

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 품질 특성

김진성¹ · 최진희¹ · 최해연^{1,*}
¹국립 공주대학교 외식식품학과

Quality characteristics of Jeung-pyun with different amount of Makgeolli

Jin-Seong Kim¹, JinHee Choi¹, and Hae-Yeon Choi^{1,*}

¹Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University

Abstract In this study, the quality characteristics of Jeung-pyun with different amounts of Makgeolli (50, 100, 150, and 200 mL) were investigated, and standardization of the Jeung-pyun production process is suggested. Higher Makgeolli contents resulted in an increase in Jeung-pyun qualities such as the b value, air cell size, springiness, and cohesiveness, whereas Jeung-pyun characteristics such as the L values, pH, number of air cells, hardness, and gumminess significantly decreased. The specific volume was highest following method M-150, and the expansion rate was lowest following method M-200. Altering the Makgeolli content did not significantly differ in moisture content and b values. In the sensory evaluation results, the M-150 method produced the highest-ranking results for all tested items (i.e., overall acceptability, appearance, flavor, taste, and texture). Therefore, this study suggests that Jeung-pyun produced with the M-150 mixing ratio has excellent quality and sensory characteristics. Furthermore, the results of this study can be used as preliminary data for the standardization of Jeung-pyun production.

Keywords: Jeung-pyun, Makgeolli, Image J, quality characteristics, standardization

서 론

쌀은 세계 주요 국가에서 중요한 식량 작물이자 식품으로 예로부터 우리나라에서도 주로 주식으로 소비되어 왔으며, 쌀을 제분해 분말화한 쌀가루는 떡류, 이유식 등의 가공식품의 원료로 사용되고 있다(Shin 등, 2017). 그러나 최근 빵, 육류 등의 주식 대체식품과 즉석 가공식품이 다양해지고 식생활이 서구화됨에 따라 우리나라 쌀 소비량이 2008년에 80.3 kg에서 2017년에는 61.8 kg으로 지속적으로 감소하고 있는 추세이다(Lee와 Lee, 2012). 이에 따라 쌀 소비 촉진을 위한 방안으로 쌀 가공성 개선 및 쌀을 이용한 다양한 가공품 개발이 요구되고 있다(Park 등, 2019). 또한, 밀의 글루텐은 알레르기 질환인 셀리아병을 유발하는 것으로 알려져 있는데(Kim 등, 2013), 그에 반해 쌀은 글루텐을 가지지 않아 알레르기 반응을 일으키지 않고 낮은 단백질, 식이섬유, 나트륨의 함량과 높은 소화성 탄수화물 함량으로 인해 소화가 용이하며(Nishita 등, 1976) 부드러운 맛, 저자극성, 무색 등의 특징으로 글루텐 프리 제품 생산에 적합한 곡물 중 하나이다(Demirkesen 등, 2010).

증편은 우리나라의 떡 중에서 발효과정을 거치는 유일한 떡으로, 쌀가루에 막걸리를 첨가하여 발효시킨 다음 찌서 만드는 전

통 발효식품이다(Lee와 Lee, 2016). 증편은 발효과정 중에 생성된 유기산에 의해 신맛과 단맛을 내며(Choi 등, 1996), pH가 4-5 정도로 낮아지고 내산성 미생물인 효모와 젖산균을 제외한 잡균, 병원성 세균의 성장을 억제하여 저장성이 우수한 식품이다(Sim 등, 2018). 증편의 주재료인 쌀가루는 밀가루와 달리 글루텐과 같은 점탄성 물질이 결핍 되어 가스 포집력이 약하며, 이로 인해 빵과 같은 다공성 조직을 갖기 어렵다(Oh와 Oh, 2009). 그러나 증편의 경우 발효과정을 거치는 제조과정 중 다공질의 조직을 가지게 되어 글루텐 형성능을 지닌 밀가루로 만드는 빵과 매우 유사한 조직감을 가진다는 특징이 있으며(Lee와 Kim, 2018), 서구화된 입맛에 익숙해져 있는 현대인들이 쉽게 수용할 수 있다(Park과 Suh, 1996).

