



## 주정처리와 수분-열처리 떡볶이 떡의 저장기간에 따른 품질 특성

최해연<sup>1</sup> · 김진성<sup>1</sup> · 고은성<sup>1</sup> · 우혜은<sup>1</sup> · 박종대<sup>2</sup> · 성정민<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 외식식품학과, <sup>2</sup>한국식품연구원 가공공정연구단

### Quality Characteristics of *Tteokbokki Tteok* after Ethanol and Heat Moisture Treatments During the Storage Periods

Hae-Yeon Choi<sup>1</sup>, Jin-Seong Kim<sup>1</sup>, Eun-Seong Go<sup>1</sup>, Hye-Eun Woo<sup>1</sup>, Jong-Dae Park<sup>2</sup>, Jung-Min Sung<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University

<sup>2</sup>Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute

#### Abstract

This study sought to investigate the effects of heat-moisture treatment (HMT) and ethanol treatment (EOH) for improving the quality and storage stability of *Tteokbokki Tteok*. The quality characteristics were evaluated by moisture, pH, color, texture profile analysis, and observing the microbial properties after the heat-moisture treatment or ethanol treatment. As the storage period increased, the moisture content of *Tteokbokki Tteok* tended to decrease except for the HMT group ( $p < 0.05$ ) while the pH did not show significant variation except for the EOH group ( $p < 0.05$ ). While measuring the color, the L-value tended to increase in all groups during the storage period. The a-value and the b-value showed the highest values in the HMT group and the control (CON) group, respectively. In the texture profile analysis, all groups showed a significant tendency to increase levels of hardness and chewiness as the storage period increased ( $p < 0.05$ ). The HMT group showed an increase in hardness and adhesiveness, which are characteristics of the HMT treatment. The results of examining the microbial properties of *Tteokbokki Tteok* showed that the total microbial count in the HMT group was 4.52 on the 8<sup>th</sup> day of storage, which was lower than the level in the CON group and the EOH group on the 4<sup>th</sup> day of storage. Yeast and mold were not measured during the storage period. Thus the results of this study showed that when manufacturing *Tteokbokki Tteok*, the heat-moisture treatment of rice powder increased the storage stability by delaying microbial growth and also had positive effects on quality.

**Key Words** : *Tteokbokki*, heat-moisture treatment, quality, microbial, storage

### 1. 서 론

최근 현대인의 식생활 패턴이 서구화되고 외식 빈도의 증가로 1인당 쌀 소비량이 지속적으로 감소하고 있으며, 쌀 수입개방 확대로 재고량은 증가하는 추세이다(Lee et al. 2012). 이에 더불어 쌀의 소비형태도 크게 변화하고 있는데 쌀을 단순히 밥으로만 취식하는 시대가 지나가고 떡, 죽, 면 등으로 형태를 다양화하며 응용한 가공식품 개발이 눈에 띄게 시도되고 있다. 현재 국내에서 소비되는 쌀 가공제품 중 떡류가 차지하는 비중은 50% 정도이며 대부분 흰떡이 차지하고 있다(Park 2017).

떡은 우리나라 전통음식 중 하나로 예부터 신분과 지역에 관계없이 남녀노소 누구나 즐기던 음식이며 만드는 방법에 따라 종류가 다양하고 부재료와의 조합도 쉽고 합리적인 특

성이 있다(Lee et al. 2011). 그 중 가래떡은 멥쌀가루를 찐 후 치대어 둥글고 긴 모양으로 만드는 떡으로 대중들에게 가장 인지도가 높은 떡이며(Kang et al. 2011) 이를 이용한 가장 대표적인 메뉴가 바로 떡볶이이다(Kang et al. 2012). 떡볶이는 비교적 조리법이 간편하여 상품화가 용이하고 쌀 소비량을 증가시킬 수 있는 제품으로 활용될 수 있으며(Jung et al. 2019) 농림축산식품부는 한식세계화 프로젝트에서 한몫을 담당할 식품으로 재료와 조리법이 간편한 떡볶이를 선정하기도 하였다(Lee et al. 2012). 농림축산식품부에 따르면 2020년 떡류 수출액이 5,300만 달러로 2019년 3,400만 달러 대비 50% 이상 성장률을 나타내었으며 일본과 베트남 등에서 떡볶이의 수출이 크게 증가 되었다고 보고하여(Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation 2021) 향후 떡류의 글로벌 시장으로 더욱 확대될 것으로 예상된다.

\*Corresponding author: Jung-Min Sung, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea  
Tel:\*\*\*-\*\*\*\*-\*\*\*\* Fax: +82-63-219-9876 E-mail: jmsung@kfri.re.kr

떡은 전분의 노화로 인해 떡의 조직감이 단단해져서 유통 중 품질을 저하시키는 등 저장 안정성의 문제를 가지고 있다. 전분의 노화는 전분의 호화상태가 저장 중 에너지가 낮은 상태로 돌아가 전분 겔이 단단해지고 전분 분자사이 일부 물 분자가 빠져나와 상분리가 나타나는 현상이다(Cheon et al. 2017). 일반적으로 곡류가공품 제조 시 가공적성을 개선하기 위해 변성전분을 주로 사용하고 있으나 이는 화학적 변성과정으로, 최근에는 물리적 방법인 heat-moisture treatment (HMT)와 같은 수분-열처리를 이용 전분입자의 구조를 변화시켜 전분질 식품의 물성을 개선시키고자 하는 연구들이 진행되고 있다(Seo & Kim 2011). 수분-열처리 전분은 호화가 되지 않는 제한된 수분함량 조건에서 호화온도 이상의 온도로 가열하여 제조하는 것으로 전분은 수분-열처리 후에 열안정성이 증가하고 효소저항성을 가져 저항전분으로 식품에 적용되고 있다. HMT처리를 하면 전분입자 팽윤, 아밀로스 용출, 호화액 성질, 호화요인, 효소와 산의 가수분해, 결정형, 전분사슬 상호작용 등이 변화된다고 보고되었다(Zavareze et al. 2012; Hwang et al. 2020). 원료 가루의 전처리로 수분-열처리를 실시한 후 쌀국수나 starch noodle같은 호화면을 만들면 조리손실률 및 부착성 감소, 인장강도, 탄력성, 경도 증가 등의 품질 개선을 보였으며 호화점도 안정성이 개선되고 겔 강도가 증가하는 것으로 설명되고 있다(Lorlwhakarn & Naivikul 2006; Hormdok & Noomhorm 2007; Cham & Suwannaporn 2010).

