

냉·해동 조건에 따른 간편편이식 콩나물의 물리적 품질 변화

장민영¹⁾ · 정유경¹⁾ · 민상기¹⁾ · 조은경²⁾ · 이미연^{2)¶}
건국대학교 바이오산업공학과¹⁾ · (주) 다손 생명공학부설연구소^{2)¶}

Effect of Freezing and Thawing Condition on the Physical Characteristics of Blanched Bean Sprouts as Home Meal Replacement

Min-Young Jang¹⁾ · You-Kyoung Jung¹⁾ · Sang-Gi Min¹⁾ ·
Eun-Kyung Cho²⁾ · Mi-Yeon Lee^{2)¶}

Department of Bioindustrial Technologies, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea¹⁾
Dason Biotechnology Research Institute, Bucheon 421-808, Korea^{2)¶}

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of freezing and thawing rate on the physical properties of soybean sprouts to improve the quality of processed soybean sprouts during distribution and storage. Cooked soybean sprouts were frozen by air-blast freezing (ABF) system at -45°C or natural air convection freezing (NCF) system at -24°C , then thawed using microwave oven by varying output power (0, 400, 800 and 1,000 W) until 75°C . The quality of soybean sprouts was measured by the water content, hardness and springiness. In addition, the internal microstructure of soybean sprouts was observed by optical microscope. For results, water content of soybean sprouts thawed by 1,000 W in a microwave showed the lowest value after natural air convection freezing. Springiness of soybean sprouts thawed by all amounts of output power was decreased in comparison with control. Hardness was increased only in soybean sprouts thawed by 1,000 W after air-blast freezing. However the gaps between springiness and hardness were relatively small with control at 1,000 W thawing, after air-blast freezing. Internal microstructure of the soybean sprouts was more damaged as freezing and thawing time were increased. In conclusion, high freezing and thawing rate might improves the quality of soy bean sprout, and IQF freezing and 1,000 W of microwave thawing appears to be the optimum condition for frozen HMR production. From the results freezing and thawing process parameters might can be use as quality control parameters as various type of sprout products processing.

Key words: soybean sprouts, air-blast freezing, microwave, home meal replacement, thawing

I. 서 론

대두(*Glycine max* L. Merrill)는 콩과 식물로서

원산지는 만주 지방이며, 우리나라에서는 기원전 4~5세기경부터 재배되어 왔다(Kwon SH 1972). 콩은 아미노산 조성이 우수할 뿐만 아니라, 단백질

¶: 이미연, +82-10-8668-7965, myli00@hotmail.com, 경기도 부천시 오정구 석천로 345 부천테크노파크 303-601 (주) 다손 생명공학부설연구소

질이 풍부하며, 생리활성물질인 대두사포닌(soyasa-
saponin), 이소플라본, 토코페롤, 폴리페놀 등을
함유하고 있다(Xu MJ et al 2005; Kim SL et al
2013). 특히 이소플라본과 콩단백질은 혈청 콜레
스테롤 저하와 항산화 활성 효과를 가지고 있으
며, 골다공증과 유방암을 예방하는 것으로 알려져
있다(Molteni A et al 1995; Rice-Evans CA et al
1996; Trock B et al 2000; Desroches S et al 2004;
Kim SL et al 2013). 콩은 다양한 형태로 가공되는
데, 특히 콩을 발아시켜 수경 재배한 콩나물은 가
장 경제적이고 편리한 콩 발아식품으로 고려시대
이전부터 한국인의 상용 식품으로 이용되어온 우
리나라 고유의 전통식품이다(Kim SY et al 2011;
Hwang TY, 2012; Shon HK et al 2014). 콩나물은
발아 과정에서 지질이 현저히 감소하고 전분이
단당류로 분해되어 소화율이 좋은 영양식품이다
(Lee SY and Park MJ, 1997). 또한, 종자에 비해
이소플라본, 비타민 A, 비타민 C를 많이 함유하고
있으며, 아스파라긴산을 다량 함유하고 있어 숙취
해소에 효과가 있다(Kim SD et al 1993; Cho SY
et al 2009; Lee YS et al 2005). 콩나물은 생육기간
이 짧고 기르기가 쉬울 뿐 아니라, 저렴한 가격의
대중적인 식품으로(Choi DH et al 2000) 과거 자
가 재배하여 소비하던 형태에서 최근에는 외식산
업 및 단체급식이 성장하면서 재배, 생산 및 포장
까지 자동화 설비에 의해 대량생산되고 있다(Bae
KG et al 1999; Hwang TY, 2012). 콩나물을 비롯
한 된장, 간장, 두부 등 콩 가공식품을 많이 섭취
하는 아시아인들이 서양인에 비해 성인병 발생률
이 낮은 것으로 알려지면서 미국을 비롯한 서양
각국에서 콩 가공식품에 대한 큰 관심을 보이고
있다(Anderson JW et al 1995; Messina M, 2001;
Orhan I et al 2007). 특히 미국에서는 대두 및 콩
및 곡류 발아식품의 인기가 높아지고 있어, 콩나
물과 같은 대두 발아식품에 대한 관심과 소비가
급증하고 있다(Abdullah A et al 1984; Lee KA et
al 2010). 이에 따라 미국과 유럽 각국에서 다양한
2세대 콩 가공식품이 연구, 개발되고 있으며(Lee

