

## 냉동 방법에 따른 떡의 품질특성 변화

이혜진 · 구수경 · 최희돈 · 박종대 · 성정민 · 김영봉 · 최현옥 · 최윤상<sup>†</sup>

한국식품연구원 식품가공기술연구센터

## Quality Characteristics of Korean Rice Cake by Freezing Methods

Hye-Jin Lee · Su-Kyung Ku · Hee-Don Choi · Jong-Dae Park · Jung-Min Sung ·  
Young-Boong Kim · Hyun-Wook Choi · Yun-Sang Choi<sup>†</sup>

Food Processing Research Center, Korean Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

### Abstract

**Purpose:** Frozen Korean traditional rice cakes (*Sulgitteok* and *Garaetteok*) were evaluated different conditions (-20°C and -10°C) freezing (magnetic resonance quick freezing and air blast freezing) to study differences in quality characteristics. **Methods:** Experiments analyze Korean rice cakes for water content, water activity, color, textural properties, and sensory characteristics. **Results:** Moisture content showed high value at -20°C freezing regardless of freezing method. Water activity was higher at -20°C than -10°C, and water activity higher magnetic resonance quick freezing than air blast freezing. The lightness values were higher -20°C freezing temperature compare to -10°C freezing temperature. Hardness and chewiness were the lowest -20°C magnetic resonance quick freezing. sensory evaluation both *Sulgitteok* and *Garaetteok* showed better overall acceptability at -20°C magnetic resonance quick freezing. **Conclusion:** Therefore, the -20°C magnetic resonance quick freezing method resulted in favorable textural properties and sensory characteristics.

**Key words:** *Sulgitteok*, *Garaetteok*, magnetic resonance quick freezing, air blast freezing, textural properties

## I. 서론

떡은 가장 오래된 전통식품의 한 종류로 형태 및 조리법이 다양하고 약 190여 종이 있다고 알려져 있는 의례식품이다(Lee CH & Maeng YS 1987, Yim KY & Kim SH 1988). 제조하는 방법에 따라 찜 떡, 찐 떡, 지진 떡, 삶은 떡으로 구분되어 진다. 찜 떡으로는 설기떡, 백설기, 송편, 약식과 기주떡 등이 있고, 찐 떡으로는 가래떡, 개피떡, 인절미, 단자 등이 있다. 또한 지진 떡으로는 화전, 부꾸미, 주악 등이 있으며, 삶은 떡으로는 경단 등이 있다(Lee CH & Maeng YS 1987). 가래떡은 멥쌀가루에 물을 내려 찌 다음 절구나 안반에 놓고 끈기가 나도록 쳐서 등글고 길게 만든 떡으로 예로부터 엄숙함과 청결함을 의미하는 뜻에서 설날에 떡국으로 이용되어 왔으며 대중에게는 인지도가 가장 높은 떡이다(Kang HJ 등 2012,

Byun JI 2014). 설기떡은 물을 내리고 체에 쳐서 적당한 수분과 공기를 혼입하여 균질화 한 다음 시루에 사뿐히 안쳐 찌는 떡이다. 설기떡은 멥쌀가루만을 사용하여 만든 백설기와 다양한 부재료를 첨가하여 만든 콩설기, 축설기, 호박설기 등 다양하게 만들 수 있다. 떡 제조 시 다양한 부재료의 사용은 부족한 영양소를 보완할 수 있어 영양학적으로 우수한 식품일 뿐만 아니라 재료로부터 오는 색깔 및 형태도 다양하여 기호성이 우수한 식품이다(Park HY 등 2008). 다양한 떡은 우리 식생활 문화에서 큰 부분을 차지하고 있으며, 웰빙과 전통 식품으로서의 떡이 재조명되고 있다(Yoon SJ & Oh IS 2014). 그러나 떡은 제조 후 시간이 지남에 따른 노화 현상으로 인해 쉽게 굳어져 떡의 품질 및 상품성이 저하되고 이에 따른 떡의 유통 및 판매 등의 성장 저해를 가져온다(Kim DH 1992). 이에 따라 식미적 기호도가 급격히 떨어지므로 저장수명

<sup>†</sup>Corresponding author: Yun-Sang Choi, Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute, 1201-62, Anyangpanagyo-ro, Bundang-gu, Sungnam-si, Gyeonggi 13539, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8060-6237>

Tel: +82-31-780-9387, Fax: +82-31-780-9076, E-mail: [kcs0517@kfri.re.kr](mailto:kcs0517@kfri.re.kr)



이 짧은 문제점을 갖고 있다(Lee HK 등 2010).