현재 비살균 식품의 생산에 활용되는 에탄올의 살균 효과는 오래전부터 알려져 있었으며 식품에서는 주로 미생물 생장 억제제 목적으로 이용되고 있다. 순수에탄올을 식품의 살포제로 사용하는 것은 불충분하지만 70% 에탄올은 표면살균제로 이용되고 쌀, 와인, 과일 등으로 만든 주류와 증류주는 식품 조리 시에 쉽게 제거되는 장점이 있다. 주로 에탄올의 살균효과 강화를 위한 연구 등이 이루어졌으며 에탄올과 유기산을 병용하면 에탄올을 단독으로 사용할 때 보다 살균효과가 강화된다고 보고되었다(Jang et al. 2003).

해외로 전파되고 동남아시아에서 인기가 높아지고 있는(Ra et al. 2020) 떡볶이 떡은 상온유통이 절대적으로 필요하므로 유통기한 연장을 위한 기술개발이 절실히 요구된다(Jung et al. 2018). 이에 본 연구에서는 쌀 가공 제품의 세계화와 간편화 시장의 확대에 수출이 증가하고 있는 떡볶이 떡의 제품 품질 향상 및 저장성 증진을 위해 주정처리 및 HMT 처리의 효과를 연구하고자 한다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에서 떡볶이용 떡의 주재료인 쌀은 삼광미(Yegajeongseong, Yesan, Korea)를 농협에서 구입해 4°C의 일정한 온도로 보관하며 사용하였으며 떡 제조 시 첨가한 꽃

소금(CJ cheiljedang, sinan, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다. 미생물 검사를 위해 사용된 배지는 3M petrifilm (St. paul, Mn, USA)과 MC-Media Pad (JNC Co., Otemachi, Tokyo, Japan)를 사용하였다.

### 2. 쌀가루 및 떡볶이 떡의 제조

떡 제조는 Cheon et al. (2017)의 방법에 준하여 예비실험 후 제조하였다. 쌀가루는 쌀 1 kg을 3회 수세하고 12시간 수침해 불린 다음 1시간 동안 체에 받쳐 놓아 물기를 뺀 후에 800W 믹서(EV-GB5000, Zhongshan Long-plus electric Appliance, China)로 30초간 분쇄하여 제조하였다. 제조한 쌀가루는 20 mesh의 표준망체에 내려 폴리에틸렌 포장재에 500 g씩 소분하여 -40°C의 deep freezer (SF-53U, Nihon Freezer Co., Ltd., Tokyo, Japan)에 보관하면서 사용하였다. 떡은 예비실험으로 선정된 3가지 처리방식에 따라 대조군, 75% 주정으로 1분간 침지한 EOH군, 쌀가루를 100°C에서 40분간 열처리한 HMT군으로 나누어 실험을 진행하였다. 쌀가루 800 g에 증류수 300 mL와 소금 11 g을 넣고 전자동 떡제조기(BS-ED10-WA, Zojirushi Co., Ltd., Shiga, Japan)를 이용해 반죽을 제조한 후 소형 수평식 믹서(NMJ-221K, NUC electric Appliance, Daegu, Korea)를 이용하여 직경 10 mm의 동그란 떡 모양으로 압출 성형해 50 mm 길이로 절단하였다. 대조군은 압출성형 후 절단한 떡볶이 떡을 증류수에 1분간 침지하고 EOH군은 75% 주정에 1분간 침지한 후 1분간 방냉하였다. HMT군은 쌀가루를 유리병에 500 g씩 담아 autoclave (BF-60AC, Bio free Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 100°C로 40분간 살균 후 대조군과 같은 방법으로 제조하였다. 각 처리군은 180 g씩 계량해 폴리에틸렌 포장재에 넣고 입구를 밀봉하여 20°C에 저장하면서 실험을 진행했다.

### 3. 수분 측정

쌀가루와 잘게 썬 떡볶이 떡은 수분분석기(MJ33, Mettler toledo, Zurich, Switzerland)를 이용해 적외선 수분측정법으로 측정하였으며 각 군마다 10회씩 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

### 4. pH 측정

떡볶이 떡의 pH는 시료 5 g을 증류수 45 g에 넣고 믹서(BL642KR, Hai Xin Technology Co., Ltd., Schenzhen, China)로 30초간 교반하여 여과(Whatman No. 2)한 여액을 pH meter (FEP-20, Mettler toledo, Zurich, Switzerland)를 이용해 측정하였다. 각 시료는 5회 측정된 값을 평균값±표준편차로 나타내었다.