SY et al 1990; McIsaac C et al 1993; Drake MA
et al 2000; Friedeck KG et al 2003), 우리나라에서
도 콩나물의 소비 확대를 위해 우리의 입맛 뿐만
아니라, 세계인의 입맛에 맞는 콩나물 가공식품의
개발이 필요하다. 그러나 이러한 영양학적 우수성
에도 불구하고, 콩나물은 유통과정에서 하배축의
변질 또는 갈변(necrosis)이 일어나며, 빛이나 온
도의 영향으로 자엽이 녹화(greening)되어 품질이
저하되며, 유통기간이 짧다는 단점이 있다(Lee
YS and Kim YH, 2004; Park MH et al 1995; Bae
KG et al 2004; Cho KS et al 2006). 또한, 콩나물
은 조리 방법이 번거롭고 전처리 과정이 복잡하
여 편리한 추구는 바쁜 현대인들에게는 점점
이용도가 감소하고 있다(Yang IS et al 1997).

따라서 콩나물을 반조리식품화 또는 가공식품
화 할 경우, 그 활용성은 매우 크며, 전통식품의
가공식품화로의 이용성도 증가될 것이다(Han YS
and Park JY, 2001). 또한, 콩나물 가공식품에 냉
동기술을 적용한다면 품질을 보존하고 유통기한
을 연장할 수 있어 전통식품의 세계화에도 기여
할 수 있을 것이다.

식품 동결 시 빙결정의 성장은 식품의 품질에
영향을 미치며(Anzaldúa-morales A et al 1999), 빙
결정의 크기 및 위치 등은 최대빙결정생성대
(maximum ice crystal formation zone)를 통과하는
시간에 따라 결정된다. 최근에는 최대빙결정생성
시간을 단축하여 식품의 품질 변화를 최소화하기
위한 방법으로 저온의 공기를 강제 순환시키는
방식인 강제송풍식 냉동(air blast freezing)기법을
이용하고 있으며, 이는 공기의 대류 속도를 조절
하여 각 식재료에 맞는 적합한 냉동 조건을 구축
할 수 있기 때문에 식품산업에서 선호되고 있는
방법이다(Jang MY et al 2014). 또한, 냉동식품의
경우 물과 얼음의 열전도와 열확산의 차이에 의
해 해동이 냉동보다 느리게 이루어지기 때문에
냉동식품의 품질 변화는 해동시 더 큰 영향을 받
는다(Hong GP et al 2007; Zhu S et al 2004). 식품
을 해동하는 방법으로는 공기나 액체를 이용하여

식품의 표면으로부터 식품의 중심부까지 열을 전달하는 방법이 있으며, 최근에는 간편하며 단시간에 식품의 내부까지 에너지를 전달하여 빠르고 균일하게 해동할 수 있는 마이크로파 해동(Ku KH, 2009; Cho KH and Park SH, 2009)이 주로 이용되고 있다.

그러나 일반적으로 나물류는 냉동 및 해동 과정에서 수분이 유출되어 조직의 탄력성이 감소하고, 식감이 저하되는 문제가 있어(Han과 Park, 2001), 다양한 냉동형 가공품으로의 개발이 미진한 상태이다. 특히 콩나물의 경우 냉해동에 의한 품질 저하가 유의적으로 발생하는 식품의 하나로, 냉해동 이후 콩나물의 이수율로 인한 조직감 변화는 콩나물 냉동 제품 개발을 위하여 가장 먼저 해결되어야 하는 문제이다. 따라서 본 연구에서는 냉동 간편편이식의 개발 및 품질 개선을 목적으로 제품에 첨가하고자 하는 조리 콩나물의 냉해동 품질 개선을 위하여 콩나물의 냉동 속도와 해동 속도가 냉해동 콩나물의 품질에 미치는 영향을 분석하여, 냉동 콩나물 편이식품의 품질을 개선하고자 콩나물의 냉동 및 해동 속도를 달리하여 제조한 냉동 콩나물의 이화학적 품질특성 변화를 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 전처리 공정

