

데치기 조건, 포장, 냉·해동 방법이 토란대의 품질에 미치는 영향

박동현 · 이상윤¹ · 김하윤² · 서재희¹ · 이지선¹ · 김수진¹ · 신혜림² · 최미정^{1*}

건국대학교 생명자원식품공학과, ¹건국대학교 응용생물학과, ²농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

The Effect of Packaging, Freezing Method, and Thawing Method on the Quality Properties of Blanched *Colocasia esculenta* (L.) Schott Stem

Dong Hyeon Park, SangYoon Lee¹, Ha Yoon Kim², Jae-Hee Seo¹, Jiseon Lee¹,
Soojin Kim¹, HyeRim Shin², and Mi-Jung Choi^{1*}

Department of Bioresources and Food Science, Konkuk University

¹Department of Applied Bioscience, Konkuk University

²Department of Agro-Food Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

Abstract

In the food industry, freezing storage has been an important process for maintaining the properties of food materials. In order to maintain the quality of blanched *Colocasia esculenta* (L.), Schott stem, packaging, freezing, and thawing methods were optimized by determinations of the physicochemical properties. For the comparison of packaging method, *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem packed by air containment had the lowest significant differences of properties such as hardness and drip loss compared to the control samples. Overall, the drip loss of *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem had lower value at fast freezing rate (immersion freezing). Considering the result of the drip loss, high frequency thawing was more effective than other thawing methods. Therefore, it was supposed that samples treated by air-containing packaging, immersion freezing, and high frequency thawing used the optimal method to maintain the original quality of *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem.

Key words: *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem, packaging, freezing method, thawing method,

서 론

우리나라는 최근 빠른 경제성장과 여성들의 사회진출 등으로 인한 생활양식의 변화로 외식 및 급식시설들이 급속하게 증가하고 있다. 이에 따라 식재료의 안정적인 공급이 중요한 문제로 떠오르고 있다(Choi, 2003). 우리나라 식단은 농산물의 비중이 높은 밥과 반찬, 그 가운데 김치 및 각종 농산물을 주식으로 하고 있다. 최근에는 웰빙 문화의 확산으로 채소류의 소비가 늘어나면서 이러한 문제를 해결하기 위해 냉동 채소류의 수요가 증가하고 있는 추세이다(Lee & Yoon, 2009). 하지만 농산물의 수확 특성상 연중 공급이 어려운 실정이다(Choi, 2003). 농산물은 종류에 따라 냉동에 취약한 정도가 다르고, 그에 따른 신선도를 유지할 수 있는 전처리 기술과 냉·해동 농산물 기술에 관한

연구가 다양하게 진행되고 있다(Shin et al., 2000; Lee et al., 2013). 전처리가 실시된 농산물은 전처리 작업과 조리 시간을 줄일 수 있다는 장점이 있고(Kwak et al., 2012), 방법에는 열풍 건조, 데치기(blanching), citric acid, ascorbic acid, 아황산 용액에 침지하는 방법 또는 황 훈증법 등이 있다(Hwang & Rhim, 1994). 하지만 적절하지 못한 전처리를 실시하면 병원성 미생물이 오염이 발생 할 수 있다고 보고된 바 있다(Ku et al., 2006). 한편, 냉동처리 시에는 세포 구조 파괴 및 드립발생 등 상품성이 떨어지게 되는 문제점을 지니고 있어(Jeong et al., 1996), 냉동 시 동결속도를 조절하거나, 동해방지제를 첨가하여 해동방법을 달리해주기도 한다.

해동 또한 냉동과 같이 물성변화(Kim et al., 1990; Kim & Rhim, 1997; Lee & Park, 1999), 색변화(Holzwarth et al., 2012) 등 식품의 품질 변화에 영향을 주어 식품에 맞는 최적의 조건이 설정되어야 한다. 식품을 상온에 두어 해동하는 자연 해동과 해동을 촉진하기 위하여 열풍, 온수 등을 이용한 해동법이 사용되고 있다(Kim et al., 2015). 열풍과 온수를 이용하는 것은 자연해동보다 빠른 해동이

*Corresponding author: Mi-Jung Choi, Department of Applied Bioscience, College of Life and Environmental Sciences, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea
Tel: +82-2-450-3048
E-mail: choimj@konkuk.ac.kr
Received April 12, 2016; revised April 28, 2016; accepted May 3, 2016

가능하나, 표면의 온도가 올라가게 되어 미생물 오염이 발생할 우려가 있다(Kum et al., 1998). 따라서 최소한의 품질변화를 위해 적절한 전처리와 그에 맞는 냉·해동 조건을 선택하는 것이 중요하다.

토란대(*Colocasia esculenta* (L.) Schott stem)는 토란(*Colocasia esculenta* (L.) Schott)에서 자라는 줄기로써, 무기질과 식이섬유가 풍부하다고 알려져 있으며, 우리나라에서는 주로 9월말에서 10월 중순 사이에 수확한다. 따라서 이 수확시기를 지나면 건조 토란대를 저장하지 않는 이상 토란대를 구할 수가 없다. 생토란대는 옥살산칼슘과 같은 독성이 있어서 섭취하기 전에 건조 또는 삶아서 제거해야 한다(Kumoro et al., 2014). 그러나 토란대에 대한 연구는 주로 성분함량분석(Park & Kim, 1991), 건조방법에 따른 품질변화(Hwang & Rhim, 1994)와 포장(Jo et al., 2012)등에 관한 것 등이 주로 진행이 되어 있을 뿐, 냉·해동 방법에 따른 품질변화에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 토란대의 데치기 조건, 다양한 냉동 및 해동 방법, 포장 종류에 따라 품질변화를 측정하여 토란대의 냉동 저장 전의 최적 전처리 조건을 확립하고자 수행되었다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 토란대는 전북 진안에서 수확된 것을 (주)하늘농가(Namyangju, Korea)로부터 제공받아 사용하였다.