### 5. 색도 측정

떡볶이 떡의 색도측정은 30초간 데친 떡의 절단면을 색도

<Table 1> Measurement conditions for texture analyzer

parameter	Value
Deformation	50%
Plunger diameter	75 mm $\phi$
Load cell	5.0 kg
pre-testspeed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Trigger force	5.0 g

계(CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan)를 이용해 L값(lightness, 명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판(Standard plate)은 L=94.65, a=-0.43, b=4.12 이었으며 5회 반복 측정하여 얻은 값을 평균값±표준편차로 나타내었다.

6. 기계적 조직감 측정

떡볶이 떡의 조직감 측정은 texture analyser (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)를 이용하여 <Table 1>과 같은 조건으로 측정하였다. 저장된 떡볶이 떡을 직경 1 cm×높이 1 cm의 일정한 크기로 하여 끓는 물에 30 초간 데친 후 실온에 3분간 방냉하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness, 탄력성(springiness) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 각 처리군 별로 30회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

7. 미생물 측정

떡볶이 떡의 미생물은 Kang et al.(2013)의 방법에 준하여 측정하였다. 떡볶이 떡을 멸균한 가위와 핀셋을 이용해 시료 10 g을 무균적으로 채취해 잘게 절단하고 90 mL의 멸균된 생리식염수(0.85%)와 함께 멸균백(B01195WA Zefon International Co., Ltd., Florida, USA)에 넣어 stomacher (HG400V, Mayo international SR., MI, Italy)를 이용해 균

질화시킨 다음 멸균식염수에 일정비율로 희석해 희석액으로 사용하였다.

일반세균수, 대장균, 포도상구균, 효모 및 곰팡이는 3M사의 패트리 필름배지를 살모넬라는 MC-Media Pad를 사용해 측정하였다. 각 배지에 희석액을 1 mL씩 취해서 일반세균과 대장균은 incubator (LTI-700, Eyela, Tokyo, Japan)에서 36±1°C로 48시간, 살모넬라와 포도상구균은 incubator (36±1°C)에서 24시간, 효모 및 곰팡이는 incubator (26±1°C) 120시간 동안 배양 후 30-300개 사이의 colony가 형성된 균체를 계수하여 log phase로 나타내었다.

8. 통계처리

떡볶이 떡의 실험에서 얻은 결과 값은 통계분석 프로그램인 SPSS (Version 25.0, SPSS Institute Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균값±표준편차로 나타내었고 One-way ANOVA를 실시해 Duncan's multiple range test로 시료 간의 유의차를 p<0.05 수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 떡볶이 떡의 수분함량

처리방법 및 저장기간에 따른 떡볶이 떡의 수분함량은 <Table 2>에 나타내었다. 쌀가루의 수분함량은 32.12%였고 HMT군의 쌀가루 수분함량은 30.31%였다. 떡볶이 떡의 수분 함량은 26.45-30.15로 측정되었다. 대조군과 EOH군은 저장기간이 증가함에 따라 수분이 유의적으로 감소하는 결과를 보였고 HMT는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 대조군의 제조 직후 수분함량은 30.15로 가장 높은 값을 나타내었고 HMT군이 28.24로 가장 낮은 값을 나타내었다. 본 연구에서 HMT군의 떡 수분함량이 대조군보다 낮은 것은 HMT 처리한 쌀가루의 수분함량이 대조군의 쌀가루 수분함량 보다 낮아 제조 후의 떡 수분함량에도 영향을 준 것으로 사료된다. 마늘분말 첨가 떡볶이 떡의 품질 특성 변화(Kim et al. 2012) 연구에서도 마늘분말 첨가군은 무첨가군 대비 수분함

<Table 2> Moisture contents of Tteokbokki Tteok with different treatment and storage period

Days	CON	EOH	HMT	F-value
0	30.15±0.38 <sup>1)kaA2)</sup>	29.06±0.34 <sup>BA</sup>	28.24±0.78 <sup>BA</sup>	9.557 <sup>*3)</sup>
2	29.72±1.02 <sup>aAB</sup>	28.14±0.19 <sup>bAB</sup>	27.95±0.19 <sup>bA</sup>	7.569 <sup>*</sup>
4	29.11±0.17 <sup>aB</sup>	26.99±0.47 <sup>abBC</sup>	27.86±1.18 <sup>BA</sup>	6.176 <sup>*</sup>
6	28.10±0.13 <sup>aC</sup>	27.35±0.22 <sup>abBC</sup>	27.39±1.18 <sup>aA</sup>	1.081
8	27.07±0.27 <sup>aD</sup>	26.45±1.36 <sup>aC</sup>	27.49±0.71 <sup>aA</sup>	1.005
F-value	17.833 <sup>***</sup>	6.846 <sup>**</sup>	0.462	

<sup>1)</sup>Mean±S.D.

<sup>2)</sup>Different letters within the same row (a-c) and column (A-D) differ significantly (p<0.05).

<sup>3)</sup>\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001.

CON : NO treatment EOH: 10sec immersion in 75% alcohol HMT: Hydrothermal treatment (100°C, 40 min)

<Table 3> pH contents of *Tteokbokki Tteok* with different treatment and storage period

Days	CON	EOH	HMT	F-value
0	7.15±0.01 <sup>1)bcA2)</sup>	7.18±0.01 <sup>bAB</sup>	7.19±0.01 <sup>aA</sup>	39.000 <sup>***3)</sup>
2	7.16±0.01 <sup>bA</sup>	7.19±0.04 <sup>aA</sup>	7.19±0.01 <sup>aA</sup>	4.000*
4	7.16±0.01 <sup>bA</sup>	7.16±0.03 <sup>bB</sup>	7.19±0.01 <sup>aA</sup>	3.755
6	7.16±0.04 <sup>aA</sup>	7.16±0.02 <sup>aAB</sup>	7.18±0.01 <sup>aA</sup>	0.795
8	7.17±0.01 <sup>aA</sup>	6.99±0.01 <sup>bC</sup>	7.18±0.01 <sup>aA</sup>	458.162 <sup>***</sup>
F-value	1.211	64.434 <sup>***</sup>	1.833	

<sup>1)</sup>Mean±S.D.