콩나물((주)풀무원, Korea)은 대형마트에서 구입 후 수세 및 손질하여 사용하였다. 손질된 콩나물은 70 g단위로 정제수 250 g에 넣고 과열증기 가열장치(Superheated steamer, SHS, Naomoto Co. Ltd., Osaka, Japan)로 데치기를 하였다. SHS 데치기는 히터 150℃, 스팀 300℃에서 2분간 진행되었으며, 대조군으로 사용된 콩나물은 열수(100℃)에서 2분간 데치기 하였다. 콩나물은 열처리 후 냉장온도에서 급속냉각을 하였으며, Poly propylene (PP) 용기(T-250, Moden package Co. Ltd, Seoul, Korea)에 70 g씩 담은 후 제조한 간장소스 (양조

간장 10%, 정제수 60%, 기타 30%) 30 g과 혼합하였다.

2. 냉동 및 해동 공정

조리된 콩나물은 급속강제송풍식 냉동고(IQF: Individual quick freezer), Seojin, Gyeonggi, Korea)를 이용한 강제송풍식 냉동기법(ABF: Air-blast freezing)이나 일반 냉동고(CF: Conventional Freezer, CRFD-0621, Samsung, Seoul, Korea)를 이용한 자연대류식 냉동기법(NCF: Natural air convection freezing)으로 동결하였다.

냉동된 콩나물은 전자레인지(KR-S340TC, Daewoo, Seoul, Korea)를 사용하여 해동하였으며, 전자레인지의 출력 강도를 0, 400, 800 또는 1,000 W로 조절하여 중심 온도가 75℃에 도달할 때까지 가열하였다. 여기서 0 W는 상온에서 자연대류에 의한 해동을 의미한다. 해동 시 10초 간격으로 전자식 온도계를 이용하여 시료의 온도를 측정하였으며, 시료의 온도가 75℃에 도달할 때까지의 시간을 측정하였다.

3. 수분함량 측정

해동한 콩나물의 수분함량은 AOAC법 (1990)에 준하여 상압건조법으로 분석하였다. 냉·해동한 콩나물 3 g을 채취하여, 105℃에서 항량될 때까지 건조하였으며, 모든 실험은 3회 반복하였다.

4. 조직감 측정

냉·해동 콩나물의 조직감 특성은 Texture analyzer (CT3-1000, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 강도(hardness)와 탄력성(springiness)을 분석하였으며, 분석은 해동 후 상온에서 방랭하여 시료의 중심부 온도가 약 25℃에 도달하였을 때 진행하였다. 길이가 70 mm, 폭이 0.3 mm인 칼날 형태의 probe (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)와 자체 제작한 fixture를

〈Table 1〉 Measurement conditions for texture of soybean sprouts

Parameter	Value
Text type	TPA
Text target	Distance (3 mm)
Trigger load	10 g
Test speed	2.5 mm/sec
Return speed	2.5 mm/sec

사용하였다. 각 조건에 따른 시료는 10회 반복 측정하였으며, 조직감 측정 조건은 〈Table 1〉과 같다.

5. 현미경 관찰

세포의 구조를 관찰하기 위해 광학 현미경(CX 40, Olympus, Tokyo, Japan)을 이용하여 80배의 배율에서 관찰하였다. 해동한 콩나물 줄기를 횡으로 얇게 잘라 (0.1 mm) 슬라이드글라스에 올린 후 증류수 두세 방울을 떨어뜨린 뒤 커버글라스를 덮어주고, 12시간 상온에 방치하여 건조시킨 후 관찰하였다. 이 후 시료는 염색하지 않고, 관찰하였다.

6. 통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고, 처리구 간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 냉동 및 해동 속도

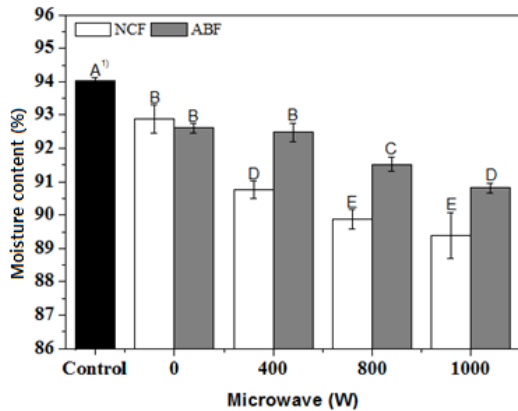
조리된 콩나물의 동결 속도는 냉동 기법에 따라 다르게 측정되었다. 강제송풍식 냉동 시료는 1.43°C/min으로 -18°C까지 냉각되는데 약 30분 정도 소요되었으며, 자연대류식 냉동 시료는 0.36°C/min으로 약 120분 정도 소요되었다. 냉동된 콩나물은 전자레인지로 이용하여 해동하였으며, 400 W에서 4분 30초, 800 W에서 2분 30초, 1,000 W에서 2분이 걸렸다. 상온에서 자연대류에 의한 해동은 3시간이 소요되었다(Table 2).