토란대 전처리

수확한 토란대를 박피한 후 약 10 cm 단위로 세단하여 시료를 준비하였다. 건조 처리구는 시료를 dry oven을 이용하여 90°C에서 3시간 건조하였으며, 데침 처리구는 2분간 열수 침지한 후 탈수기로 3분간 탈수 하였다. 데친 후 건조 처리구는 데침 처리구를 dry oven을 이용해 90°C에서 3시간 건조하여 준비 하였다. 따라서 시료는 건조, 데침, 데침 후 건조 처리구로 3가지 전처리 시료를 준비 하였다.

외관

외관은 생토란대와 전처리가 완료된 토란대의 색과 형태를 비교하기 위해 CCD 카메라(3.0, Olympus, Shinjuku, Japan)로 촬영하였다.

냉·해동 방법

전처리 조건 가운데 생토란대와 비교해 외관변화가 가장 적고 색도 및 조직감을 유지한 데침처리구 최적 전처리 조건으로 설정하였다. 데침 처리구한 토란대는 동결

포장용 팩(7 Layer Co-extrusion film, Rollpack Co. Ltd., Gwangju, Korea)에 500 g 단위로 진공포장기(HFV 600L, Hankookfuji Inc., Hwaseong, Korea) 및 합기포장기(FM-600, Zeropack Co. Ltd, Ansan, Korea)를 이용하여 포장하였으며, 일반 냉동고를 이용한 자연대류식 냉동기법으로 각각 -20°C (GC-124HGFP, LG Electronics Co. Ltd., Seoul, Korea), -40°C (DSS-650TD, Daesan-eng Co. Ltd., Hanam, Korea)로 설정된 일반 가정식 냉장고에서 냉동하고, 초저온 급속 침지식 냉동기(F500, Topgreen tech., Seoul, Korea)에서 -40°C로 설정된 에탄올에 시료를 침지하여 냉동 하였다. 모든 시료는 냉동 후 -20°C 일반 가정식 냉장고로 옮겨 총 7일간 저장하였다. 7일간 저장된 시료는 각각 상온, 유수, 고주파를 사용하여 해동하였다. 상온해동은 시료를 외부로 꺼내어 실온에 해당하는 온도에서 해동하였고, 유수해동은 수돗물의 온도에 흐르게 하여 해동하였으며 고주파 해동 파장 27.12 MHz 및 400 W인 고주파 해동장치(FRT-5, Yamamoto Vinita Co. Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 해동하였다.

냉·해동 소요시간

냉·해동 소요 시간 측정하기 위하여, 포장 시 직경 1.7 cm의 온도계(DS1922, Maxim Intergrated™, CA, USA)를 식품의 중심부위에 넣고 시료와 함께 밀봉하였다. 밀봉 후 중심부의 온도를 매 1분마다 측정하였으며, 해동 또한 마찬가지로 중심부 온도를 1분마다 측정하였다. 해동이 끝난 후 온도계를 꺼내어 온도계 인식 장치(DS1402D-DR8, Maxim Intergrated™, CA, USA)를 이용하여 냉·해동 곡선을 얻었고, 냉동완료시점은 중심부 온도가 -20°C를 내려가는 점까지 하였고, 해동완료 시점은 중심온도가 0°C에 도달하는 점까지 하였다.

pH

pH는 토란대 시료 2g과 증류수 18 mL을 혼합한 후 가정용 믹서기(CNHR 26, Bosch, Ljubljana, Slovenia)를 이용하여 시료를 분쇄한 후 pH meter (Orion 3-STAR, Thermo scientific, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

색도

색도는 표준 백색판($L^*=97.79$, $a^*=-0.38$, $b^*=2.05$)으로 보정된 색도계(Color i7, X-rite Inc., MI, USA)를 사용하여 L^* (lightness, 명도), a^* (redness, 적색도), b^* (yellowness, 황색도)값으로 나타내었으며, 10회 반복하여 측정하였다. 색차(total color difference, ΔE)는 아래의 식과 같이 계산하여 나타내었다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2} \quad (1)$$

L_1 , a_1 , b_1 = 조건처리를 한 토란대의 명도, 적색도, 황색도 값

L_2 , a_2 , b_2 = 생토란대의 명도, 적색도, 황색도 값

조직감

냉·해동 처리 후 토란대를 높이 20 mm, 폭 30 mm로 절단 후 Texture analyzer (CT3 Texture analyzer, Brookfield, Middlebrow, MA, USA)를 이용하여 경도(hardness) 및 씹힘성(chewiness)을 10회 반복하여 측정하였으며 측정 조건은 test speed는 120 mm/min, load cell은 10 kg, probe는 blade type을 사용하였고, deformation time은 5초였다.

Drip loss

냉·해동이 완료된 토란대의 drip loss는 해동 후 유출된 수분 무게를 구한 다음, 아래의 식과 같이 해동 전 토란대 채취 무게에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{Drip loss (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \quad (2)$$

W_1 : 해동 전 토란대 무게 (g)

W_2 : 해동 후 토란대 무게 (g)

통계분석

실험 결과는 SPSS 통계 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 평균과 표준편차를 구하였고, Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성 검증($p>0.05$)을 실시하였다.