떡의 주재료인 쌀은 대부분이 전분으로 구성되어 있으며, 쌀전분은 아밀로오스 및 아밀로펙틴으로 이루어져 있다. 전분을 충분한 수분과 함께 호화온도 이상으로 가열하면 전분입자가 물을 흡수하여 팽윤(swelling)이 일어난다. 이때 전분은 점성이 증가하고 선형고분자인 amylose가 전분입자로부터 빠져나와 구조가 파괴되며 호화가 일어난다(Wootton M & Bamunuarachchi A 1980). 호화 상태의 전분이 저장기간 중 에너지가 낮은 상태로 돌아가 전분분자 간에 수소결합이 형성되어 재결정화가 일어나 경도가 증가하고 syneresis가 생기는 노화현상이 발생하여 전분을 함유한 식품의 조직감, 소화율 및 기호도에 영향을 준다(Kum JS 등 1996). 떡에 관련된 연구로는 당류 첨가(Baker LA & Rayas-Duarte P 1998, Kim SS & Chung HY 2007a), 식이섬유 첨가(Kang KJ 등 1997), 유화제 첨가(Mun SH 등 1996, Kim SS & Chung HY 2007b), 효소 첨가(Song JC & Park HJ 2003) 및 천연물질 첨가(Jung KM & An HJ 2012) 등으로 대부분 첨가물에 의한 떡의 노화억제 연구가 대부분이다.

식품에서의 냉동은 열을 제거하여 식품 내의 수분을 액상에서 고상으로 상 변화시키는 방법으로 장기 보존시 우수한 방법 중 하나이다(Kim YB 등 2013). 냉기에 유속을 주어 공기와 시료 간에 열전달 계수를 크게 작용하여 냉동시키는 방법을 송풍식 냉동법(air blast freezing)이라 하며 산업적으로 활용도가 높은 방법이다(Li B & Sun DW 2002). 자장에서 에너지를 부가하여 물 분자를 진동시켜 수분의 빙결정화를 억제하여 냉동하는 방법을 전기자장 냉동법(magnetic resonance quick freezing)이라 한다. 이러한 전기자장 냉동법은 피냉동물 내·외부를 동시에 냉동하므로 식품의 냉동 시 물분자의 이동이 없기 때문에 세포 조직의 파괴가 거의 일어나지 않도록 하는 방법이다(Iwasaka M 등 2011).

전통 식품인 떡을 인식의 전환으로 쉽고 간편하게 이용할 수 있게 되었고 이에 따라 새로운 떡 개발을 통한 상품의 다양화가 필요한 시점이다. 떡의 다양화 및 수요에 맞춰 품질 유지를 위한 저장방법 모색이 필요하나 냉동 방법을 활용한 떡 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 냉동조건에 따른 떡의 품질특성 변화를 평가하여 떡류의 효과적인 저장방법에 대한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시재료 및 떡의 제조

설기떡은 Kim KS(1987)의 제조방법으로 설기떡을 제조하였고, 가래떡은 Park YK 등(2011)의 제조방법으로 가래

떡을 제조하였다. 본 실험에서 사용한 설기떡의 제조는 멥쌀(추청)을 3회 수세하여 3시간 침수 후 30분간 체에 밟쳐 물기를 제거한 다음 분쇄기(JL-1000, Hibell, Hwaseong, Korea)를 이용하여 분쇄하였다. 분쇄한 쌀가루는 20 mesh 체에 내린 후 떡 제조에 사용하였다. 1%의 천일염을 첨가하여 물내리기 후 설탕을 첨가하여 20분간 쪄 후, 불을 끈 상태에서 10분간 뜸을 들였다. 가래떡의 제조는 쌀가루에 물내리기 후 20분간 쪄 후, 불을 끈 상태에서 10분간 뜸을 들였다. 쪄 떡 반죽을 사출기로 사출시켜 가래떡을 제조하였다. 제조된 설기떡과 가래떡은 2시간 방냉 후 0.2 mm PE film으로 포장하였다. 냉동 전 제조된 설기떡의 수분함량 47.52%, 수분활성도 0.998, 색도(L, a, b)가 87.27, -0.97, 8.55로 나타났다. 가래떡은 수분함량 48.52%, 수분활성도 0.999, 색도(L, a, b)는 71.85, -1.72, 5.95로 측정되었다. 방냉 후 전기자장 -20°C 및 -10°C 냉동고(KBL-126DY-4D, Panasonic, Osaka, Japan)와 송풍식 -20°C 및 -10°C 냉동고(LD-1143R, Lassele, Ansan, Korea)에 7일간 냉동보관 후 실험 재료로 사용하였다. 냉동고에 보관된 떡은 전자레인지(RE-551B, 2450MHz, Samsung, Suwon, Korea)를 이용하여 마이크로파 해동(700 W)하여 1시간 실온 방냉 후 이화학적 및 관능적 품질특성 평가를 수행하였다.