2. 수분함량 변화

수분함량 변화는 〈Fig. 1〉에 나타내었다. 대조구의 수분함량은 94.01%로 모든 처리구는 대조구보다 낮은 수분함량을 나타내었다. 자연해동한 시료는 평균 92.5%로 냉동방법에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 마이크로파에 의해 해동된 콩나물의 경우에는 강제송풍식 냉동을 했을 때 1~2% 수준이 더 높은 수분함량을 갖는 것으로 나타났다. 해동 조건에 따른 차이는 출력의 강도가 증가할수록 낮은 수분함량을 나타냈으며, 특히 자연대류식 냉동 처리 후 1,000 W에서 해동한 콩나물은 89.4%로 가장 낮은 수분함량을 나타내었다. 이러한 결과는 냉동 메기 살코기에서는 냉동속도에 따른 수분함량은 유의적인 차이가 없다는 Espinoza Rodezno LA 등 (2013)과의 결과와는 부합하지 않지만, 당근의 경우에는 냉동 속도가 느리면 해동 시 수분손실이 많다는 Kidmose U

〈Table 2〉 Freezing and thawing process of soy bean sprout

Process	System	Watt	Speed (°C/min)	Time (min)
Freezing	IQF		1.43	30
	Conventional		0.36	120
Thawing		400	21	4.5
		800	37	2.5
		1,000	48	2
		Ambient temperature		0.2



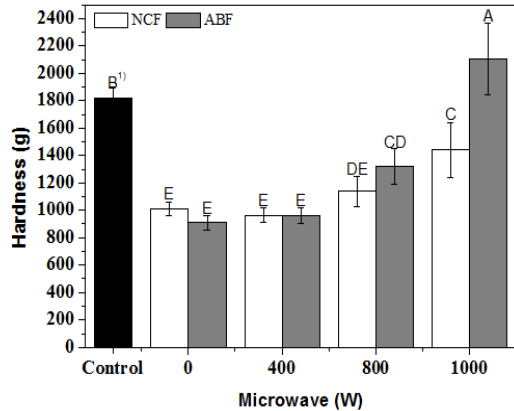
<Fig. 1> Moisture content of soybean sprouts according to freezing systems and output of microwave in thawing process.

- ¹⁾ Values with the same capital letters indicate no significant difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.
- ²⁾ ABF: Air-blast freezing, NCF: Natural air convection freezing.

와 Martens HJ (1999)의 결과와 일치하였다. 이것은 동물 세포와 식물 세포의 차이에 의해 생긴 결과로 사료되며, 식물 세포의 경우 냉동 시 빙결정의 생성과 성장에 따라 세포벽 파괴에 크게 영향을 받기 때문이다(Anzaldua-morales et al 1999). 해동 시 자연대류식 해동에 비해 마이크로파 해동을 한 시료의 수분함량이 낮은 것은 마이크로파로 인한 열 발생으로 수분이 많이 증발한 것으로 판단된다.

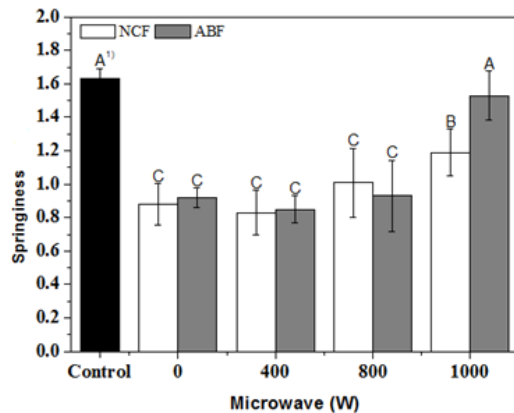
3. 조직감 변화

콩나물의 냉해동 품질 변화를 비교하기 위하여 해동한 시료를 상온(25°C)에서 방랭한 후 조직의 경도를 측정된 결과는 <Fig. 2>에 나타내었다. 냉·해동한 콩나물의 경도는 강제송풍식 냉동을 한 후 1,000 W에서 해동한 콩나물을 제외하고는 대조군(1,821 g)보다 약 60% 수준으로 감소하는 경향을 보였다. 강제송풍식 냉동 후 1,000 W 해동 시료는 대조군보다 높은 값인 2,105 g을 나타내었지만 대조군과의 차이가 284 g으로 가장 작은 차이를 보였다. 출력이 높을수록 강도의 변화가 적



<Fig. 2> Hardness of soybean sprouts according to freezing systems and output of microwave in thawing process.