결과 및 고찰

외관 관찰

전처리 조건에 따른 토란대의 외관은 Fig. 1과 같다. 생토란대는 박피 후 연한 초록색을 나타내었다. 데친 토란대는 토란대 고유의 색이 뚜렷하게 나타났지만 조직감은 물러진 것을 확인할 수 있었고, 길이는 9.5 cm로 생토란대에 비해 길이가 약간 줄어들었다. 건조 및 데친 후 건조한 토란대는 길이는 9.3 cm, 9.2 cm로 생토란대의 길이와 길이차는 비슷했지만 부피가 감소하였고 조직감은 뻣뻣해진 것을 확인할 수 있었다.

냉동 소요 시간

데친 토란대를 냉동하여 시료의 중심온도가 -20°C까지 도달하는데 걸리는 시간을 측정한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 침지식 냉동, 일반냉동 -40°C, -20°C한 시료의 0°C 도달 시간은 각각 65분, 85분, 165분이었다. 이에 반해 최대빙결정생성대(-1°C ~ -5°C)에서 머무른 시간은 침지식 냉동은 10분, 110분, 395분 이었다. 일반냉동 -20°C에서 냉동한 시료가 가장 0°C에 늦게 도달했고 최대빙결정생성대에 서는 오랫동안 머무른 반면 침지식으로 냉동한 시료는 가

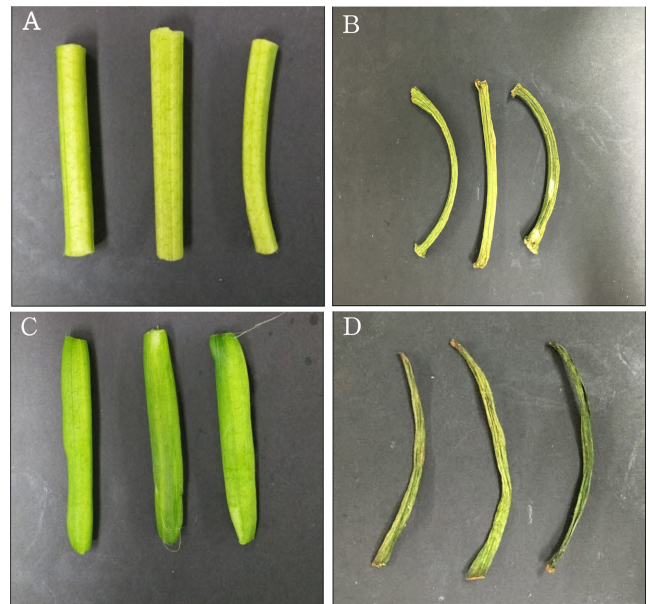


Fig. 1. The effect of pretreatment on appearance of *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem; (A) raw sample, (B) drying treatment, (C) blanching treatment, and (D) drying after blanching treatment.

장 빠르게 0°C에 도달했고 최대빙결정생성대를 빠르게 통과했다.

해동 소요 시간

-20°C에서 냉동된 토란대의 해동방법별 소요시간을 Fig. 3에 나타내었다. 고주파해동이 제일 빠른 15분을 기록했고, 그 다음으로는 유수해동으로 약 75분정도 걸렸다. 상온해동은 약 180분이 소요 되어 가장 늦게 해동이 완료되었다. Cho (1997)가 발표한 내용에 따르면, 고주파에 의한 해동이 짧은 이유는 식품내부로 통과한 고주파로 인해 물과 얼음분자가 진동을 하고 이로 인한 발열반응이 일어나기 때문이라고 보고한 바 있다. 이로 인해 식품이 다른 해동방법에 비해 빠르다고 하였는데 본 실험도 같은 경향을 보였다. Lee et al. (2007)은 고주파에 의한 해동은 빠르고 손실이 적은 것으로 보고하였으며, 이는 본 실험에서 고주파에 의한 해동이 급속 해동법으로써 이용될 수 있음과 유사한 경향을 나타내었다.

pH

전처리 조건에 따른 토란대의 pH는 Table 1과 같다. 생토란대의 pH는 6.40로 측정되었으며, 건조 시에는 6.23으로 감소하였다. 데치기 한 처리구는 6.54로 유의적으로 증가하였으나, 데친 후 건조 처리한 경우 6.33으로 감소하였다. Kim et al. (2004)은 녹색채소의 유기산의 존재 여부가 pH에 영향을 주며, 세척 시 물에 유기산이 희석 될 수 있다고 보고 하였다. 이로 인해 원물에 비해 데치기 한 토란