### 2. 분석 항목 및 실험방법

본 실험은 떡을 3회 제조하여 7일간 냉동 후 각각 실험 항목 별로 3회 이상 반복 실험하여 그 평균치를 구하였고, 각각의 실험항목 별로 유의성 검증을 확인하여 조사하였다.

#### 1) 수분함량 측정

수분함량은 AOAC법(AOAC 2000)에 따라 시료 1 g을 취하여 105°C 상압건조법(SW-90D, Sang Woo Scientific Co., Bucheon, Korea)으로 분석하였다.

#### 2) 수분활성도( $a_w$ ) 측정

시료를 절단한 후 측정용 원형 disc에 넣어 수분활성도 측정기(Novasina, Labmaster-aw, Lachen, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

#### 3) 색도 측정

시료 표면을 colorimeter(CR-210, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b값을 각각 3회 측정하였다(illuminant C). 이때의 표준색은 L값이 97.83, a값이 -0.43, b값이 +1.98인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

#### 4) 물성 측정

시료를 일정한 크기로 절단한 후 texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England)를 이용하여 물성을 측정하였다. 일정한 두께의 시료를 plate 중앙에 평행하게 올려놓고 two-bite compression test를 이용하고 분석 계산하여 경도(hardness, kg), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness, kg) 등을 구하였다. 이때의 분석 조건은 maximum load 2 kg, head speed 2.0 mm/sec, probe( $\phi$ 20 mm cylinder probe), distance 40% 8.0 mm, force 5 g으로 설정하였다.

#### 5) 관능검사

관능적 품질특성은 15명의 패널요원을 선발하여 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 훈련시킨 후 평가를 실시하였다(Kim SI 등 1993). 평가 대상인 떡은  $2 \times 2 \times 2$  cm의 크기로 제공하였다. 기호도 조사 평가 항목은 외관, 촉촉함, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도에 대하여 기호도 조사를 하였다. 차이식별 조사 항목은 촉촉함 및 조직감에 대한 강도로 모든 항목은 9점 척도법에 의해 평균치를 구하여 비교하였다. 이때 정도 및 강도에 관한 항목은 '1점=매우 건조하다 및 단단하다, 9점=매우 촉촉하다 및 부드럽다'이며 기호도에 관한 항목은 '1점=매우 나쁘다, 9점=매우 좋다'로 설정하여 관능검사를 실시하였다.

#### 6) 통계분석

본 실험은 떡을 각각 실험 항목 별로 3회 이상 반복 실험하여 그 평균치를 구하였고, 각각의 실험항목 별로 유의성 검증을 확인하여 조사하였다. 통계분석은 SAS Program(ver. 9.12, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 GLM(general linear model) procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검증( $p < 0.05$ )을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 냉동방법에 따른 떡의 수분함량 및 수분활성도 비교

냉동방법에 따른 떡의 수분함량 및 수분활성도 측정 결과는 Table 1에 나타내었다. 설기떡의 수분함량은 45.02-47.20%로 유의적인 차이는 보이지 않았으나, 냉동온도에 따라  $-20^{\circ}\text{C}$ 에 비해  $-10^{\circ}\text{C}$  냉동 시 수분함량이 낮은 경향을 보였다. 가래떡의 경우  $-10^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동 시 유의적으로 가장 낮은 수분함량을 보였다( $p < 0.05$ ). 수분함량은 전기자장 냉동 및 송풍식 냉동법에 의한 차이는 없었으나 온도에 따라  $-20^{\circ}\text{C}$  냉동 시 떡의 수분 감소를 지연시킬 수 있을 것으로 판단되었다. Park YM(2014)의 연구에 따르면 인절미의 경우 저장기간이 경과할수록 수분함량이 감소하는 경향을 보였다. Koh BK(1999)의 설기떡의 저장방법에 따른 연구에서는 실온 저장에 비해 냉동한 떡의 수분함량의 변화가 적은 것으로 나타났다. 전분겔의 저장 중 수분은 plasticizer로서 작용하여 수분함량이 높으면 유리전이온도를 낮추므로 재결정화가 일어나는 온도를 더 낮출 수 있으므로 수분함량이 저장 온도에 따른 노화를 결정하는데 중요한 요인이 된다(Biliaderis C 1990). 그러므로 본 연구에서 냉동저장이 떡의 수분함량 유지에 효과적이며 특히 냉동 온도가 낮을수록 수분함량 유지에 효과적으로 나타났다. 이는 떡의 저장 중 품질 유지에 중요한 요인으로 작용하는 것을 알 수 있었다.