증편에 관한 선행연구로는 더치커피 추출물을 첨가한 증편(Lee와 Kim, 2019), 블루베리 분말 첨가 증편(Lee와 Kim, 2018), 잣곡을 첨가한 증편(Sim 등, 2018), 머랭을 이용하여 제조한 녹차 증편(Park, 2017), 자색고구미를 첨가한 증편(Choi와 Chung, 2017), 현미와 다시마 분말을 첨가한 증편(Lee와 Lee, 2016) 연구 등 기능성 재료를 첨가한 증편의 품질 특성에 대한 연구가 대부분이며, 증편의 주재료인 쌀 품종에 따른 품질 특성연구로 품종과 제분 방법 및 발효시간에 따른 증편의 품질 특성(Park 등, 2019), 품종 및 입자 크기별 건식 쌀가루를 이용한 증편의 품질 특성(Park 등, 2018), 다수성 및 가공용 쌀 품종을 이용한 증편의 품질 특성(Choi 등, 2013) 연구 등이 있으나 증편의 표준화를 위한 제조 조건에 따른 품질 특성 연구는 미흡한 실정이다. 증편은 발효 온도와 시간, 재료의 배합비가 맞지 않으면 잘 부풀지 않고 특유의 조직감을 갖지 못하기 때문에(Lee와 Lee, 2012) 증편의 제조 표준화를 위한 연구가 요구된다. 또한, 증편과 유사한 조직감을 가진 빵은 경도가 낮아질수록 품질에 바람직한 영향을 미

*Corresponding author: Hae-Yeon Choi, Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan, Chungnam 32439, Korea
Tel: *** - **** - ****
Fax: +82-41-330-1509
E-mail: prochoi@kongju.ac.kr
Received February 23, 2022; revised March 21, 2022;
accepted March 21, 2022

치는데(Lee와 Kim, 2010), 경도는 기공의 발달 정도와 부피 등에 영향을 받는다(Park 등, 2019). 이에 따라 제과제빵 분야에서는 테프 첨가량을 달리한 sourdough bread (Kim과 Yoon, 2020), 물의 종류에 따른 식빵(Kim 등, 2018), 다양한 곡류의 sourdough를 첨가한 식빵(Lee와 Park, 2015)의 품질 특성 연구 등 이미지 분석 프로그램을 통한 제품의 단면 및 기공 관찰에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 반면 비슷한 조직감을 가진 증편은 관련 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 증편의 발효 효모 급원인 막걸리의 첨가량을 달리하여 제조한 증편의 기공을 Image J를 활용해 관찰하고 품질 특성과 관능적 특성을 평가해 품질이 우수하고 소비자의 기호에 알맞은 증편을 개발하고자 하였으며, 증편제조 표준화의 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 쌀가루는 산들햇살(Rice flour, Sandeulbonga, Sejong, Korea)의 습식 멥쌀가루를 사용하였고 막걸리는 홍주 생막걸리(Makgeolli, Hongju Makgeolli, Hong-Seong, Korea)를 시중에서 구입하여 사용하였다. 설탕(White sugar, CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 소금(Fine salt, CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea)은 예산 농협 하나로마트에서 구입하여 사용하였다.

증편제조

반죽의 배합 및 증편제조는 Yoon(2003)의 방법에 따라 예비실험을 통해 제조하였으며, 배합비와 제조 방법은 Table 1 및 Fig. 1에 나타내었다. 각각의 쌀가루를 건물량 기준으로 500 g, 설탕 100 g, 소금 5 g에 물과 막걸리의 합은 300 mL로 하여 막걸리를 각각 50, 100, 150, 200 mL 만큼 첨가하여 제조하였다. 쌀가루는 32 mesh의 체에 내려 준비하고, 40°C 물에 설탕과 소금을 넣고 잘 저어 녹여주었다. 막걸리는 27°C로 하여 설탕과 소금을 녹인 물에 넣고 살짝 저어준 뒤 준비해둔 쌀가루와 혼합하였다. 완성된 반죽은 incubator (LTI-700, Eyela, Tokyo, Japan)에서 37±1°C로 16시간 동안 1차 발효한 뒤 꺼내어 주걱으로 잘 섞어 가스를 빼고 다시 incubator에서 2차 발효를 37±1°C에서 2시간 한 후 가스를 빼냈다. 찜기(HY-2020, Hanyang guemsok, Pocheon, Korea) 내부의 온도를 약 35±3°C까지 올린 후 증편 반죽을 10×10×4.7 cm 실리콘 틀(WSK572, Sillymann, Seoul, Korea)에 25 g씩 계량하여 찜기에서 3차 발효를 20분간 하였다. 3차 발효가 완료되면 120°C로 20분간 쪄낸 후 10분간 뜸을 들이고 20분간 방냉했다.

수분함량

증편의 수분함량은 일정량의 시료를 잘라 적외선 수분 측정기(MJ33, Mettler toledo, Zurich, Swizerland)으로 측정하였으며 각각의 시료를 5회 반복 측정한 값을 평균값±표준편차로 나타내었다.