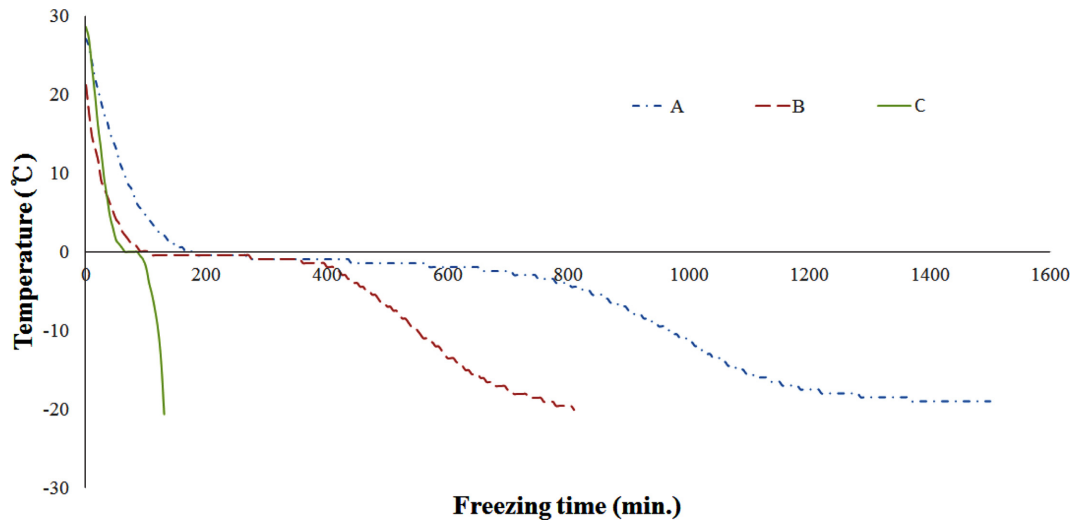


Fig. 2. The effect of freezing methods on freezing curve of blanched *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem; (A) natural convection freezing at -20°C , (B) natural convection freezing at -40°C and (C) immersion freezing at -40°C .

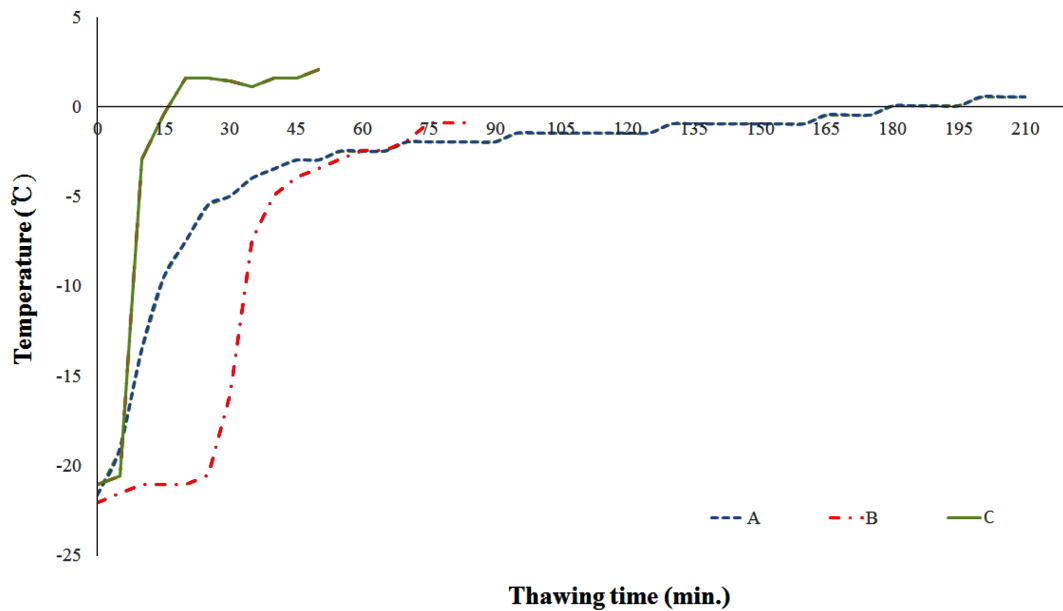


Fig. 3. The effect of thawing methods on thawing curve of blanched *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem treated by conventional freezing at -20°C ; (A) thawed at room temperature thawing at 25°C , (B) thawed by running water thawing at 20°C , and (C) thawed by high frequency thawing at 27.12 MHz.

Table 1. The effect of pretreatment on pH of *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem

	pH
Raw	6.40 ± 0.02^b
Drying	6.23 ± 0.03^d
Blanching	6.54 ± 0.10^a
Drying after blanching	6.33 ± 0.02^c

^{a-d}Means with different superscripts in a column are significantly different.

대의 pH가 약간 증가 한 것으로 생각된다. 데침 여부와 관계없이 건조 했을 때의 토란대 pH는 0.17-0.19의 범위에

서 감소하였으며, 이는 수분의 감소로 인한 용질의 농도 증가로 인한 것으로 판단된다($p > 0.05$).

데침 처리한 토란대를 함기 및 진공 포장한 후 냉·해동 조건에 따른 pH 변화는 Table 2에 나타내었다. 전체적으로 함기 포장한 처리구의 pH는 6.03에서 6.33, 진공 포장한 처리구의 pH는 6.04에서 6.31의 값을 나타내었다. 함기 포장한 pH는 데치기만 한 토란대와 비교했을 시 -20°C 냉동 및 고주파 해동한 처리구와 침지식으로 냉동하고 상온 및 고주파로 해동한 처리구를 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 진공 포장한 pH 또한 -20°C 냉동 및

Table 2. The effect of packaging, freezing and thawing methods on pH of blanched *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem

Freezing method	Thawing method	Packaging	
		Air-containing	Vacuum
-	-	6.12±0.06	
Convection freezing (-20°C)	RT ¹⁾	6.15±0.05 ^{by}	6.11±0.11 ^{bx}
	RW ²⁾	6.03±0.05 ^{by}	6.31±0.03 ^{ax}
	HF ³⁾	6.33±0.13 ^{ax}	6.20±0.07 ^{abx}
Convection freezing (-40°C)	RT	6.01±0.07 ^{bz}	6.30±0.16 ^{ax}
	RW	6.22±0.10 ^{ax}	6.14±0.12 ^{axy}
	HF	5.99±0.11 ^{by}	6.11±0.06 ^{ax}
Immersion freezing (-40°C)	RT	6.33±0.07 ^{ax}	6.04±0.07 ^{ay}
	RW	6.14±0.09 ^{axy}	6.10±0.10 ^{ay}
	HF	6.31±0.19 ^{ax}	6.12±0.08 ^{ax}

^{a-b}Means with different superscripts within the same freezing method column are significantly different.