수분활성도( $a_w$ ) 측정 결과 설기떡은 0.988-0.997의 범위로 저장온도에 따라  $-20^{\circ}\text{C}$  냉동 시 유의적으로 높은 수분활성도를 보였다( $p < 0.05$ )(Table 1). 냉동방법에 따라 송풍식 냉동법에 비해 전기자장 냉동법을 이용 시 수분활성도가 높은 경향을 나타냈다. 가래떡의 수분활성도는 0.991-0.996의 범위로 모든 처리구간의 유의적인 차이를 보이지 않았으나  $-20^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동법을 이용 시 수분활성도가 가장 높게 나타났다. Kim MY & Chun SS(2009)의 연구에 따르면 호밀-밀 혼합빵의 수분활성도와 조직감

**Table 1.** Change in the moisture contents (%) and water activity ( $a_w$ ) of Korean rice cakes (*Sulgitteok* and *Garaetteok*) according to freezing conditions

		Magnetic resonance quick freezing		Air blast freezing	
		$-20^{\circ}\text{C}$	$-10^{\circ}\text{C}$	$-20^{\circ}\text{C}$	$-10^{\circ}\text{C}$
<i>Sulgitteok</i>	Moisture contents (%)	46.96 $\pm$ 1.69	45.44 $\pm$ 1.39	47.20 $\pm$ 0.55	45.02 $\pm$ 0.03
	$a_w$	0.997 $\pm$ 0.001 <sup>A</sup>	0.986 $\pm$ 0.003 <sup>B</sup>	0.995 $\pm$ 0.002 <sup>A</sup>	0.988 $\pm$ 0.001 <sup>B</sup>
<i>Garaetteok</i>	Moisture contents (%)	48.30 $\pm$ 0.12 <sup>A</sup>	47.63 $\pm$ 0.31 <sup>B</sup>	48.51 $\pm$ 0.23 <sup>A</sup>	48.79 $\pm$ 0.31 <sup>A</sup>
	$a_w$	0.996 $\pm$ 0.002	0.992 $\pm$ 0.001	0.995 $\pm$ 0.005	0.991 $\pm$ 0.001

All values are mean $\pm$ SD of three replicates.

<sup>A,B</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

이 부의 상관관계를 나타내는 것으로 보고된 바 있다. 따라서 전기자장 냉동방법의 수분활성도가 높게 유지되어 냉동 전의 떡과 가장 유사하게 촉촉함을 유지하는데 효과적일 것으로 판단되었다.

2. 냉동방법에 따른 떡의 색도 비교

Table 2는 냉동방법에 따른 떡의 표면색도 측정 결과를 나타내었다. 설기떡은 -10°C 냉동에 비해 -20°C 냉동 시 명도가 높은 경향을 보였으나 냉동방법에 따른 경향성은 보이지 않았다. 설기떡 적색도의 경우 -10°C 전기자장 냉동 시 -0.86으로 가장 높은 적색도를 보였다. 설기떡의 황색도는 명도와 반대의 경향으로 -10°C 냉동 시 9.68 및 9.87로 -20°C에 비해 유의적으로 높은 수치로 나타났다 ( $p<0.05$ ). 가래떡은 -20°C 전기자장 냉동 시 71.25로 가장 높은 명도 수치를 보였다( $p<0.05$ ). 가래떡의 적색도는 냉동 온도에 따라 -10°C 냉동 시 높게 나타났고 냉동방법에 따라 전기자장 냉동법 이용 시 송풍식 냉동법에 비해 높은 적색도를 보였다. 가래떡의 황색도에서는 냉동 온도에 따른 경향성은 보이지 않았으나 냉동방법에 따라 전기자장 냉동법이 5.10-5.17로 송풍식 냉동법 4.83-4.92보다 높은 수치를 나타내었다. Kim BW 등(2005)은 설기떡을 20°C에서 36시간 저장하였을 때 명도는 차이가 크게 나타나지 않았고 적색도와 황색도는 감소하는 경향을 보고 하였다. Lee JW 등(2013)은 4°C에서 3일간 냉장 저장한 가래떡은 저장 전의 가래떡에 비해 명도의 감소, 적색도의 증가 및 황색도의 감소가 유의적인 차이를 보였다. Lee CH 등(1995)은 냉동 저장 유무에 따라 조리한 가래떡의 색도를 측정하였을 때 냉동 저장 후 조리한 가래떡은 냉동저장 없이 조리한 가래떡과 비교하여 낮은 명도를 나타내었다. Park YM(2014)의 연구에 의하면 인절미의 경우 냉동 저장 1일 후 명도와 황색도는 각각 72.95에서 72.00, 14.19에서 13.75로 낮아지고 적색도는 -3.56에