증편의 반죽 및 증편의 pH 측정

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 pH는 반죽의 제조 직후, 1차 발효와 2차 발효 후, 증편까지 총 4회 측정하였다. 증편 반죽의 pH는 반죽의 완료 시점에서 반죽 5g에 증류수 45 mL를 가하여 혼합한 것을 paper filter (Whatman No. 2, Whatman Ltd., Piscataway, NJ, USA)하여 pH meter (FEP-20, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)로 측정하였으며, 증편은 5g을 잘라 반죽과 같은 방법으로 측정하였다. pH는 각각 5회 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

Table 1. Ingredients of Jeung-pyun

Ingredient	Capacity			
	M-50	M-100	M-150	M-200
Rice powder (g)			500	
Sugar (g)			100	
Salt (g)			5	
Makgeolli (mL)	50	100	150	200
Water (mL)	250	200	150	100

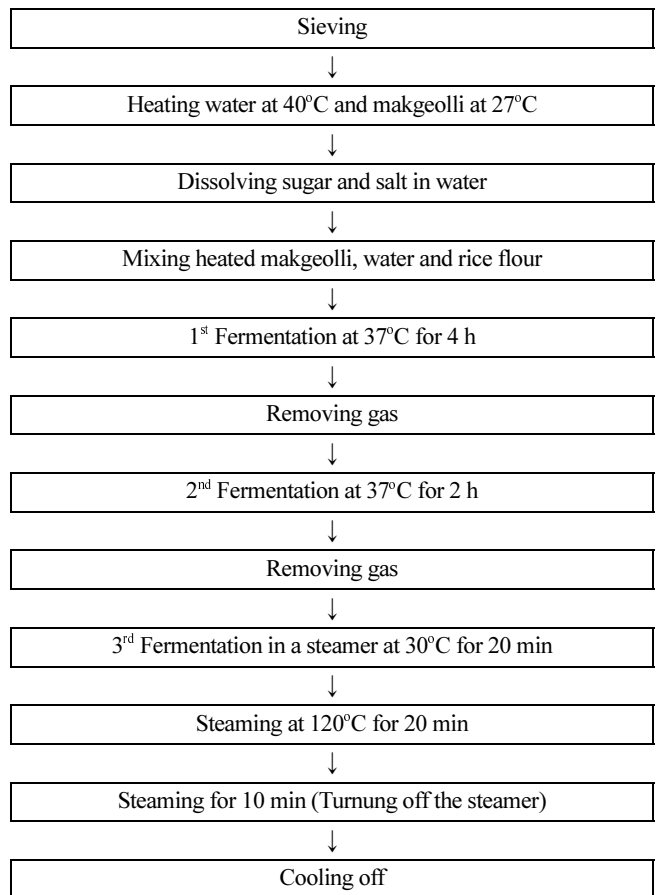


Fig. 1. Preparation procedure for Jeung-pyeon

증편의 색도 측정

증편의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 증편 외부 표면의 L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)을 측정하였다. 각 시료마다 10회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다. 이때 사용한 standard white surface는 L=94.65, a=-0.43, b=+4.12이다.

증편의 팽창률 및 비체적 측정

팽창률은 증편중심의 가장 높은 값과 양 옆 높이의 평균값을 캘리퍼를 이용해 측정한 다음 중심의 가장 높은 값(mm)/양옆 높이의 평균값(mm)×100로 하여 백분율로 나타내었다. 비체적은 증편은 1시간 방랭 후 중량을 측정하고 부피는 종자치환법을 이용하여 측정한 다음 증편의 중량에 대한 부피의 비로 나타내었다. 팽창률과 비체적은 10회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

$$\text{Extention ratio} = \frac{\text{중심의 가장 높은 값(mm)}}{\text{양옆 높이의 평균값(mm)}} \times 100$$

$$\text{Specific volume} = \frac{\text{부피(mL)}}{\text{중량(g)}}$$

증편의 단면 및 기공 개수 및 크기

증편의 단면 및 기공 개수 및 크기 측정은 Datta 등(2007)의 방법을 참고하여 예비실험을 통해 실시하였다. 증편의 단면은 떡의 종단면이 보이게 잘라 DSLR 카메라(EOS 7D, Canon Inc., Tokyo, Japan)로 찍어 관찰하였다. 기공의 개수 및 크기는 떡의 횡단면을 복합기(CLX-3185FW, Samsung, Suwon, Korea)의 스캔 기능을 이용하여 해상도 600 dpi로 스캔한 다음 500×500 pixel로 편집해 Image J program (Image J, National Institutes of Health, Nethesda, MD, USA)로 기공 수 및 크기를 분석하였다.