^{x-z}Means with different superscripts within the same thawing method column are significantly different.

¹⁾RT : Room temperature thawing.

²⁾RW : Running water thawing.

³⁾HF : High frequency thawing.

유수 해동한 처리구와 -40°C 냉동하고 상온 및 고주파 해동한 처리구를 제외하고 큰 차이가 없었다. 이는 산채를 데치는 경우 pH가 변화하지만 이후 포장 방법에 의한 유의적인 차이를 나타내지 않았다는 Jo et al. (2012)의 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

색도

토란대의 전처리 조건에 따른 색도 및 색차는 Table 3과 같다. 생토란대의 경우 L*, a*, b*값은 각각 53.33, -13.76, 33.94로 나타났다. 건조 및 데침 시에는 L*, a*값이 유의적으로 감소하였으며, b*값 또한 감소하였지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). 데친 후 건조한 토란대의 경우, L*, a*, b*값 모두 증가하였으나 생 토란대와의 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). 색차는 전반적으로 4.92에서 8.32사이의 값을 가졌는데, 특히 데치기만 처리한 토란대에 비해 건조 처리를 한 토란대의 색차가 큰 값을 나타내었다. Hwang & Rhim (1994)은 높은 온도에서 건조 시 비효소적 갈변이 일어난다고 보고 한 것으로 미뤄 볼

때, 본 연구에서도 건조 처리가 된 토란대가 높은 온도인 90°C에서 건조가 되었기 때문에 비효소적 갈변이 일어났고 그로 인해 색차가 크게 나타나지 않았나 생각된다.

토란대를 함기 및 진공 포장한 후 냉·해동 조건에 따라 측정된 색도는 Table 4와 같다. 데침 처리구와 생토란대를 비교했을 때 L*값과 b*값은 감소한 42.62, 8.59를 각각 나타냈고, a*값은 증가한 -3.57을 나타내었다. L*값은 함기 포장, 진공 포장 모두 생토란대의 값에 비해 대체적으로 약간 증가하였고, 냉·해동 처리에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). a*값은 전반적으로 데침 처리구보다 값이 낮아 졌지만, 함기 포장한 시료가 대체적으로 진공 포장한 시료에 비해 데친 토란대와의 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). Chang et al. (2012)이 발표한 바에 따르면 열처리한 연근을 진공 포장 하였을 때 a*의 변화가 가장 적었다는 연구와 반대되는 결과를 나타내었다. 이런 상반되는 결과의 이유는 토란대의 조직도에 기인한 것으로 생각되고 토란대를 진공 포장시 조직이 물러져서 a*이 유의적인 차이가 나는 것으로 생각된다(p<0.05). b*값 또한 전반적으로 모든 포장방법으로 냉동과 해동 후의 값이 데침 처리구의 값에 비해 전반적으로 증가하였으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). 색차 값(ΔE)의 경우, -20°C에서 냉동하고 유수 해동한 처리구를 제외하고 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다(p>0.05). 하지만 몇몇의 함기 포장 처리구를 제외하고 함기 포장한 처리구의 색차 값이 진공 포장한 처리구의 색차 값보다 작은 값을 나타내었다.

조직감

일반적으로 채소류의 조직감은 데치기, 냉동 등에 영향을 받는 대표적인 지표이다(Olivera et al., 2008). 토란대의 전처리 조건별 경도, 씹힘성은 Table 5와 같다. 전처리 조건에 따른 경도의 변화는, 생토란대는 6.85 kg/cm³로 나타났으며, 데침 처리구에서는 6.83 kg/cm³로 경도가 감소하였고, 건조 및 데침 후 건조 처리구에서는 8.22, 8.10 kg/cm³으로 증가하였으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). 데침 처리 후 경도가 감소하는 이유는 데치기의 온도와 시간에 따라 세포벽의 펙틴감소, 세포구조 파괴 등으로 인하여 조직감이 변화가 일어나 경도가 감소하는 것

Table 3. The effect of pretreatment on color and color difference (ΔE) of *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem

	Color			
	L*	a*	b*	ΔE
Raw	53.33±0.80 ^{ab}	-13.76±0.68 ^{ab}	33.94±1.69 ^a	-
Drying	46.87±4.50 ^b	-17.13±0.67 ^b	30.93±1.84 ^a	8.32±3.67
Blanching	49.26±3.09 ^b	-14.96±1.50 ^c	33.86±1.08 ^a	4.92±1.92
Drying after blanching	58.29±3.66 ^a	-12.43±1.47 ^a	34.00±4.39 ^a	6.49±3.32

^{a-c}Means with different superscripts in a column are significantly different.