<sup>2)</sup>Different letters within the same row (a-c) and column (A-C) differ significantly (p<0.05).

<sup>3)</sup>\*p<0.05 \*\*\*p<0.001.

CON : NO treatment EOH: 10sec immersion in 75% alcohol HMT: Hydrothermal treatment (100°C, 40 min)

량이 높았고 이로 제조한 떡볶이 떡의 수분함량 또한 높은 것으로 나타났다. 자색 고구마 분말 첨가량을 달리한 설기 떡의 품질 특성(Ahn 2010) 연구에서도 초기 쌀가루의 수분함량이 제조 후의 떡 수분함량에 영향을 준다는 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

## 2. 떡볶이 떡의 pH

처리방법 및 저장기간에 따른 떡볶이 떡의 pH는 <Table 3>에 나타내었다. 떡볶이 떡의 pH는 6.99-7.19로 측정되었으며 모든 처리군 중 HMT군의 pH가 가장 높게 측정되었다. 대조군과 HMT군은 저장기간에 따른 pH의 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 EOH군은 저장 2일차부터 pH의 유의적인 감소가 나타났다(p<0.05). 키토산 처리에 의한 흰떡과 생면의 저장성 연장 연구(Lee et al. 2000)에서도 반죽용수에 5%의 주정을 첨가한 생면을 제조하여 저장기간 별 pH를 측정하였는데 저장기간이 길어짐에 따라 생면의 pH가 감소하는 경향을 나타내었다.

## 3. 떡볶이 떡의 색도

처리방법 및 저장기간에 따른 떡볶이 떡의 색도는 <Table 4>에 나타내었다. 명도를 나타내는 L값은 81.69-87.02로 측정되었으며 저장기간이 길어짐에 따라 명도가 유의적으로 증가하는 결과를 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 -1.51~ -1.17로 측정되었으며 HMT군이 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었고 EOH군이 가장 낮은 값을 나타내었다. 황색도를 나타내는 b값은 5.14-6.19로 측정되었으며 대조군이 HMT군과 EOH군보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 수분-열처리로 제조한 멥쌀가루의 호화특성과 겔 강도 연구(Seo & Kim 2011)에서 HMT 후 쌀가루의 색도변화는 본래의 쌀가루보다 L값이 감소하고 a, b값이 증가하였는데 이러한 변화는 HMT 과정에서 환원당과 단백질 아미노기 간의 Maillard 갈변반응에 의한 것이라 보고하였으나, 본 실험에서 HMT군은 대조군에 비해 L값은 유의적인 차이가 없었고 a값은 증가, b값은 감소하는 결과가 나타났다. 한편 Seo et al.

(2011)의 품종에 따른 쌀가루의 수분-열처리가 쌀국수 품질에 미치는 영향에 관한 연구에서 건면의 경우 쌀가루보다 L값이 감소하고 a, b값이 증가하였지만 조리면의 경우 건면에 비해 수분흡수에 의한 부피상승으로 조리전보다 L값이 상승하고 a, b값이 감소하였다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서 모든 군의 색도측정 시 끓는 물에 30초간 데친 후 측정했기 때문에 수분흡수에 의해 부피가 상승하여 색도에 영향을 준 것으로 사료된다.

## 4. 떡볶이 떡의 기계적 조직감

처리방법 및 저장기간에 따른 떡볶이 떡의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springness), 씹힘성(Chewiness), 응집성(cohesiveness) 측정 결과는 <Table 5>에 나타내었다. 떡볶이 떡의 조직감 중 경도는 대조군이 630.42-1462.47, EOH군 702.00-1433.82, HMT군 726.26-1312.64로 각각 나타났다. 제조 직후에는 HMT군이 가장 높았으나 저장 2일차부터는 대조군에 비해 낮게 측정되고 저장 4일 차부터는 대조군과 EOH군에 비해 낮은 경도를 나타내었다. 제조 직후 HMT군의 경도가 높은 것은 HMT처리로 인하여 쌀가루의 초기 수분함량이 30.31%로 대조군에 비해 낮아 떡 제조 후의 수분함량 역시 낮아져 경도가 높게 측정된 것으로 사료된다. Horndok & Noomhorm(2007)의 쌀국수 품질 향상을 위한 쌀 전분의 수분-열처리연구에서 HMT한 쌀 전분을 첨가한 쌀국수의 경도가 증가하여 HMT가 쌀국수 품질 개선에 적합하다고 하였으며, Seo et al.(2011)의 아밀로스 함량이 다른 국내산 쌀가루의 수분-열처리가 쌀국수 품질에 미치는 영향연구에서도 쌀국수 제조 시 HMT한 쌀가루를 혼합 사용한 군은 경도와 부착성 증가 등의 기계적 조직감 변화가 가능하다고 보고하여 HMT군이 제조 직후에 높은 경도를 나타낸 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 저장기간에 따른 경도는 모든 군에서 유의적으로 증가하였으며 저장기간에 따라 수분함량이 감소할수록 증가하는 경향을 보였다. Kim et al.(2009)은 수침시간을 달리한 멥쌀가루의 이화학적 특성 연구에서 수분함량이 증가하면 전분 조직 안으로 수분