증편의 조직감 측정

증편의 조직감 측정은 증편을 2×2×2 cm³로 하여 수분이 증발되지 않도록 밀폐 폴리에틸렌 포장재에 보관하면서 Table 2의 조건으로 Texture Analyser (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)를 이용하여 측정하고 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 겹성(gumminess)의 값을 나타내었다. 각 실험군별로

Table 2. Measurement conditions for texture properties of Jeung-pyun using texture analyzer

Measurement	Value
Deformation	70%
Plunger diameter	75 mm f
Load cell	5.0 kg
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Trigger force	5.0 g

Table 3. Quality characteristics of Jeung-pyun containing various amounts of Makgeolli

Item	M-50	M-100	M-150	M-200	F-value	
Moisture contents	40.54±0.54 ^a	40.64±0.31 ^a	40.38±0.60 ^a	40.51±0.94 ^a	0.203	
pH	0 h	6.56±0.06 ^a	6.26±0.09 ^b	6.14±0.03 ^c	6.01±0.02 ^d	142.609***
	4 h	6.11±0.09 ^a	5.88±0.03 ^b	5.88±0.12 ^b	5.68±0.07 ^c	34.683***
	6 h	5.92±0.11 ^a	5.74±0.07 ^b	5.56±0.03 ^c	5.44±0.02 ^d	80.762***
	Jeung-pyun	6.34±0.03 ^a	6.01±0.13 ^b	5.78±0.19 ^c	5.75±0.12 ^c	34.082***
Color values	L	77.35±0.51 ^a	77.08±0.68 ^{ab}	76.81±0.51 ^{bc}	76.51±0.39 ^c	9.158***
	a	-1.87±0.09 ^a	-1.85±0.07 ^a	-1.85±0.07 ^a	-1.86±0.05 ^a	4.170
	b	2.44±0.28 ^d	3.45±0.37 ^c	4.02±0.30 ^b	4.46±0.20 ^a	175.820***

¹⁾M-50: Jeung-pyun with 50 mL Makgeolli, M-100: Jeung-pyun with 100 mL Makgeolli, M-150: Jeung-pyun with 150 mL Makgeolli, M-200: Jeung-pyun with 200 mL Makgeolli

²⁾Mean±SD

^{3)a-d}Values with different letter (a-d) within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

⁴⁾ $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

20회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

관능검사

증편의 관능검사는 연령대가 동일한 패널 30명을 선정하여 사전교육을 통해 실험목적과 평가항목에 대해 충분히 인지시킨 후 관능검사를 실시하였다. 시료는 제조 후 1시간 실온에서 방랭한 것을 2×2×2 cm³의 일정한 크기의 정육면체 모양으로 하여 흰색 폴리에틸렌 접시에 담아 난수표를 이용하여 세 자리 숫자를 부착하여 동시에 제공하였고, 평가항목으로는 전반적인 기호도(overall preference), 외관(appearance) 및 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture)을 7점 척도법을 이용하여(1점: 매우 싫어한다, 7점: 매우 좋아한다) 소비자 기호도에 대해 평가하도록 하였다. 본 연구의 관능검사는 공주대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 그 규정에 따라 실행하였다(Approval Number: IRB_2021-100).

통계처리

통계분석은 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.

결과 및 고찰

증편의 수분함량

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 수분함량은 Table 3에 나타내었다. 증편의 수분함량은 40.38-40.64%로 측정되었으며 막걸리의 첨가량에 따른 수분함량의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lee와 Kim(2019)은 더치커피 추출물 첨가 증편연구에서 증편 제조 시 전체 재료 중 액체인 재료의 총량이 일정하면 수분함량에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서도 모든 군의 액체 재료인 물과 막걸리의 합이 300 mL로 일정하여 수분함량에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다. 블루베리 분말 첨가 증편 연구(Lee와 Kim, 2018)와 머랭을 이용한 녹차증편 연구(Park, 2017)에서도 증편 제조 시 물과 막걸리의 총량이 일정하였고 증편의 수분함량에 큰 영향을 미치지 않아 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

증편의 pH

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 반죽과 증편의 pH를 측정 한 결과는 Table 3에 나타내었다. 반죽 직후, 1차 발효 후(4 h), 2차 발효 후(6 h)와 증편의 pH는 각각 6.01-6.56, 5.68-6.11, 5.44-5.92, 5.75-6.34로 나타났다. 본 실험에 사용된 막걸리의 pH는 4.33이었으며, 증편 반죽 및 증편의 pH는 막걸리 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다($p < 0.001$). 이러한 결과는 막걸리의 낮은 pH에 의한 것으로 사료되며 주박 추출물 분말 첨가 증편 연구(Ko와 Sim, 2014)와 더치커피 추출물을 첨가한 증편 연구(Lee와 Kim, 2019)에서도 pH가 낮은 재료의 첨가량이 증가할수록 증편의 pH가 낮다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 한편, 증편 반죽의 pH는 모든 군에서 발효가 진행됨에 따라 감소하고 증숙 과정 이후 다시 증가하였다. 막걸리의 발효진행 경향을 예측할 수 있는 지표로 pH를 활용하는데 pH는 유기산의 종류 및 농도에 영향을 받는다(Song 등, 1997). 막걸리에서 검출되는 유기산으로는 lactic acid, acetic acid, citric acid 등이 있으며(Lee 등, 2011) 막걸리에 의한 발효가 진행될수록 총산 함량이 증가하며 이로 인해 낮은 pH를 나타낸다(Han 등, 1997). 본 연구에서도 M-200군의 반죽 및 증편의 총산 함량 많아 pH가 가장 낮고 발효가 가장 많이 진행됐음을 알 수 있으며, 이에 따라 발효과정 중 미생물에 의한 CO₂ 발생량도 가장 많은 것으로 사료된다. 증숙 과정 후 pH가 다시 증가하는 현상은 증숙 중 온도의 상승이 효소작용을 활발하게 하고 유기산, 유리아미노산 등의 변화와 함께 고온에서 발생하는 성분들의 상호 반응 등이 복합적으로 작용해 일어난 결과로 보고되었다(Park과 Suh, 1996). 또한, 증편의 발효 과정 중 반죽의 pH변화에 대한 연구(Park과 Suh, 1994)에서는 증편 반죽에 첨가된 탁주에서 이행된 젖산균에 의해 발효 과정 중 pH가 지속적으로 감소했으며, 현미 증편의 품질 특성 연구(Jeong 등, 2011)에서는 발효가 완료된 반죽의 pH에 비해 증숙 후의 pH가 높아졌다고 보고하여, 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