Table 4. The effect of packaging, freezing and thawing methods on L* value, a* value, b* value and total color difference values (ΔE) of blanched *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem

Packaging	Freezing method	Thawing method	Color			
			L*	a*	b*	ΔE
-	-	-	42.62±6.36 ⁴⁾	-3.57±1.03	8.59±1.60	-
Air-containing	Convection freezing (-20°C)	RT ¹⁾	43.18±6.45 ^{ax}	-3.36±0.97 ^{ax}	9.38±2.31 ^{ax}	6.46±2.25 ^{ax}
		RW ²⁾	44.99±7.82 ^{ax}	-4.08±1.43 ^{ax}	9.56±2.54 ^{ax}	8.19±2.50 ^{ax}
		HF ³⁾	44.74±7.03 ^{ax}	-4.00±1.43 ^{ax}	9.36±2.47 ^{ax}	7.39±2.36 ^{ax}
	Convection freezing (-40°C)	RT	44.33±8.23 ^{ax}	-4.45±1.20 ^{ay}	9.92±3.07 ^{ax}	8.41±3.14 ^{ax}
		RW	43.14±6.97 ^{ax}	-3.73±0.96 ^{ax}	8.69±1.98 ^{ax}	6.84±2.12 ^{ax}
		HF	44.61±7.12 ^{ax}	-3.61±1.64 ^{ax}	9.87±3.05 ^{ax}	7.47±3.13 ^{ax}
	Immersion freezing (-40°C)	RT	43.65±6.56 ^{ax}	-4.33±0.82 ^{ay}	8.46±1.76 ^{ax}	6.61±1.62 ^{ax}
		RW	44.75±7.19 ^{ax}	-4.48±1.06 ^{ax}	9.64±2.19 ^{abx}	7.37±2.69 ^{ax}
		HF	44.25±6.45 ^{ax}	-4.37±0.87 ^{ax}	9.82±1.75 ^{ax}	6.66±1.97 ^{ax}
Vacuum	Convection freezing (-20°C)	RT	44.14±7.18 ^{ax}	-3.84±1.09 ^{ax}	9.53±2.80 ^{ax}	7.27±2.88 ^{ax}
		RW	45.63±8.70 ^{ax}	-4.39±1.00 ^{ay}	10.26±2.00 ^{ax}	8.78±3.55 ^{ax}
		HF	45.35±7.72 ^{ax}	-4.40±1.05 ^{ay}	9.69±2.61 ^{ax}	7.94±3.31 ^{ax}
	Convection freezing (-40°C)	RT	45.43±7.61 ^{ax}	-3.64±1.25 ^{ax}	10.49±2.26 ^{ax}	8.10±2.79 ^{ax}
		RW	43.55±7.72 ^{ax}	-3.54±1.37 ^{ax}	8.95±2.26 ^{bx}	7.66±2.42 ^{ax}
		HF	43.68±7.94 ^{ax}	-3.56±1.22 ^{ax}	9.12±2.11 ^{abx}	7.97±1.92 ^{ax}
	Immersion freezing (-40°C)	RT	43.86±6.69 ^{ax}	-4.64±1.33 ^{ay}	10.21±2.68 ^{ax}	7.21±2.15 ^{ax}
		RW	44.25±7.52 ^{ax}	-4.34±1.39 ^{axy}	10.24±2.81 ^{ax}	7.80±2.94 ^{ax}
		HF	42.97±6.56 ^{ax}	-4.29±1.11 ^{ay}	9.20±2.15 ^{ax}	6.61±1.99 ^{ax}

^{a-b)}Means with different superscripts within the same freezing method column are significantly different.

^{x-y)}Means with different superscripts within the same thawing method column are significantly different.

¹⁾RT : Room temperature.

²⁾RW : Running water thawing.

³⁾HF : High frequency thawing.

⁴⁾Values are mean±SD, n=3

Table 5. The effect of pretreatment on hardness and chewiness of *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem

	Hardness (kg/cm ³)	Chewiness
Raw	6.85±2.86 ^a	78.75±19.86 ^b
Drying	8.22±2.16 ^a	170.64±26.91 ^a
Blanching	6.83±2.72 ^a	7.80±2.93 ^c
Drying after blanching	8.10±1.93 ^a	15.50±11.77 ^c

^{a-c)}Means with different superscripts in a column are significantly different.

으로 보고하고 있다(Lee & Jung, 2012). 씹힘성의 경우 생 토란대는 78.75로 나타났으며, 건조 시에는 170.64로 증가하였으나 데치는 경우 7.80으로 급감하였다. 데친 후 건조하여도 15.50으로 증가하였으나 데치기만 한 처리구와는 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$).

함기 및 진공 포장 후 냉·해동 조건에 따른 토란대의 경도는 Table 6과 같다. 데침 처리구의 경도는 11.0 kg/cm³로 측정되었다. 데친 토란대를 진공 포장 및 함기 포장하여 냉동 및 해동에 따라 경도를 측정 한 결과, 함기 포장한 토란대는 10.1-12.5 kg/cm³ 사이의 값을 가졌고, 진공 포장한 토란대는 10.0-13.3 kg/cm³ 사이의 값을 가졌다. 데

친 토란대를 침지식 냉동 처리한 것들이 다른 냉동처리한 토란대보다 데치기만 한 토란대의 경도와 비슷한 값을 가졌는데, 이는 얼음결정 형성 온도대를 빠르게 지나가 미세한 얼음결정이 형성되어 토란대 조직에 적게 손상 받았기 때문이라고 사료된다(Yang, 1997). Kim (2004)과 Lee et al. (2012)의 연구에서는 데치기와 냉·해동 처리를 하면 세포파괴로 인한 응집력 및 결합력의 감소로 낮은 경도의 값을 가진다고 보고하였다. 하지만 고주파 해동을 처리하지 않은 것은 감소하는 것을 확인했지만 고주파 해동을 한 처리구들은 오히려 경도가 증가한 경향을 보여 본 실험과 상반되는 결과를 보였다.