서 -2.21로 높아지는 경향을 나타냈다. 이를 통해 냉장 및 냉동 보관, 저장기간에 의해 색도 변화에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 냉동 전 명도, 적색도 및 황색도와 비교하여 냉동온도가 낮은 -20°C에서 변화가 덜 일어난 것을 알 수 있었다. 따라서 색도의 변화는 온도에 의한 영향으로 냉동저장 시 떡을 저장할 경우 저장 온도가 낮을수록 품질 유지에 더욱 효과적일 것으로 판단되었다.

3. 냉동방법에 따른 떡의 물성특성 비교

냉동방법에 따른 떡의 물성 특성으로는 경도, 점착성, 탄력성, 응집성 및 씹힘성을 측정하였으며 결과는 Table 3에 나타내었다. 설기떡의 경우 모든 항목에서 유의적인 차이를 보이지 않았으나 냉동방법에 따른 경향성을 나타내었다. 경도 측정 결과 -20°C 전기자장 냉동 시 설기떡의 경도가 가장 낮게 측정되었다. 냉동온도에 따라 -20°C 냉동 시 -10°C 조건에 비해 낮은 경도값을 나타냈으며 냉동방법에 따라 전기자장 냉동법이 송풍식 냉동법 보다 낮게 나타났다. 씹힘성의 경우 -20°C 전기자장 냉동 시 가장 낮게 측정되었다. 가래떡의 경우 냉동방법에 따라 유의적인 물성의 차이를 보였다. 경도 0.81 kg, 탄력성 0.91 및 씹힘성 0.67 kg으로 -20°C 전기자장 냉동한 가래떡이 유의적으로 가장 낮은 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 한편, Kim BW 등(2005)과 Lee JW 등(2013)의 연구에서 설기떡과 가래떡의 경도, 씹힘성 및 점착성이 저장기간 경과에 따라 증가하는 것으로 나타났다. Park YM(2014)의 연구 결과, 인절미 냉동 저장 1일 경과 후 경도가 유의적인 증가를 보였고 점착성과 점성도 증가하는 경향을 보였으며 이러한 결과는 노화에 의한 영향으로 보고한 바 있다. 따라서 본 연구 결과 냉동에 의해 떡의 품질이 저하되지만 냉동조건에 따라 품질 저하를 지연시킬 수 있으며 냉동온도가 낮을수록, 전기자장 냉동 조건에 의한

Table 2. Change in color values of Korean rice cakes (*Sulgitteok* and *Garaetteok*) according to freezing conditions

	Magnetic resonance quick freezing		Air blast freezing		
	-20°C	-10°C	-20°C	-10°C	
<i>Sulgitteok</i>	L-value	85.66±0.69 <sup>AB</sup>	84.29±2.42 <sup>B</sup>	86.42±0.51 <sup>A</sup>	84.09±0.18 <sup>B</sup>
	a-value	-0.94±0.02 <sup>B</sup>	-0.86±0.11 <sup>A</sup>	-0.94±0.04 <sup>B</sup>	-0.94±0.01 <sup>B</sup>
	b-value	9.14±0.22 <sup>B</sup>	9.68±0.65 <sup>A</sup>	9.14±0.43 <sup>B</sup>	9.87±0.07 <sup>A</sup>
<i>Garaetteok</i>	L-value	71.25±1.15 <sup>A</sup>	70.70±0.81 <sup>AB</sup>	71.00±1.05 <sup>AB</sup>	69.78±0.92 <sup>B</sup>
	a-value	0.63±0.16 <sup>A</sup>	0.85±0.08 <sup>A</sup>	0.53±0.12 <sup>B</sup>	0.78±0.29 <sup>A</sup>
	b-value	5.17±0.95	5.10±0.20	4.83±0.44	4.92±0.32

All values are mean±SD of three replicates.