- ¹⁾ Values with the same capital letters indicate no significant difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



<Fig. 3> Springiness of soybean sprouts according to freezing systems and output of microwave in thawing process.

- ¹⁾ Values with the same capital letters indicate no significant difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

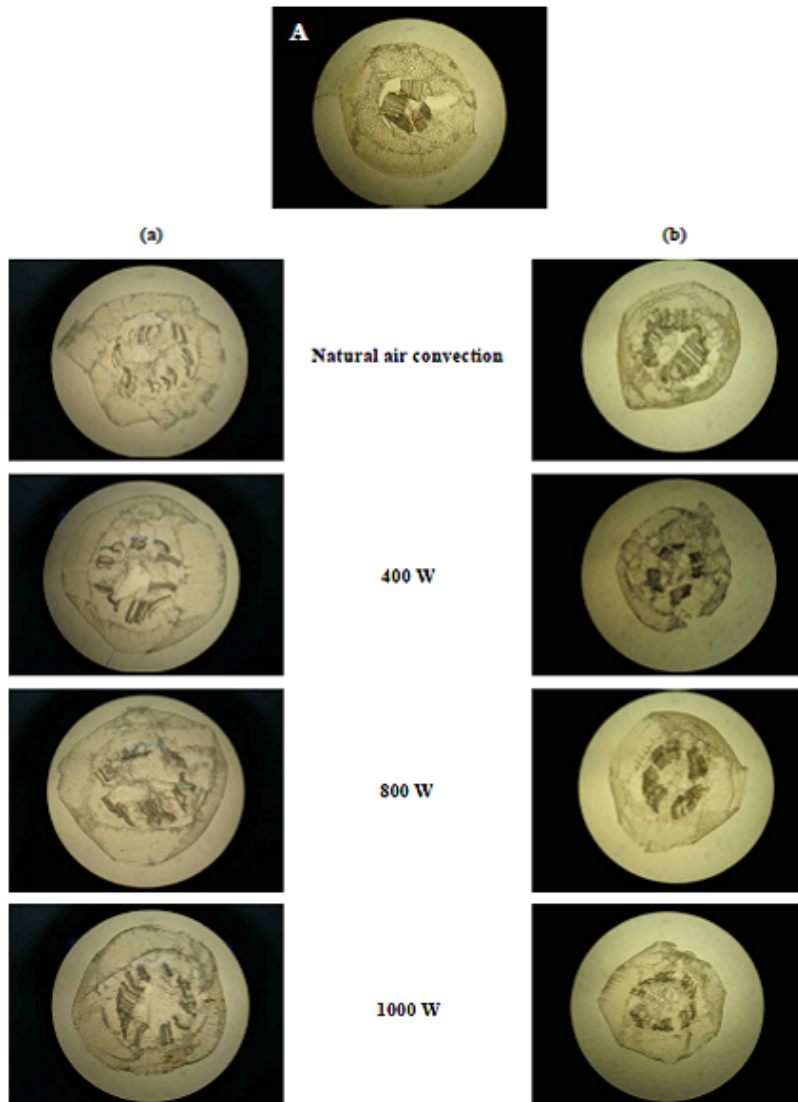
게 나타났는데, 이는 출력 강도가 높을수록 식품의 해동 시간이 단축되고, 따라서 마이크로파에 의해 수분의 증발에 따른 식품의 손상이 감소하기 때문인 것으로 사료된다 (Kim CJ 등 1998). 해동한 시료를 상온(25°C)에서 방랭 후 조직의 탄력성을 분석한 결과는 <Fig. 3>과 같다. 대조군의

탄력성은 1.63 mm로 나타났으며, 냉·해동한 콩나물의 탄력성은 대조구에 비해 약 60% 수준으로 감소하였다. 1,000 W 미만의 해동에서는 대조구에 비해 탄력성이 현저히 감소(0.8~0.62 mm)하였으나, 냉·해동에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 강제송풍식 냉동 후 1,000 W에서 해동한 콩나물이 1.53 mm의 값을 나타내어 대조구과 유의적 차이를 보이지 않았다. 냉해동 콩나물의 탄

력성과 경도 분석 결과, 1,000 W에서 해동한 시료가 가장 단단하면서 탄력성도 높아 물리적 품질이 가장 우수하게 유지되는 것으로 판단된다.

4. 미세구조 관찰

냉·해동 조건이 콩나물의 미세구조에 미치는 영향을 분석하기 위해 광학 현미경으로 관찰한 결과는 <Fig. 4>의 사진과 같다. 다음의 현미경 사



<Fig. 4> Cross section image of soybean sprouts depending on freezing systems and output of microwave in thawing process; Images were magnified by a factor of 80. (A) control, (a) natural air convection freezing, (b) air-blast freezing.