Drip loss

식품을 냉동 시 생기는 빙결정은 세포파괴, 세포 내용물 유출 등을 야기해 해동 시 drip loss가 발생하게 된다(Jeong et al., 2003). drip loss는 식품 물성, 관능특성에 부정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 수용성 영양분의 함량을 감소시켜 냉동식품의 품질을 평가하는 지표로 사용된다(Park et al., 2012; Xu et al., 2014). 함기 및 진공 포장한 후 냉·해동 조건에 따른 토란대의 drip loss는 Table 7과 같다. 함

기 포장에 비하여 진공포장 처리구의 drip loss의 양이 더 많은 것으로 나타났다. Kim et al. (2011)에 의하면 진공포장의 경우 진공압에 의해 조직이 깨지면서 영향을 받아 드립이 증가한 것이 원인으로 보인다고 하였는데, 본 실험 역시 토란대의 drip loss 양이 많이 발생한 것으로 보아 같은 영향을 받았을 것으로 사료된다. 고주파로 해동한 처리구에서 함기 포장 후 -20°C에서 냉동 처리한 것을 제외하고 다른 모든 처리구에서 drip loss의 양이 가장 적었다.

또한 전반적으로 -20°C에서 냉동한 토란대의 drip loss가 많았는데, Park & Song (2015)에 의하면 냉동 온도가 높을수록 연근의 조직 파괴가 많아 drip loss의 양이 받았다는 보고를 한 바 있으며, 이 연구와 비슷한 경향을 나타내었다. 따라서 토란대의 drip loss를 최소화하기 위하여 함기 포장, 침지식 냉동 그리고 고주파 해동을 하는 것이 효과적이라는 것을 확인하였다.

요 약

본 연구는 토란대의 장기 저장 및 냉동 편의식으로서의 이용을 위한 냉동 토란대를 개발하고자 데침, 건조 및 냉·해동 조건별 토란대의 품질특성을 조사하였다. 데침 처리만 한 토란대를 최적 전처리 조건으로 설정하여 각각 함기 및 진공포장 해 냉동을 실시하고 해동하였다.

함기 포장한 토란대는 진공 포장을 실시한 토란대보다 색도, drip loss 측면에서 데침처리만 한 토란대와 유의적인 차이가 없었는데, 이는 진공 포장시 진공압에 의해 조직이 파괴 된 것으로 사료된다. 냉동 방법의 경우는 포장 방법에 상관없이 침지식 냉동한 토란대가 색차가 6.61-7.8로 작았고, drip loss는 14.84-20.58%로 일반냉동보다 작았다. 침지식 냉동한 토란대의 해동 방법에 있어서는 색차, drip loss 측면에서 고주파 해동이 가장 효과적이었고, 다른 해동방법과 비교했을 때 해동 완료 시점이 5배 이상 빠른 것을 관찰하였다.

이에 따라 함기 포장 후 침지식 냉동 및 고주파 해동의 공정이 가장 효과적인 냉·해동법으로 판단된다.

감사의 글

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

References

Chang MS, Park MJ, Kim JG, Kim GH. 2012. Effects of various packaging materials on the quality of heat treated *Lolium roots* during storage. Korean J. Food Preserv. 19: 807-812.
 Cho KW. 1997. A theory of microwave heating. J. Food Eng. 46: 277-285.
 Choi JS. 2003. Study on frequently consumed dishes and menu patterns of middle-aged housewives for 1 year. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 764-778.
 Choi SY, Lee SY, Davaatseren M, Yoo SM, Choi MJ, Han HM. 2014. Effect of blanching conditions and thawing methods on quality properties of *Platycodon grandifloru*. The Korean J. Culinary Research. 20: 211-222.
 Holzwarth M, Korhummel S, Carle R, Kammerer DR. 2012. Evaluation of the effects of different freezing and thawing methods on color, polyphenol and ascorbic acid retention in straw-

Table 6. The effect of packaging, freezing, and thawing methods on hardness of blanched *Colocasia esculenta* (L.) Schott Stems (kg/cm³)

Freezing method	Thawing method	Packaging	
		Air-containing	Vacuum
-	-	11.02±2.34	
Convection freezing (-20°C)	RT ¹⁾	10.44±1.80 ^{bx}	10.15±2.69 ^{bx}
	RW ²⁾	10.66±2.11 ^{abx}	10.87±2.28 ^{bx}
	HF ³⁾	12.16±2.85 ^{ax}	13.29±4.40 ^{ax}
Convection freezing (-40°C)	RT	11.22±3.14 ^{abx}	10.17±2.91 ^{axy}
	RW	10.17±1.62 ^{bx}	10.67±2.25 ^{ax}
	HF	12.12±2.19 ^{ax}	10.04±1.54 ^{ay}
Immersion freezing (-40°C)	RT	11.02±2.23 ^{ax}	10.87±2.82 ^{bx}
	RW	10.26±2.80 ^{ax}	10.44±2.40 ^{bx}
	HF	11.66±2.23 ^{ax}	12.96±2.32 ^{ax}

^{a-b}Means with different superscripts within the same freezing method column are not significantly different.

^{x-z}Means with different superscripts within the same thawing method column are not significantly different.

¹⁾RT : Room temperature thawing.

²⁾RW : Running water thawing.

³⁾HF : High frequency thawing.