<Table 4> Color of Tteokbokki Tteok with different treatment and storage period

	Days	CON	EOH	HMT	F-value
L <sup>1)</sup>	0	83.59±0.80 <sup>4)ad5)</sup>	81.69±0.73 <sup>bC</sup>	83.44±1.25 <sup>d</sup>	19.420 <sup>***6)</sup>
	2	84.96±0.75 <sup>aC</sup>	83.33±0.69 <sup>bB</sup>	84.52±0.89 <sup>bC</sup>	18.522 <sup>***</sup>
	4	86.45±0.65 <sup>aB</sup>	83.48±0.59 <sup>cB</sup>	85.62±1.05 <sup>bB</sup>	70.951 <sup>***</sup>
	6	87.02±0.43 <sup>aA</sup>	84.53±0.72 <sup>bA</sup>	86.56±1.30 <sup>aA</sup>	32.601 <sup>***</sup>
	8	86.81±0.83 <sup>aAB</sup>	84.93±1.02 <sup>bA</sup>	87.01±0.94 <sup>aA</sup>	23.554 <sup>***</sup>
	F-value	70.010 <sup>***</sup>	42.503 <sup>***</sup>	30.935 <sup>***</sup>	
a <sup>2)</sup>	0	-1.37±0.04 <sup>cbA</sup>	-1.46±0.03 <sup>cBC</sup>	-1.29±0.05 <sup>C</sup>	67.745 <sup>***</sup>
	2	-1.41±0.06 <sup>bAB</sup>	-1.51±0.05 <sup>cD</sup>	-1.30±0.06 <sup>C</sup>	62.199 <sup>***</sup>
	4	-1.41±0.04 <sup>bB</sup>	-1.49±0.05 <sup>cCD</sup>	-1.24±0.06 <sup>AB</sup>	118.394 <sup>***</sup>
	6	-1.44±0.05 <sup>bB</sup>	-1.46±0.04 <sup>bB</sup>	-1.18±0.08 <sup>aA</sup>	115.994 <sup>***</sup>
	8	-1.43±0.06 <sup>bB</sup>	-1.39±0.05 <sup>bA</sup>	-1.17±0.07 <sup>aA</sup>	74.409 <sup>***</sup>
	F-value	5.019 <sup>**</sup>	17.221 <sup>***</sup>	17.171 <sup>***</sup>	
b <sup>3)</sup>	0	5.42±0.25 <sup>bC</sup>	5.66±0.45 <sup>bA</sup>	5.92±0.35 <sup>aA</sup>	21.737 <sup>***</sup>
	2	6.02±0.33 <sup>aAB</sup>	5.60±0.59 <sup>bAB</sup>	5.67±0.46 <sup>bA</sup>	4.455 <sup>*</sup>
	4	5.84±0.38 <sup>aB</sup>	5.44±0.48 <sup>bAB</sup>	5.29±0.28 <sup>bB</sup>	70.496 <sup>**</sup>
	6	6.19±0.37 <sup>aA</sup>	5.30±0.37 <sup>bBC</sup>	5.32±0.61 <sup>bB</sup>	82.653 <sup>***</sup>
	8	6.07±0.31 <sup>aAB</sup>	5.14±0.29 <sup>bC</sup>	5.24±0.46 <sup>bB</sup>	77.641 <sup>***</sup>
	F-value	14.790 <sup>***</sup>	3.601 <sup>*</sup>	8.680 <sup>***</sup>	

<sup>1)</sup>L: degree of lightness ([white] +100 ↔ 0 [black])

<sup>2)</sup>a: degree of redness ([red] +100 ↔ -80 [green])

<sup>3)</sup>b: degree of yellowness ([yellow] +70 ↔ -80 [blue])

<sup>4)</sup>Mean±S.D.

<sup>5)</sup>Different letters within the same row (a-c) and column (A-D) differ significantly (p<0.05).

<sup>6)</sup>\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001.

CON: NO treatment EOH: 10sec immersion in 75% alcohol HMT: Hydrothermal treatment (100°C, 40 min)

이 확산되고 전분의 결합을 약화시켜 미세다공구조로 변해 경도를 감소시켜 수분함량이 낮을수록 경도가 증가한다고 보고하였으며 마늘분말을 첨가한 떡볶이 떡의 품질 특성 변화 연구(Kim et al. 2012)와 황기 농축액을 첨가한 절편의 품질 특성(Hwang & Ahn 2008)에서도 수분함량이 감소할수록 경도가 증가하여 본 연구와 비슷한 경향을 보였다. 씹힘성은 대조군에서 470.57-1085.77로 측정되었고 EOH군과 HMT군은 각각 508.15-1049.43과 520.26-970.59로 측정되었으며 제조후에는 HMT군이 대조군과 EOH군보다 높은 값을 나타내었다. 저장기간에 따른 씹힘성은 모든 군에서 유의적인 증가를 보이며 경도와 같은 경향을 나타내었다. 씹힘성 역시 수분함량이 감소할수록 증가하는 경향을 보였는데 압출성형 횟수를 달리한 떡볶이 떡 연구에서도 비슷한 경향을 보였으며 수분함량이 씹힘성에도 영향을 주는 것으로 보고한 바 있다(Kang et al. 2011). 본 연구결과에서도 수분함량의 감소가 경도와 씹힘성 증가에 영향을 준 것으로 사료된다. 부착성은 -12.52~-17.50으로 측정되었으며 각 처리군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 저장기간에 따른 유의적인 차이 역시 나타나지 않았지만 HMT군은 다른 군에 비해 낮게 측정되었다. 이는 Seo et al.(2011)의 쌀가루의 수분-열처리가 쌀