증편의 색도

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 색도는 Table 3에 나타내었다. 증편의 명도를 나타내는 L값은 76.51-77.35로 측정되었으며 막걸리의 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p < 0.001$). a값(+red/-green)은 -1.87- -1.86으로 측정되었으며 막걸리 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. b값(+yellow/-blue)은 2.44-4.46으로 측정되어 막걸리의 첨가량이 증가할수록 증가하였다($p < 0.001$). Yoon 등(2003)은 막걸리 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하고 b값이 증가하는 것을 막걸리 고유의 색에 의한 것으로 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서도 막걸리에 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하고 b값이 증가한 것은 원재료인 막걸리의 색이 반영되었기 때문인 것으로 사료된다. 막걸리 사워도우로 제조한 식빵 연구(Yoo 등, 2017)에서 막걸리의 첨가량이 증가하면 L값이 감소하고 a값은 유의적인 차이를 보이지 않으며 b값은 높아진다고 하였으며, 막걸리를 첨가한 설기떡 연구(Sim 등, 2014)에서는 막걸리를 첨가하면 L값은 감소하고 b값은 증가한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

비체적 및 팽창률

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 비체적 및 팽창률은 각각 Fig. 2와 Fig. 3에 나타내었다. 증편의 비체적은 1.17-1.30로 측정되었으며, 첨가량이 증가할수록 증가하다가 M-150에서 최대치를 기록하고 감소하였으나 M-150과 M-200간 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). 증편의 팽창률은 151.48-158.24로 측정되었으

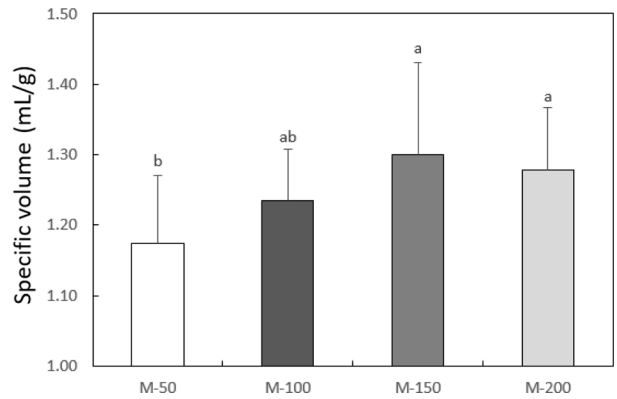


Fig. 2. Specific volume of Jeung-pyun containing various amounts of Makgeolli. Means with different letters (a-b) within the same activity are significantly different ($p < 0.05$).

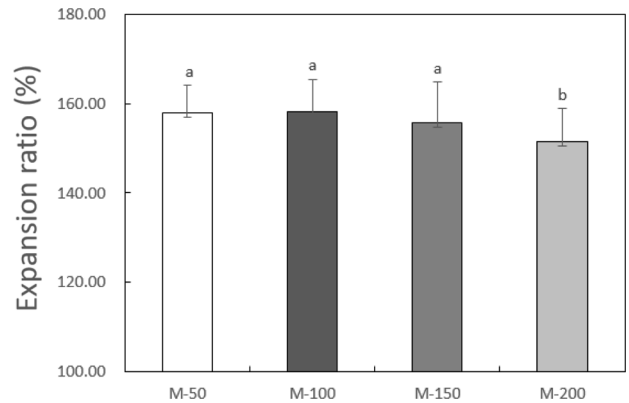


Fig. 3. Expansion ratio of Jeung-pyun containing various amounts of Makgeolli. Means with different letters (a-b) within the same activity are significantly different ($p < 0.05$).