Table 7. The effect of packaging, freezing and thawing methods on drip loss of blanched *Colocasia esculenta* (L.) Schott stem (%)

Freezing method	Thawing method	Packaging	
		Air-containing	Vacuum
Convection freezing (-20°C)	RT ¹⁾	22.30±0.87 ^{bx}	23.80±1.75 ^{ax}
	RW ²⁾	26.63±2.31 ^{ax}	26.01±1.84 ^{ax}
	HF ³⁾	22.57±1.17 ^{bx}	19.02±0.98 ^{bx}
Convection freezing (-40°C)	RT	14.92±0.57 ^{az}	16.40±0.83 ^{bz}
	RW	16.44±1.43 ^{ay}	24.76±1.32 ^{ax}
	HF	14.85±0.74 ^{ay}	16.37±0.78 ^{by}
Immersion freezing (-40°C)	RT	19.71±1.25 ^{ay}	20.58±0.63 ^{ay}
	RW	16.03±0.97 ^{by}	17.73±0.92 ^{by}
	HF	14.84±0.25 ^{by}	18.69±0.65 ^{bx}

^{a-b}Means with different superscripts within the same freezing method column are not significantly different.

^{x-z}Means with different superscripts within the same thawing method column are not significantly different.

¹⁾RT : Room temperature thawing.

²⁾RW : Running water thawing.

³⁾HF : High frequency thawing.

- berries(*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Food Res. Int. 48: 241-248.
- Hwang KT, Rhim JW. 1994. Effect of various pretreatments and drying methods on the quality of dried vegetables. Korea J. Food Sci. Technol. 26: 805-813.
- Jeong JW, Jeong SW, Park KJ. 2003. Changes in internal pressure of frozen fruits by freezing methods. Korean J. Food Preserv. 10: 459-465.
- Jeong JW, Kim BS, Kim OW, Nahmgung B, Lee SH. 1996. Changes in quality of carrot during storage by hydrocooling. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 841-849.
- Jo IH, Kim HS, Kim GM, Kim JS, Kim GC. 2012. Effects of packaging method on the quality of blanched *namul* during storage. Korean J. Food Preserv. 19: 328-336.
- Kim JH, Min SG, Choi MJ, Yoo SM, Jo YJ, Chun JY. 2015. Effect of various freezing and thawing methods on physicochemical characterization of carrot. Food Eng. Prog. 19: 306-312.
- Kim SJ, Rhim JW. 1997. Effect of freezing, thawing, and blanching on the pigment of purple sweet potato. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 9-14.
- Kim SJ, Sun SH, Kim GC, Kim HR, Yoon KS. 2011. Quality changes of fresh-cut leafy and condiment vegetables during refrigerated storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1141-1149.
- Kim SJ, Yang SY, Lee MH. 1990. Quality changes of thawed porcine meat on the thawing methods. Korean J. Food Sci. Tehcnol. 22: 123-128.
- Kim WS, Shin MS, Lee GA, Kim MJ. 2004. Cookery Science & Theory. Life Science Seoul, Korea. pp. 141-160.
- Kim YH. 2004. Texture changes in some vegetables with heat treatment. M.S. thesis. Inje University, Gimhae, Korea.
- Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee MG. 2006. Effects of pre-treatment method on the surface microbes of radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 35: 649-654.
- Kum JS, Lee CH, Han Q. 1998. Effects of height for microwave defrosting on frozen food. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 109-114.
- Kumoro AC, Putri RDA, Budiyati CS, Retnowati DS, Ratnawati. 2014. Kinetics of calcium oxalate reduction in taro(*Colocasia esculenta*) corm chips during treatments using baking soda solution. Procedia Chemistry. 9: 102-112.
- Kwak SJ, Park NY, Kim GC, Kim HR, Yoon KS. 2012. Changes in quality characteristics of wild root vegetables during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 1158-1167.
- 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 Sci. Nutr. 41: 246-253.
- Lee HO, Lee YJ, Kim JY, Kwon KH, Kim BS. 2013. Changes in the quality of frozen vegetables during storage. Korean J. Food Preserv. 20: 296-303.
- Lee HY, Lim CI, Do KR. 2007. Changes of characteristics in red pepper by various freezing and thawing methods. Korean J. Food Preserv. 14: 227-232.
- Lee JJ, Jung HO. 2012. Changes in physicochemical properties of *Spergularia marina Griseb* by blanching. Korean J. Food Preserv. 19: 866-872.
- Lee JK, Park JY. 1999. Rapid thawing of frozen pork by 91.5 MHz microwave. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 54-61.
- Lee MJ, Yoon KS. 2009. Comparison of the perception of frozen processed food, food labeling and nutrition labeling between employees and non-employees in the frozen food industry. J. East Asian Soc. Dietary Life 19: 533-543.
- Olivera DF, Vina SZ, Marani CM, Ferreyra RM, Mugridge A, Chaves AR, Mascheroni RH. 2008. Effect of blanching on the quality of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. *gemmifera* DC) after frozen storage. J. Food Eng. 84: 148-155.
- Park MH, Kwon JE, Kim SR, Won JH, Ji JY, Hwang IK, Kim MR. 2012. Physicochemical and microbiological properties of pork by various thawing methods. J. East Asian Soc. Dietary Life 22: 298-304.
- Park SJ, Song KB. 2015. Quality changes in the lotus root frozen under different conditions. Korean J. Food Preserv. 22: 44-50.
- Park WK, Kim SH. 1991. Quantitative analysis and physical properties of dietary fiber in vegetables. J. Korean Soc. Food Nutr. 20: 167-172.
- Shin DB, Lee YC, Kim, JH. 2000. Changes in quality of garlic during frozen storage. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 102-110.
- Xu Z, Guo Y, Ding S, An K, Wang Z. 2014. Freezing by immersion in liquid CO₂ at variable pressure response surface analysis of the application to carrot slices freezing. Innov. Food Sci. Emerg. 22: 167-174.
- Yang CY. 1997. Fundamentals and application of food freezing. Sejinosa, Seoul, Korea. pp. 230-239.