국수 품질에 미치는 영향연구에서 HMT한 쌀가루를 혼합 사용한 군이 경도와 부착성 증가하였다고 보고하였으나 본 연구에서는 경도는 높아졌으나 부착성이 낮아지는 경향을 나타내었다. 탄력성은 0.86-0.89로 측정되었으며 부착성과 마찬가지로 각 처리군 간 탄력성의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. HMT군이 저장 2일째에 유의적인 증가를 나타내었다가 저장 8일째까지는 유지되며 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 대조군과 EOH군은 저장기간에 따른 탄력성의 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 가수량을 달리한 떡볶이용 가래떡의 품질 특성 연구(Kang et al. 2012)에서도 수분함량이 증가했음에도 부착성과 탄력성의 유의적인 차이를 나타내지 않아 본 연구와 비슷한 경향을 보였다. 응집성은 0.83-0.86으로 측정되었으며 EOH군이 저장 2일째까지는 대조군과 HMT군에 비해 다소 높은 값을 나타내었다. 대조군은 저장기간에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 HMT군은 저장 2일째에 유의적인 증가를 나타내었다가 저장 8일째까지는 값의 차이를 나타내지 않았다.

5. 떡볶이 떡의 미생물 특성

처리방법 및 저장기간에 따른 떡볶이 떡의 총균수, 곰팡이

<Table 5> Texture analysis of *Tteokbokki Tteok* with different treatment and storage period

	Days	CON	EOH	HMT	F-value
Hardness	0	630.42±132.05 <sup>1)bcC2)</sup>	702.00±93.86 <sup>abD</sup>	726.26±101.67 <sup>aC</sup>	3.157
	2	1205.88±146.76 <sup>aB</sup>	1035.14±92.17 <sup>bC</sup>	1064.60±129.72 <sup>bB</sup>	8.083 <sup>**3)</sup>
	4	1331.49±226.75 <sup>aAB</sup>	1228.75±186.47 <sup>abB</sup>	1095.69±137.13 <sup>bB</sup>	5.989 <sup>**</sup>
	6	1422.62±258.03 <sup>aA</sup>	1384.72±226.88 <sup>aA</sup>	1216.97±143.96 <sup>bA</sup>	3.663 <sup>*</sup>
	8	1462.47±274.86 <sup>aA</sup>	1433.82±311.12 <sup>aA</sup>	1312.64±193.38 <sup>aA</sup>	1.547
	F-value	37.050 <sup>***</sup>	26.636 <sup>***</sup>	41.818 <sup>***</sup>	
Chewiness	0	470.57±88.33 <sup>bC</sup>	508.15±60.10 <sup>abD</sup>	520.26±69.18 <sup>aC</sup>	2.874
	2	892.98±114.68 <sup>abB</sup>	776.45±81.89 <sup>bC</sup>	790.82±96.50 <sup>bB</sup>	6.370 <sup>**</sup>
	4	967.90±161.91 <sup>aAB</sup>	900.62±125.60 <sup>abB</sup>	815.03±90.31 <sup>bAB</sup>	5.259 <sup>*</sup>
	6	1049.95±189.26 <sup>aA</sup>	1013.07±167.62 <sup>abAB</sup>	913.22±103.38 <sup>bAB</sup>	2.851
	8	1085.77±209.54 <sup>aA</sup>	1049.43±233.85 <sup>aA</sup>	970.59±140.10 <sup>aA</sup>	1.495
	F-value	37.701 <sup>***</sup>	26.025 <sup>***</sup>	49.915 <sup>***</sup>	
Adhesiveness	0	-17.50±10.07 <sup>bA</sup>	-15.10±3.33 <sup>abA</sup>	-12.11±0.80 <sup>aA</sup>	3.133
	2	-13.96±2.31 <sup>aA</sup>	-14.22±2.73 <sup>aA</sup>	-14.37±8.29 <sup>aA</sup>	2.036
	4	-14.08±2.26 <sup>aA</sup>	-14.53±2.04 <sup>aA</sup>	-13.63±7.23 <sup>aA</sup>	0.261
	6	-15.63±3.78 <sup>bA</sup>	-14.06±1.25 <sup>abA</sup>	-12.52±1.72 <sup>aA</sup>	5.432 <sup>**</sup>
	8	-14.26±4.27 <sup>aA</sup>	-13.97±1.21 <sup>aA</sup>	-12.58±2.34 <sup>aA</sup>	1.578
	F-value	1.169	0.495	0.583	
Springiness	0	0.87±0.02 <sup>aB</sup>	0.87±0.03 <sup>aA</sup>	0.86±0.02 <sup>aB</sup>	0.523
	2	0.88±0.02 <sup>aAB</sup>	0.87±0.02 <sup>aA</sup>	0.88±0.01 <sup>aA</sup>	0.439
	4	0.87±0.01 <sup>bB</sup>	0.87±0.02 <sup>bA</sup>	0.89±0.02 <sup>aA</sup>	5.074 <sup>*</sup>
	6	0.88±0.02 <sup>abAB</sup>	0.87±0.02 <sup>bA</sup>	0.89±0.01 <sup>aA</sup>	4.037 <sup>*</sup>
	8	0.88±0.02 <sup>aA</sup>	0.87±0.02 <sup>aA</sup>	0.88±0.01 <sup>aA</sup>	1.185
	F-value	2.438	0.179	8.590 <sup>***</sup>	
Cohesiveness	0	0.84±0.02 <sup>aA</sup>	0.84±0.01 <sup>abB</sup>	0.83±0.01 <sup>bB</sup>	4.248 <sup>*</sup>
	2	0.84±0.01 <sup>bA</sup>	0.86±0.01 <sup>aA</sup>	0.85±0.01 <sup>bA</sup>	6.083 <sup>**</sup>
	4	0.84±0.01 <sup>aA</sup>	0.84±0.02 <sup>abB</sup>	0.84±0.01 <sup>aA</sup>	0.747
	6	0.84±0.01 <sup>abA</sup>	0.84±0.01 <sup>bB</sup>	0.85±0.01 <sup>aA</sup>	2.756
	8	0.84±0.01 <sup>aA</sup>	0.84±0.01 <sup>abB</sup>	0.84±0.01 <sup>aA</sup>	0.672
	F-value	1.142	5.849 <sup>***</sup>	6.178 <sup>***</sup>	

<sup>1)</sup>Mean±S.D.