며 M-200이 가장 낮게 측정되었고 M-200을 제외한 다른 군간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). Oh와 Oh(2009)는 rice sourdough를 첨가한 증편 연구에서 유산균에 의해 생성된 물질과 증편반죽 내의 쌀 전분의 상호작용으로 망상구조가 형성되어 CO₂를 포집하고 그로 인해 증편의 부피 및 높이가 증가한다고 보고하였으며, Lee 등(2011)은 막걸리에 효모 및 유산균과 그에 의해 생겨난 다양한 유기산을 포함하고 있다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서도 막걸리의 유산균과 쌀 전분의 상호작용으로 생성된 망상구조가 발효과정 중 미생물에 의해 발생된 CO₂를 포집하여 증편의 부피가 증가하고 비체적이 증가한 것으로 사료된다. 한편 증편의 부피가 증가하다가 다시 감소하는 현상은 미생물에 의해 생성된 CO₂의 팽압에 의해 증편 및 증편 반죽의 망상구조가 붕괴되기 때문이라고 보고되었으며(Na 등, 1997), 반죽이 많이 팽창하더라도 가스의 보유력이 부족하면 증편의 부피가 감소할 수 있다(Jang과 Park, 2007). Oh와 Oh(2009)의 Rice Sourdough를 첨가한 증편의 품질 특성연구와 Park 등(2019)의 발효시간에 따른 증편의 품질 특성연구에서도 발효과정 중 생성된 CO₂에 의한 망상구조의 붕괴로 증편의 부피가 증가하다가 감소한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

증편의 단면 및 기공관찰

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 단면을 관찰하여 Fig. 4에 나

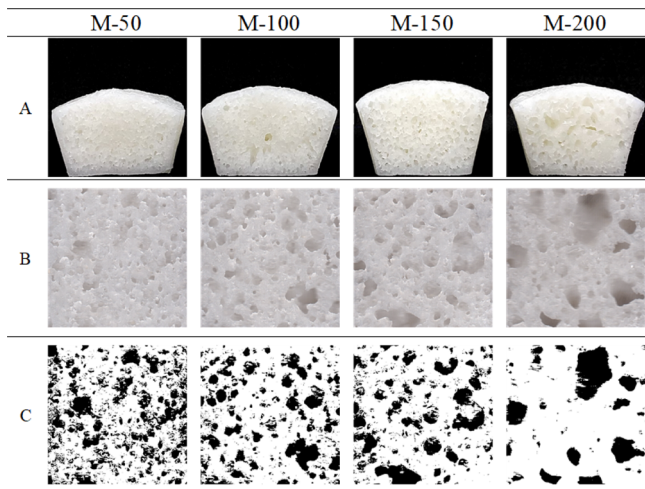


Fig. 4. Appearance of cross section on Jeung-pyun containing various amounts of Makgeolli. A: Photograph of cross section on Jeung-pyun, B: Scanned image of cross section on Jeung-pyun C: Threshold image of cross section on Jeung-pyun using Image J.

타내었으며, 기공수와 기공크기는 각각 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. 기공수는 139.29-210.78로 측정되었으며 막걸리의 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p < 0.01$). 기공의 크기는 0.41-0.81 mm²로 측정되었으며 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다($p < 0.01$). Oh와 Oh(2009)는 쌀을 주재료로 하는 떡은 빵과 같은 다공성 조직을 형성하기 어렵지만 발효과정을 거치는 떡인 증편은 막걸리 내의 젖산균, 유산균에 의해 생성된 유기산과 쌀 전분과의 상호작용으로 망상구조를 형성할 수 있으며 가스 포집력을 가져 기공을 형성하게 되고 이 과정에서 증편 특유의 식감과 향이 부여된다고 보고하였다. 본 연구에서도 막걸리 첨가량이 증가함에 따라 기공크기는 커지고 기공수가 감소한 것은 막걸리 첨가량의 증가에 따라 CO₂의 생성이 많아졌기 때문인 것으로 사료되며, 이는 Yoo 등(2017)의 막걸리 사워도우 첨가 식빵연구, Park과 Suh(1997)의 발효시간에 따른 증편 연구에서도 발효가 많이 진행될수록 기공이 커지고 수는 감소하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 한편 Ko와 Sim(2014)은 주박 추출물 첨가 증편연구에서 쌀의 경우 신축성과 탄력성의 부족으로 많은 양의 CO₂ 발생 시 기공이 허물어지고 뚫려지는 현상이 발생한다고 하였으며 Tsai 등(2012)은 쌀죽을 첨가한 빵 연구에서 빵의 발효 및 굽는 과정 중 기공벽에 가해지는 가스의 압력이 잘 유지되어야 팽창률이 향상되고 부피가 증가하며 이는 품질향상에도 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 따라서 본 연구에서도 신축성과 탄력성이 부족한 쌀이 발효과정 중 생성된 많은 양의 CO₂를 포집하지 못해 허물어져 기공의 크기가 커진 것으로 보이며, 본 실험의 비체적 및 팽창률 실험 결과에도 영향을 미친 것으로 사료된다.

