kim HY, Shin HL, Lee SY, Han HM, Park BR, Choi MJ. 2015. Physicochemical characteristics of Mugwort (*Artemisia sp.*) with various blanching, freezing, and thawing methods. J. Agr. Sci. Chungbuk Nat'l Univ. 31: 218-223.
- Lee YC, Lee KH. 1988. Effects of blanching, chemical dipping, freezing methods and storage period on quality of frozen mushrooms. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 536-540.
- Lee HS. 1995. The measurement methods of the textural characteristics of fermented vegetables. Korean J. Soc. Food Sci. 11: 83-91.
- Lee MS, Choi HS. 1996a. Volatile flavor components in various edible portions of *Capsella bursa-pastoris*. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 822-826.
- Lee MS, Choi HS. 1996b. Volatile flavor components of *Capsella bursa-pastoris* as influence by drying methods. Korean J. Food SCI. Technol. 28: 814-821.
- Lee CH. 1998. The effects of freezing and thawing rate on the

- beef quality. MS thesis, Kookmin University, Seoul, Korea, pp. 1-69.
- 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. 18: 661-668.
- Lim HA, Yun SI. 2009. Antimicrobial activities of *Capsella bursa-pastoris* extracts. Korean J. Food Preserv. 16: 562-566.
- Park JS, Lee WJ. 1994. Dietary fiber contents and physical properties of wild vegetables. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 120-124.
- Park CS. 2000. Effect of pine needle and Green Tea extracts on the survival of pathogenic bacteria. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 40-46.
- Park CH, Kim HK, Yook HS. 2014. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of bracken (*Pteridium aquilinum Kuhn*) according to cooking methods. Korean J. Food Nutr. 27: 348-357.
- Peterson LA (1997) A Field Guide to Edible Plants Of eastern and Central North America. Houghton Mifflin Co, Boston, USA, p. 26.
- Rao MA, Lee CY, Katz J, Cooley HJ. 1981. Kinetic study of the loss of vitamin C, color, and Firmness during thermal processing of canned peas. J. Food Sci. 46: 636-637.
- Weemaes CA, Ooms V, Loey AM, van Hendrickx ME. 1999. Kinetics of chlorophyll degradation and color loss in heated broccoli juiced. J. Agric. Food Chem. 47: 2404-2409.
- Yun GB, Jang JG. 1989. Healthy Native Grass. Seoko Inc., Seoul, Korea. p. 203, 609.