진들은 콩나물의 단면을 관찰한 사진들로, 콩나물의 손상 정도에 따른 단면의 크기 및 밀도가 다르게 관찰되었다. 콩나물의 단면 사진은 중심부의 관다발 조직과 관다발을 둘러싸고 있는 피층으로 구성되어 있으며, 일반적인 콩나물은 중심부의 관다발이 밀집되어 있고, 그 주변을 피층이 감싸고 있는 형태이다(Fig. 4-A). 그러나 콩나물을 냉동하면 세포내 또는 세포외의 수분이 동결되면서 관다발 조직을 파괴하여 서로 분리된 것을 확인할 수 있다(Fig. 4-a, 4-b). 또한, 자연대류식 냉동을 한 콩나물은 강제송풍식 냉동을 한 콩나물보다 피층의 파괴가 많이 일어난 것으로 사료되며, 해동 시간이 길수록 세포벽의 파괴로 인해 세포의 경계가 뚜렷하지 않은 것을 볼 수 있다. 강제송풍식 냉동 후 800~1,000 W에서 해동한 콩나물의 경우에는 중심부의 관다발과 피층의 형태가 대조군(A)와 가장 유사한 것으로 관찰되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 냉동 콩나물 가공식품의 개발 및 품질 개선을 위하여 콩나물의 냉동 속도와 해동 속도를 달리하여 가공한 콩나물의 물리적 특성을 비교하였다. 콩나물의 냉해동은 저온의 공기를 강제로 순환시키는 강제송풍식 냉동기와 저온에서 자연적인 공기의 대류에 의해 냉동하는 자연대류식 해동기에서 냉동하여 냉동속도를 조절하였다. 냉동보관한 콩나물은 전자레인지의 출력강도를 0, 400, 800 및 1,000 W로 조절하여 시료의 중심부 온도가 75℃에 도달할 때까지 해동한 후 분석하였다. 분석 결과, 콩나물의 냉동속도는 강제송풍식 냉동을 하는 것이 자연대류식 냉동을 하는 것보다 4배 정도 빨랐으며, 해동시간은 동결조건에 따른 차이는 없었지만, 출력이 셀수록 시간이 단축되었다. 냉·해동한 콩나물의 수분함량 변화는 모든 조건에서 대조군에 비해 낮은 함량을 나타내었으며, 특히 자연대류식 냉동을 한 후 1,000 W로 해동한 콩나물의 경우, 수분손실이 가장 많

은 것으로 나타났다. 콩나물을 냉·해동한 후 조직감에 있어서 탄력성은 모든 조건에서 감소하는 경향을 보였다. 그러나 콩나물의 경도는 강제송풍식 냉동 후 1,000 W에서 해동한 콩나물만 대조군에 비해 높게 나타났으며, 다른 해동 조건에서의 콩나물의 경도는 대조군보다 낮게 측정되었다. 콩나물 조직관찰 결과, 줄기 내무의 관다발과 피층의 세포들이 냉동 시간과 해동 시간이 길어질수록 파괴되는 것으로 나타났다. 실험결과, 콩나물의 냉동속도 및 해동 속도는 냉해동 콩나물의 물리적 품질에 주요한 영향을 미치며, 조직의 손상은 냉동 시간의 단축과 해동속도의 단축으로 감소시킬 수 있는 것으로 분석되었다. 이러한 가공요인들의 분석을 통하여 냉동 콩나물 가공품의 개발의 가공 조건으로 적용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 본 연구는 콩나물의 물리적 품질 특성의 변화에 관하여 연구가 진행되었으며, 이러한 가공 조건에 콩나물의 영양학적 품질에 미치는 영향에 관한 연구는 향후 연속적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

한글초록

본 연구에서는 냉동형 간편편이식 콩나물의 제품 개발을 위하여 냉동 콩나물의 품질을 개선하고자 데친 콩나물의 냉동속도 및 해동속도에 따른 콩나물의 물리적 품질 특성을 비교하였다. 본 실험에서는 과열증기 가열장치로 데치기 한 콩나물을 강제송풍식 냉동기나 자연대류식 냉동기에서 냉동한 후, 냉동 저장한 콩나물을 전자레인지(출력강도 0, 400, 800 및 1,000 W)에서 시료의 중심부 온도가 75℃에 도달할 때까지 해동 및 조리하였다. 분석 결과, 콩나물의 냉동속도는 강제송풍식 냉동을 하는 것이 자연대류식 냉동을 하는 것보다 4배 정도 빨랐으며, 해동시간은 마이크로웨이브 세기에 따라 단축되었다. 냉·해동한 콩나물의 수분함량은 자연대류식 냉동을 한 후 1,000 W로 해동한 콩나물의 경우 수분손실이 가장 많은