증편의 조직감

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 조직감 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 증편의 경도(Hardness)는 20.12-36.97 N으로 측정되었으며, 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다($p < 0.001$). Lee와 Kim(2010)은 증편과 조직감이 유사한 빵의 경도는 수분함량, 기공의 발달정도 등에 영향을 받는다고 보고하였다. 본 연구에서 막걸리 첨가량이 증가함에 따라 경도가 감소한 것은 기공의 크기가 커짐에 따라 나타난 결과로 사료되며 품종과 제분 방

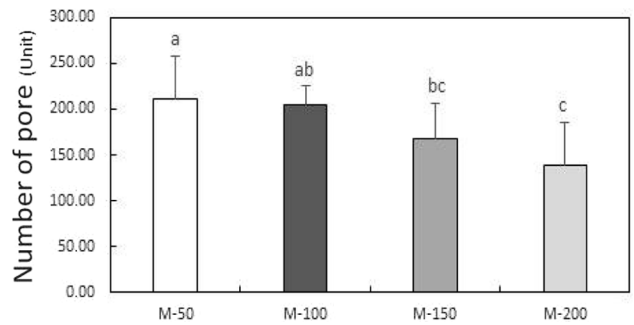


Fig. 5. The pore number of Jeung-pyun containing various amounts of Makgeolli. Means with different letters (a-c) within the same activity are significantly different ($p < 0.05$).

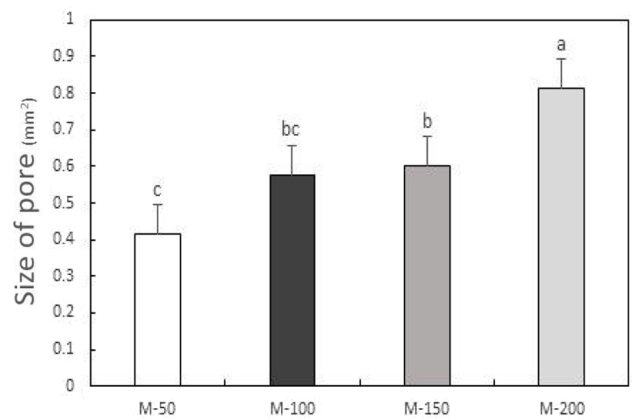


Fig. 6. The pore size of Jeung-pyun containing various amounts of Makgeolli. Means with different letters (a-c) within the same activity are significantly different ($p < 0.05$).

법 및 발효시간에 따른 증편 연구(Park 등, 2019)와 막걸리 사워도우로 제조한 식빵 연구(Yoo 등, 2017)에서도 유사한 경향을 나타내었다.

부착성(Adhesiveness)은 -354.29-271.62 J/cm로 측정되었으며 M-50군의 부착성이 가장 크게 측정되었다($p < 0.01$). 증편의 탄력성(Springness)과 응집성(Cohesiveness)은 각각 0.51-0.89, 0.42-0.50으로 측정되었으며 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다($p < 0.001$). 응집성은 식품의 형태를 구성하는 내부 결합에 필요한 힘으로 증편의 차진 정도와 관련이 있으며, 탄력성은 증편 발효 시 생성된 망상구조에 영향을 받는다(Na 등, 1997). 씹힘성은 7.86-8.95 N·mm로 측정되었으며 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였지만, 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 검성(Gumminess)은 10.06-15.42 N로 측정되었으며 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으며($p < 0.001$) 이는 막걸리 사워도우로 제조한 식빵의 품질 특성 연구(Yoo 등, 2017)와 유사한 경향을 나타내었다.

증편의 관능적 특성

막걸리 첨가량을 달리한 증편의 관능적 특성 결과는 Table 5에 나타내었다. 증편의 관능평가 결과 M-150이 전반적인 기호도, 외관, 향, 맛, 조직감에서 각 5.86, 5.14, 5.29, 5.86, 5.29로 검사를 실시한 모든 항목에서 가장 높은 점수를 나타내었다($p < 0.001$). 모든 항목에서 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 점수가 증가하다