<sup>A,B</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 3.** Change in texture properties of Korean rice cakes (*Sulgitteok* and *Garaetteok*) according to freezing conditions

	Magnetic resonance quick freezing		Air blast freezing		
	-20°C	-10°C	-20°C	-10°C	
<i>Sulgitteok</i>	Hardness (kg)	0.59±0.05	0.68±0.01	0.66±0.01	0.73±0.18
	Adhesiveness	-305.68±117.54	-327.70±230.34	-312.18±230.34	-267.38±155.95
	Springiness	0.93±0.02	0.94±0.02	0.92±0.02	0.95±0.02
	Cohesiveness	0.82±0.02	0.81±0.01	0.81±0.01	0.80±0.02
	Chewiness (kg)	0.45±0.05	0.49±0.08	0.49±0.08	0.55±0.13
<i>Garaetteok</i>	Hardness (kg)	0.81±0.04 <sup>B</sup>	1.19±0.13 <sup>A</sup>	1.14±0.17 <sup>A</sup>	1.12±0.05 <sup>A</sup>
	Adhesiveness	-650.19±156.58	-714.16±226.45	-637.06±216.81	-483.71±79.24
	Springiness	0.91±0.02 <sup>B</sup>	0.92±0.01 <sup>B</sup>	0.93±0.02 <sup>AB</sup>	0.95±0.01 <sup>A</sup>
	Cohesiveness	0.92±0.01	0.92±0.01	0.92±0.01	0.91±0.01
	Chewiness (kg)	0.67±0.03 <sup>B</sup>	1.00±0.11 <sup>A</sup>	0.97±0.13 <sup>A</sup>	0.96±0.04 <sup>A</sup>

All values are mean±SD of three replicates.

<sup>A,B</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 4.** Change in sensory characteristics of Korean rice cakes (*Sulgitteok* and *Garaetteok*) according to freezing conditions

	Magnetic resonance quick freezing		Air blast freezing		
	-20°C	-10°C	-20°C	-10°C	
<i>Sulgitteok</i>	Apparence	7.89±0.60	7.78±0.67	7.67±0.50	7.56±0.53
	Moistness	7.89±0.78 <sup>A</sup>	7.22±0.44 <sup>B</sup>	7.89±0.78 <sup>A</sup>	7.22±0.44 <sup>B</sup>
	Taste	8.44±0.53 <sup>A</sup>	7.44±0.53 <sup>B</sup>	7.67±0.71 <sup>B</sup>	7.44±0.53 <sup>B</sup>
	Tenderness	8.22±0.44 <sup>A</sup>	7.78±0.44 <sup>AB</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>
	Overall acceptability	8.33±0.71 <sup>A</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>	7.89±0.60 <sup>AB</sup>	7.56±0.53 <sup>B</sup>
	Moistness (degree)	7.67±0.50 <sup>AB</sup>	7.33±0.71 <sup>AB</sup>	7.78±0.44 <sup>A</sup>	7.11±0.60 <sup>B</sup>
	Tenderness (degree)	8.11±0.60	7.67±0.50	7.78±0.44	7.67±0.50
<i>Garaetteok</i>	Apparence	8.33±0.50 <sup>A</sup>	8.00±0.50 <sup>AB</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>	7.56±0.53 <sup>B</sup>
	Moistness	7.78±0.44	7.89±0.33	7.78±0.44	7.67±0.50
	Taste	8.33±0.50 <sup>A</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>	7.89±0.60 <sup>B</sup>
	Tenderness	8.22±0.67 <sup>A</sup>	7.78±0.44 <sup>AB</sup>	7.67±0.71 <sup>AB</sup>	7.89±0.33 <sup>B</sup>
	Overall acceptability	8.33±0.50 <sup>A</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>	7.56±0.53 <sup>B</sup>	7.44±0.53 <sup>B</sup>
	Moistness (degree)	7.89±0.33 <sup>A</sup>	7.67±0.50 <sup>AB</sup>	7.56±0.53 <sup>AB</sup>	7.67±0.50 <sup>B</sup>
	Tenderness (degree)	7.89±0.33	7.67±0.50	7.56±0.53	7.44±0.53

All values are mean±SD of three replicates.

<sup>A,B</sup> Means with different superscripts in the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

떡 노화 지연에 효과적일 것으로 판단되어진다.