것으로 나타났다. 콩나물의 탄력성은 모든 조건에서 감소하는 경향을 보였으나, 조직의 경도는 강제송풍식 냉동 후 1,000 W에서 해동한 콩나물만 대조군에 비해 높게 나타났다. 현미경 관찰에서는 콩나물을 냉동하면 관다발과 피층의 세포들이 파괴되는 현상이 나타났으며, 냉동 시간과 해동 시간이 길어질수록 그 정도가 더 심하게 나타났다. 냉·해동 콩나물의 품질변화를 전반적으로 비교하였을 때 냉동 속도가 빠르고, 해동 시 전자레인지의 출력이 높을수록 대조구와 비교하여 가장 변화가 적은 것으로 나타났다. 실험결과, 콩나물의 냉해동 속도는 냉동 콩나물의 물리적 품질 변화에 주요한 영향을 미치며, 이러한 냉해동 조건의 조절을 통하여 냉동 콩나물의 품질이 개선된 가공품의 개발이 가능할 것이다. 또한, 이러한 가공 조건들은 다양한 발아식품의 냉동제품 개발의 가공 요인으로도 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 냉동 콩나물의 품질 개선에 관한 연구는 가공조건에 따른 영양학적 품질에 관한 추가 연구를 통하여 물리적, 영양학적으로 우수한 품질의 가공품 개발이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 공동연구사업(과제번호 PJ009747)의 지원에 의해 이루어진 연구로 이에 감사를 표합니다.

참고문헌

- AOAC (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA. 8-35.
- Abdullah A, Baldwin RE, Fields M, Karr AL (1984). Sensory attribute and safety aspects of germinated small-seeded soybeans and mung beans. *J Food Protect* 47(6):434-437.
- Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME (1995). Meta-analysis of the effect of soy protein intake on serum lipid. *N Engl J Med* 333(5):276-282.
- Anzaldúa-morales A, Brusewitz GH, Anderson JA (1999). Pecan texture as affected by freezing rates, storage temperature and thawing rates. *J Food Sic* 64(2):332-335.
- Bae KG, Nam SW, Kim KN, Hwang YH (2004). Difference in freshness of soybean sprouts as affected by CO₂ concentration and post harvests or age temperature. *Korean J Crop Sci* 49(3):172-178.
- Bae KG, Yeo IH, Hwang YH (1999). Methods of water supply of growth technology on best soybean sprouts. *Korea Soybean Dig* 16(2): 57-63.
- Cho KH, Park SH (2009). The development of high efficiency tempering system using microwave. *J Korean Inst Illum Electr Install Eng* 23(10):69-74.
- Cho KS, Kim YH, Lee YS (2006). Characterization of off-flavors from film-packed soybean sprouts. *Korean J Crop Sci* 51(3):220-226.
- Cho SY, Lee YN, Park HJ (2009). Optimization of ethanol extraction and further purification of isoflavones from soybean sprouts cotyledon. *Food Chem* 117(2):312-317.
- Choi HD, Kim SS, Hong HD, Lee JY (2000). Comparison of physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts from different cultivars. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43(3):207-212.
- Desroches S, Mauger JF, Ausman LM, Lichtenstein AH, Lamache B (2004). Soy protein favorably affected LDL size independently of isoflavones in hypercholesterolemic men and women. *J Nutr* 134(3):574-579.
- Drake MA, Chen XO, Tamarapu S, Leenanon B