<sup>2)</sup>Different letters within the same row (a-c) and column (A-C) differ significantly ( $p < 0.05$ ).

<sup>3)</sup>\* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$  \*\*\* $p < 0.001$ .

CON : NO treatment EOH: 10sec immersion in 75% alcohol HMT: Hydrothermal treatment (100°C, 40 min)

와 효모, *Salmonella*와 *E. coli*, *Staphylococcus aureus*의 측정결과는 <Table 6>에 나타내었다. 총균수 측정결과 저장 초기에 대조군과 HMT군은 2.18 log CFU/g, EOH군은 2.93 log CFU/g으로 나타났으나 대조군은 저장 6일째 7.67 log CFU/g, EOH군은 저장 8일째에 6.07 log CFU/g로 증가하였다. HMT군은 저장 8일째에서도 4.52 log CFU/g를 나타내어 대조군과 EOH군의 저장 4일째 수준보다 낮게 측정되었다. 곰팡이와 효모 측정결과에서 EOH군은 제조 당일부터 2.26 log CFU/g으로 나타났고 대조군은 저장 2일째에 2.13 log CFU/g으로 처음 나타났으나 HMT군은 저장기간 동안 곰팡이와 효모가 측정되지 않았다. *Salmonella*와 *E. coli*,

*Staphylococcus aureus*는 모든 군과 저장기간에서 발견되지 않았다. EOH군의 경우 대조군 보다 총균수에서 낮은 값을 나타내었는데 이는 키토산과 주정처리에 관한 연구(Lee et al. 2000)에서도 주정 처리한 떡이 무처리군에 비해 다소 높은 저장성을 나타내 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었다. HMT군은 저장 8일차까지 총균수 4.52 log CFU/g로 가장 낮은 값을 나타냈고 곰팡이와 효모도 측정되지 않았다. 떡볶이 떡 가열 살균 연구(Jung et al. 2018)와 떡볶이 떡의 미생물 안전성 및 식감 향상을 위한 증숙 처리(Cheon et al. 2017)에서도 떡볶이 떡을 포장한 후 100°C로 가열 시 미생물 생육의 현저한 감소가 관찰되어 본 연구와 비슷한 경향

<Table 6> Microbiological properties of *Tteokbokki Tteok* with different treatment and storage period (unit: log CFU/g)

	Days	CON	EOH	HMT
Total plate count	0	2.18	2.93	2.18
	2	3.21	3.47	3.78
	4	5.92	4.83	4.19
	6	7.67	5.56	4.38
	8	7.66	6.07	4.52
Yeast & Mold	0	ND <sup>1)</sup>	2.26	ND
	2	ND	3.23	ND
	4	2.13	3.43	ND
	6	4.68	5.45	ND
	8	5.41	6.06	ND
<i>Salmonella</i> spp.	0	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	4	ND	ND	ND
	6	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND
<i>E. coli</i>	0	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	4	ND	ND	ND
	6	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND
<i>S. aureus</i>	0	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
	4	ND	ND	ND
	6	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>N.D.=Not Detected.

CON : NO treatment EOH: 10sec immersion in 75% alcohol HMT: Hydrothermal treatment (100°C, 40 min)

을 나타내었다. Choen et al.(2017)은 100°C 이상에서 살균하는 경우 미생물 구성 단백질이 열변성하여 영양세포를 사멸하는 효과가 있음을 보고하였다. 본 연구에서도 HMT군이 총 균수와 곰팡이와 효모 측정에서 낮은 값을 나타내는 것은 쌀가루의 수분-열처리가 미생물의 성장을 현저하게 감소시킨 것으로 사료된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 수분-열처리와 주정처리를 한 떡볶이 떡의 저장 중 품질변화를 수분, pH, 색도, 기계적 조직감 등 품질 특성과 미생물 특성을 통해 살펴보았다. 떡볶이 떡의 제조직 후 수분함량은 HMT군이 가장 낮게 측정되었지만 저장 8일차 까지 유의적인 차이 없이 유지하는 경향을 나타내었다. 반면, 대조군과 EOH군은 저장기간이 증가함에 따라 수분이 감소하는 결과를 나타내었다(p<0.05). 떡볶이 떡의 pH는

HMT군이 가장 높게 측정되었고 대조군과 HMT군에서는 저장기간에 따른 pH의 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 EOH군은 저장 2일차부터 pH가 감소하는 결과를 보였다 (p<0.05). 떡볶이 떡의 색도 측정결과 명도를 나타내는 L값은 저장기간이 증가함에 따라 모든 군에서 증가하는 경향을 보였으며 적색도를 나타내는 a값은 HMT군이 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 가장 높은 값을 나타내었다. 조직감 측정 결과에서 경도와 씹힘성은 제조 직후 HMT군이 가장 높은 것으로 나타났으며 모든 군은 저장기간이 길어지면서 수분함량이 감소함에 따라 경도와 씹힘성이 증가하는 경향을 나타내었다. 부착성과 탄력성은 처리군 간 유의적인 차이가 없었으며 응집성은 EOH군이 가장 높은 것으로 나타났다. 떡볶이 떡의 미생물 특성 결과, 총 균수는 HMT군이 저장 8일차에 4.52 log CFU/g로 대조군과 EOH군의 저장 4일째 수준 보다 낮게 측정되었고 효모와 곰팡이도 저장기간 동안 측정되지 않아 쌀가루의 수분-열처리가 떡볶이 떡의 미생물의 성장 지연에 효과가 있는 것으로 나타났다. 본 연구결과를 통해 떡볶이 떡의 제조 시 쌀가루의 수분-열처리가 미생물의 성장을 지연시켜 저장성을 늘리고 떡볶이 떡의 품질에도 긍정적인 영향을 주었다.