#### 4. 냉동방법에 따른 떡의 관능적 특성 비교

Table 4는 냉동방법에 따른 떡의 관능적 특성을 기호도 조사를 통해 분석한 결과이다. 설기떡은 냉동방법 및 온도에 따른 외관 및 조직감에 대한 기호적 차이는 없는 것으로 나타났다. 전반적인 기호도에서는 -20°C 전기자장 냉동

한 설기떡이 가장 높은 기호도를 보였다. 촉촉함은 강도 및 기호도 평가하였으며 촉촉함의 강도는 냉동방법에 따른 차이를 보이지 않았으나 냉동 온도에 따라 -20°C에서 냉동한 떡이 가장 촉촉한 것으로 평가되었다. 촉촉함에 대한 기호도에서는 촉촉함의 강도가 높게 평가될수록 기호도 또한 높은 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 조직감도 강도 및 기호도를 평가하였으며 강도 평가 결과 유의적 차이를 보

이지 않았으나 기호도에서는  $-20^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동한 설기떡이 가장 높은 기호도로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 가래떡은 외관에서 냉동 온도가 낮을수록, 냉동 방법에 따라 전기자장 냉동법 이용 시 기호도가 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 맛에 대한 기호도의 경우  $-20^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동한 가래떡이 유의적으로 가장 높은 기호도를 보였다. 냉동한 가래떡의 전반적인 기호도는  $-20^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동 시 다른 처리구(7.44-7.67점)에 비해 유의적으로 가장 높은 기호를 보였다. 촉촉함은 강도 및 기호도에 대한 평가를 하였으며 냉동방법 및 냉동 온도에 따른 강도 및 기호도 모두 유의적 차이를 보이지 않았다. 조직감 강도의 경우 처리구별 차이는 없었으나 기호도의 경우  $-20^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동법이 8.22점으로 가장 높은 기호도를 보인 반면  $-10^{\circ}\text{C}$  송풍식 냉동법은 유의적으로 가장 낮은 기호를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 따라서 떡의 경우 냉동 저장 시 품질 유지를 위해 온도가 낮은  $-20^{\circ}\text{C}$ 가 가장 우수하였으며 냉동 방법에 따라 전기자장 냉동법이 우수한 것으로 판단되었다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 냉동방법(전기자장식 냉동 및 송풍식 냉동)의 조건( $-20^{\circ}\text{C}$  및  $-10^{\circ}\text{C}$ )을 달리한 냉동떡의 품질특성 차이를 평가하였다. 수분함량은 냉동방법에 관계없이  $-20^{\circ}\text{C}$  냉동 시 높은 수분함량을 나타냈으며 수분활성도의 경우 냉동온도가 낮을수록 높았으며, 송풍식 냉동에 비해 전기자장식 냉동법으로 냉동 할 경우 높은 활성도를 보였다. 물성 측정 결과는 설기떡과 가래떡 모두 경도 및 씹힘성이  $-20^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동법을 이용하였을 때 가장 낮은 수치를 나타내었다. 관능적 특성 검사에서는  $-20^{\circ}\text{C}$  전기자장 냉동한 떡에 대한 기호도가 가장 좋은 것으로 평가되었다. 따라서, 낮은 온도의 전기자장 냉동법이 물리적 및 관능적 품질특성에 있어서 가장 효과적인 떡의 냉동 저장방법으로 판단되었다.

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

#### Acknowledgments

This research was supported by Main Research Program (E0164800-01) of the Korea Food Research Institute (KFRI) funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (Republic of Korea). This research was also partially supported High Value-added Food Technology Development Program (2016-314068-3) by the Ministry of Agriculture,

Food and Rural Affairs (Republic of Korea).

#### References

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA. pp 33-36.
- Baker LA, Rayas-Duarte P. 1998. Retrogradation of amaranth starch at different storage temperature and the effect of salt and sugars. *Cereal Chem* 75(3):308-314.
- Biliaderis C. 1990. Thermal analysis of food carbohydrates. pp 168-220. In: Thermal analysis of foods. Harwalkar VR, Ma CY (eds.). Elsevier Applied Science Publishers, Barking, UK.
- Byun JI. 2014. Effect of casein and agar on quality characteristic depending on cold storage period of *Topokki garaedduk*. Keimyung University, Deagu, Korea. p 3.
- Iwasaka M, Onishi M, Kurita S, Owada N. 2011. Effects of pulsed magnetic fields on the light scattering property of the freezing process of aqueous solutions. *J Appl Phys* 109(7):07E320-323.
- Jung KM, An HJ. 2012. Effects of oyster mushroom on quality of *Sulgidduk* and *Gyeongdan*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(9):1294-1300.
- Kang HJ, Lee JK, Lim JK. 2012. Quality characteristics of *Topokki garaedduk* with different moisture ratios. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(4):561-565.
- Kang KJ, Kim K, Lee SK, Kim SK. 1997. Relationship between molecular structure of acid hydrolyzed rice starch and retrogradation. *Korean J Food Sci Technol* 29(5):876-881.
- Kim BW, Yoon SJ, Jang MS. 2005. Effects of addition *Baekbokryung* (White Poria cocos Wolf) powder on the quality characteristics of *Sulgidduk*. *Korean J Food Cook Sci* 21(6):895-907.
- Kim DH. 1992. *Sikpumhwahak* [Food chemistry]. Tamgudang, Seoul, Korea. pp 300-307.
- Kim KS. 1987. Scientific study for the standardization of the preparation methods for *Paeksolgi* (I). *J Korean Home Econ Assoc* 25(2):79-87.
- Kim MY, Chun SS. 2009. Changes in shelf-life, water activity, and texture of rye-wheat mixed bread with naturally fermented raisin extract and rye sourdough during storage. *Korean J Food Cook Sci* 25(2):170-179.
- Kim SI, An MJ, Han YS, Pyeun JH. 1993. Sensory and instrumental texture properties of rice cakes according to the addition of *Songpy* (pine tree endodermis) or *Mosipul* (China grass leave). *J Korean Soc Food Nutr* 22(5):603-610.
- Kim SS, Chung HY. 2007a. Effects of carbohydrate materials on retarding retrogradation of a Korean rice cake (*Karedduk*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(10):1320-1325.
- Kim SS, Chung HY. 2007b. The texture and descriptive sensory