- (2000). Soy protein fortification affect sensory, chemical and microbiological properties of dairy yoghurts. *J Food Sci* 65(7):1244-1247.
- Espinoza Rodezno LA, Sundararajan S, Solval KM, Chotiko A, Li J, Zhang J, Alfaro L, Bankston JD, Sathivel S (2013). Cryogenic and air blast freezing techniques and their effect on the quality of catfish fillets. *Food Sci Technol* 54(2):377-382.
- Friedeck KG, Karagul-Yuceer Y, Drake MA (2003). Soy protein fortification of a low-fat dairy-based ice cream. *F Food Sic* 68(9):2651-2657.
- Han YS, Park JY (2001). The microbiological and sensorial properties of frozen *bibimbap namul* during storage. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17(2):149-155.
- Hong GP, Min SG, Ko SH, Shim KB, Seo EJ, Choi MJ (2007). Effects of brine immersion and electrode contact type low voltage ohmic thawing on the physico-chemical properties of pork meat. *Korean J Food Sci Ani Resour* 27(4):416-423.
- Hwang TY (2012). Quality characteristics of soybean sprouts cultivated with carbonated water. *Korean J Food Preserv* 19(3):428-432.
- Jang MY, Jo YJ, Hwang IG, Yoo SM, Choi MJ, Min SG (2014). Physicochemical characterization and changes in nutritional composition of onion depending on different freezing process. *J Korean Soc Food Sic Nutr* 43(3):1055-1061.
- Kidmose U, Martens HJ (1999). Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing. *J Sci Food Agric* 79(12):1747-1753.
- Kim CJ, Lee CH, Lee ES, Ma KJ, Song MS, Cho JK, Kang JO (1998). Studies on physico-chemical characteristics of frozen beef at as influenced by thawing rates. *J Food Sci Ani Resour* 18(2):142-148.
- Kim SD, Kim SH, Hong EH (1993). Composition of soybean sprouts and its nutritional value. *Korean Soybean Dig* 10(1):1-9.
- Kim SL, Lee JE, Kwon YU, Kim WH, Jung GH, Kim DW, Lee CK, Lee YY, Kim MJ, Kim YH, Hwang TY, Chung IM (2013). Introduction and nutritional evaluation of germinated soy germ. *Food Chem* 136(2):491-500.
- Kim SY, Lee KA, Yun HT, Kim JT, Kim UH, Kim YH (2011). Analyses of fatty acids and dietary fiber in soy sprouts. *Korean J Crop Sci* 56(1):29-34.
- Ku KH (2009). Recent technology of refrigeration and thawing method in food industry. *Bull Food Technol* 22(4):731-741.
- Kwon SH (1972). Origin and importance of protein and oil of Korean soybean. *Korean J Food Sci Technol* 4(2):158-161.
- Lee KA, Kim YH, Kim HS (2010). Changes in quality characteristics of soy sprouts during storage. *Korean J Soc Food Sci* 19(6):1095-1102.
- Lee SY, Morr CV, Seo A (2006). Comparison of milk-based and soy milk-based yoghurt. *J Food Sci* 55(2):532-536.
- Lee SY, Park MJ (1997). Consumption pattern and satisfaction degree for bean sprout by housewives living in Seoul and Kyungki-do area. *Korean J Soc Food Sci* 13(3):1-10.
- Lee YS, Kim YH (2004). Changes in postharvest respiration, growth, and vitamin C content of soybean sprouts under different storage temperature conditions. *Korean J Crop Sci* 49(5):410-414.
- Lee YS, Kim YH, Kim SB (2005). Changes in the respiration, growth, and vitamin C content of

- soybean sprouts in response to chitosan of different molecular weights. *Hort Sci* 40(5): 1333-1335.
- McIsaac C, Potter SM, Weigel MM (1993). Effect of consumer education on the purchase of soy-containing bakery item., *Cereal Food Worlds* 38(3):154-156.
- Messina M (2001). Noteworthy evidence mounts of soy and human health. *J Am Diet Assoc* 9(1):1-3.
- Molteni A, Brizio-Moleni L, Persky V (1995). In vitro hormonal effects to soybean isoflavones. *J Nutr* 125(3):751-756.
- Orhan I, Ozcelik B, Kartal M, Aslan S, Sener B, Ozguven M (2007). Quantification of daidzein, genistein and fatty acids in soybeans and soy sprouts and some bioactivity studies. *Acta Biol Crac Ser Bot* 49(2):61-68.
- Park MH, Kim DC, Kim BS, Nahmgoong B (1995). Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement. *Korean Soybean Dig* 12(1):51-67.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G (1996). Structure-antioxidant activity relationships of isoflavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med* 20(7):933-956.
- Shon HK, Kim YH, Lee KA (2014). Quality characteristics of bean sprouts with different *Namul* cultivars. *Korean J Food Cook* 30(3):340-350.
- Trock B, Butler LW, Clarke R, Hilakivi-Clarke L (2006). Meta-analysis of soy intake and breast cancer risk. *J Natl Cancer Inst* 98(7):459-71.
- Xu MJ, Dong JF, Zhu MY (2005). Effect of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts. *J Sci Food Agric* 85(6):943-947.
- Yang IS, Bai YH, Hu WD (1997). Establishing one serving size of exported Korean food items for international marketing strategy. *Korean J Diet Cult* 12(5):509-517.
- Zhu S, Ramaswamy HS, Simpson BK (2004). Effect of high-pressure versus conventional thawing on color, drip loss and texture of Atlantic salmon frozen by different methods. *Lebensm. Wiss U Technol* 37(3):291-299.

2014년 10월 14일 접수

2014년 11월 10일 1차 논문수정

2014년 11월 20일 2차 논문수정

2014년 11월 30일 3차 논문수정

2014년 12월 05일 논문게재확정