#### 저자 정보

최해연(공주대학교 외식식품학과, 교수, 0000-0003-4569-7924)

김진성(공주대학교 외식식품학과, 학석사 연계과정, 0000-0003-3190-5497)

고은성(공주대학교 외식식품학과, 학석사 연계과정, 0000-0003-1649-4060)

우혜은(공주대학교 외식식품학과, 학석사 연계과정, 0000-0002-3659-2680)

박종대(한국식품연구원, 책임 연구원, 0000-0003-1797-6045)

성정민(한국식품연구원, 선임 연구원, 0000-0003-1464-2648)

#### Acknowledgments

This research was supported by Agri-Food Export Business Model development Program (319090-3) and Innovative Food Product and Natural Food Materials Development Program (319044-3) by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA).

#### Conflict of Interest

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

## References

- Ahn GJ. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduk* prepared with amount of purple sweet-potato powder. *Korean J. Cul. Res.*, 16(1):127-136
- Cham S, Suwannaporn P. 2010. Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality. *J. Cereal Sci.*, 51:284-291
- Cheon HS, Cho WI, Lee SJ, Chung MS, Cho JB. 2017. Acidic and steaming treatments of *Tteokbokki* rice cake to improve its microbial and textural properties. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 49(5):502-506
- Horndok R, Noomhorm A. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT-Food Sci. and Technol.*, 40(10):1723-1731
- Hwang MY, No JH, Shin MS. 2020. Effects of heat-moisture treatment on functional properties of high amylose rice starches with different crystalline types. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 52(1):31-39
- Hwang SJ, Ahn JC. 2008. Quality characteristics of *jeolpyon* containing *Astragalus membranaceus* extract. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 24(2):266-271
- Jang JH, Jang JS, Lee SY, Kim HS, Kang SM, Park JH. 2003. Growth inhibition effects of ethanol and sodium chloride on *Bacillus cereus*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35(5):998-1002
- Jung HB, Yu CR, Park HW, Yoon WB. 2018. Effect of acid soaking and thermal sterilization on the shape and quality characteristics of *Tteokbokki* rice cake. *Korean J. Food Nutr.*, 31(5):737-750
- Jung KI, Bang HJ, Boo HJ, Choi YJ. 2019. Quality characteristics of *topokkidduk* added with enteromorpha intestinalis powder. *Korean. Soc. Life Sci.*, 29(5):588-595
- Kang HJ, Kum JS, Jung JH, Li JK. 2011. Effect of number of extrusions on *topokkidduk* quality. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(11):1612-1616
- Kang HJ, Lee JK, Lim JK. 2012. Quality characteristics of *topokki garaedduk* with different moisture ratios. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(4):561-565
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS. 2013. Effect of grapefruit seed extracts and acid regulation agents on the qualities of *topokkidduk*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 42(6): 948-956
- Kim MS, Park JD, Lee HY, Park SS, Kum JS. 2012. Changes in the quality characteristics of *topokkidduk* prepared with garlic powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 47(7):982-987
- Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping time. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(8): 1076-1083
- Lee JK, Jeong JH, Lim JK. 2011. Quality characteristics of *topokki garaedduk* added with ginseng powder. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(3):426-434
- Lee JK, Jeong JH, Lim JK. 2012. Quality characteristics of *topokki dduk* with respect to added whole soybean curd (*chum-tofu*) by different storage time. *Koean J. Food Cookery Sci.*, 28(2):111-121
- Lee JW, Lee HH, Rhim JW. 2000. Shelf life extension of white rice cake and wet noodle by the treatment with chitosan. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32(4):828-833
- Lorlwhakarn K, Naivikul O. 2006. Modification of rice flour by heat moisture treatment (HMT) to produce rice noodles. *Kasetsart J.*, 40:135-143
- Park TK. 2017. Quality characteristics of *Tteokbokki tteok* added with dried vegetable. Master's degree thesis. Kyungpook National University, Daegu, Korea. pp 1-2, 23
- Ra HN, Cho YS, Hwang Y, Jang HW, Kim KM. 2020. Effect of acidulant treatment on the quality and storage period of *topokkidduk*. *J. Korean Soc. Food Culture*, 35(6):613-618
- Seo HI, Kim CS. 2011. Pasting properties and gel strength of non-waxy rice flours prepared by heat-moisture treatment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(2):196-204
- Seo HI, Ryu BM, Kim CS. 2011. Effect of heat-moisture treatment of domestic rice flours containing different amylose contents on rice noodle quality. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(11):1597-1603
- Zavareze ER, Halal SLM, Santos DG, Helbig E, Pereira JM, DiasARG. 2012. Resistant starch and thermal morphological and textural properties of heat-moisture treated rice starches with high-medium and -low amylose content. *Starch/Stärke.*, 64(1):45-54
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. 2021. Processed food market status: Rice processed food. 2021. Available from: <https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=3659&page=&searchKey=&searchString=&searchCategory=p60-62> [Accessed 2021.04.01]

Received May 25, 2021; revised June 17, 2021; accepted June 30, 2021