- characteristics of a Korean rice cake (*Karedduk*) with added emulsifier. *Korean J Food Nutr* 20(4):427-432.
- Kim YB, Woo SM, Jeong JY, Ku SK, Jeong JW, Kum JS, Kim EM. 2013. Temperature changes during freezing and effect of physicochemical properties after thawing on meat by air blast and magnetic resonance quick freezing. *Korean J Food Sci Anim Resour* 33(6):763-771.
- Koh BK. 1999. Development of the method to extend shelf life of *Backsulgie* with enzyme treatment. *Korean J Soc Food Sci* 15(5):533-538.
- Kum JS, Lee SH, Lee HY, Lee C. 1996. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Korean J Food Sci Technol* 28(6):1052-1058.
- Lee CH, Han O, Kum JS, Bak KH, Yoo BK. 1995. Changes in the physicochemical properties of Korean rice cake by the addition of gelatinized rice flour. *Korean J Diet Cult* 10(2):101-106.
- Lee CH, Maeng YS. 1987. A literature review on Korean rice-cakes. *Korean J Diet Cult* 2(2):117-132.
- Lee HK, Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Woo SH, Lee JS, Jeong HS. 2010. Physicochemical characteristic and antioxidant activities of cereals and legumes in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(9):1399-1404.
- Lee JW, Bae IY, Kim HS, Oh IK, Kim MH, Han GJ, Lee HG. 2013. Effect of barley flour on texture and sensory characteristics of *Garraedduk* prepared by retrogradation-retardation technology. *Food Eng Prog* 17(3):219-225.
- Li B, Sun DW. 2002. Novel methods of rapid freezing and thawing of foods -A review. *J Food Eng* 54(3):175-182.
- Mun SH, Kim JO, Lee SK, Shin MS. 1996. Retrogradation of sucrose fatty acid ester and soybean oil added rice flour gels. *Korean J Food Sci Technol* 28(2):305-310.
- Park HY, Kim BW, Jang MS. 2008. The effects of added barley (*Hordeum vulgare* L.) sprout powder on the quality and preservation of *Sulgidduk*. *Korean J Food Cook Sci* 24(4):487-493.
- Park YK, Kim HS, Park HY, Han GJ, Kim MH. 2011. Retarded retrogradation effect of *Garaetteok* with apple pomace dietary fiber powder. *Korean J Food Cult* 26(4):400-408.
- Park YM. 2014. A study on the quality characteristics of *Sulgitteok*, *Injulmi* and baked rice cake using dry rice powder. Doctorate dissertation. Kyunghee University, Seoul, Korea. pp 85-96.
- Song JC, Park HJ. 2003. Effect of starch degradation enzymes on the retrogradation of a Korean rice cakes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(8):1262-1269.
- Wootton M, Bamunuarachchi A. 1980. Application of differential scanning calorimetry to starch gelatinization. III. Effect of sucrose and sodium chloride. *Starch-Stärke* 32(4):126-129.
- Yim KY, Kim SH. 1988. A survey on the utilization of Korean rice-cakes and the evaluation about their commercial products by housewives. *Korean J Diet Cult* 3(2):163-175.
- Yoon SJ, Oh IS. 2014. Usage status of traditional rice cake as a meal substitute and analysis on the selection attributes affecting purchase. *Korean J Culin Res* 20(2):38-53.

Received on Dec.29, 2016 / Revised on Feb.23, 2017 / Accepted on Feb.26, 2017