Table 4. Texture analysis of Jeung-pyun containing various amounts of Makgeolli

Item	M-50	M-100	M-150	M-200	F-value
Hardness (N)	36.97±4.65 ^a	28.72±3.63 ^b	25.72±3.67 ^c	20.12±2.06 ^d	49.235***
Adhesiveness (J/cm)	-354.29±73.21 ^b	-268.58±52.75 ^a	-282.92±36.31 ^a	-271.62±76.97 ^a	5.100**
Springiness	0.51±0.09 ^d	0.65±0.07 ^c	0.73±0.13 ^b	0.89±0.04 ^a	37.216***
Cohesiveness	0.42±0.01 ^d	0.45±0.02 ^c	0.47±0.03 ^b	0.50±0.01 ^a	25.502***
Gumminess (N)	15.42±1.95 ^a	12.96±1.63 ^b	12.09±1.72 ^b	10.06±1.03 ^c	48.537***
Chewiness (N·mm)	7.86±0.99 ^b	8.42±1.06 ^{ab}	8.83±1.26 ^{ab}	8.95±0.91 ^a	2.467

¹⁾M-50: Jeung-pyun with 50 mL Makgeolli, M-100: Jeung-pyun with 100 mL Makgeolli, M-150: Jeung-pyun with 150 mL Makgeolli, M-200: Jeung-pyun with 200 mL Makgeolli

²⁾Mean±SD

^{3)a-d}Values with different letter (a-d) within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

⁴⁾* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

Table 5. Sensory characteristics of Jeung-pyun with various amounts of Makgeolli content

Sample ⁴⁾	Overall acceptability	Appearance	Flavor	Taste	Texture
M-50	4.43±0.75 ^c	4.29±0.72 ^c	4.00±0.77 ^c	4.14±1.28 ^b	4.14±1.39 ^b
M-100	5.29±0.72 ^b	5.00±0.77 ^{ab}	5.14±0.85 ^{ab}	5.57±0.51 ^a	5.00±0.77 ^a
M-150	5.86±0.65 ^a	5.14±0.85 ^a	5.29±1.06 ^a	5.86±1.01 ^a	5.29±0.71 ^a
M-200	4.71±0.90 ^c	4.57±0.75 ^{bc}	4.71±0.72 ^b	4.57±0.51 ^b	4.14±1.28 ^b
F-value	18.440***	10.513***	5.220**	14.657***	6.540**

¹⁾M-50: Jeung-pyun with 50 mL Makgeolli, M-100: Jeung-pyun with 100 mL Makgeolli, M-150: Jeung-pyun with 150 mL Makgeolli, M-200: Jeung-pyun with 200 mL Makgeolli

²⁾Mean±SD

^{3)a-d}Values with different letter (a-c) within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

⁴⁾** $p<0.01$, *** $p<0.001$

가 M-200에서 감소하는 경향을 나타내었는데 외관 및 조직감의 경우 과한 CO₂ 생산에 의한 망상구조의 붕괴와 부피 감소에 의한 것으로 사료되며 지나치게 많은 양의 막걸리를 첨가하면 특유의 이취와 독특한 맛에 의해 기호도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 사료된다. 주박 추출물 분말 첨가 증편 연구(Ko와 Sim, 2014)에서도 주박 20% 첨가군보다 5-15% 첨가군이 더 높은 기호도를 나타내 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 높은 기호도를 나타낸 M-150군이 증편의 품질 특성 및 기호도에 가장 바람직한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 증편의 발효효모의 급원인 막걸리의 첨가량을 달리하여(50, 100, 150, 200 mL) 증편의 품질 특성과 관능적 특성을 평가하고 증편제조 표준화의 기초자료를 제시하고자 하였다. 막걸리 첨가량을 달리한 증편의 수분함량은 막걸리의 첨가량에 따른 수분함량의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 반죽과 증편의 pH는 발효가 진행됨에 따라 감소하다가 증숙 후 증가하는 경향을 나타내었으며, 막걸리 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 증편의 L값은 막걸리의 첨가량이 증가할수록 감소하였고, a값은 막걸리 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, b값은 막걸리의 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 증편의 비체적은 막걸리 첨가량이 증가할수록 증가하다가 M-150에서 최대치를 나타내었으며, 증편의 팽창률은 M-200이 가장 낮게 측정되었고 M-200을 제외한 다른 군간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 기공수는 막걸리의 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 기공의 크기는 막걸리 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 증편의

경도는 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 부착성(Adhesiveness)은 M-50의 부착성이 가장 크게 측정되었다. 증편의 탄력성(Springness)과 응집성(Cohesiveness)은 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으며, 씹힘성은 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 검성은 막걸리의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 증편의 관능평가 결과 M-150이 검사를 실시한 모든 항목에서 가장 높은 점수를 나타내었다. 결론적으로, M-150군의 배합 비율로 증편을 제조하면 증편 내부의 기공형성이 가장 잘 이루어지고 특유의 식감과 향미를 부여하며, 이는 품질 특성 및 기호도에도 가장 바람직한 영향을 줄 것으로 사료된다. 또한, 본 연구는 향후 쌀 소비 촉진을 위한 다양한 증편연구에 기여할 수 있는 기초자료가 될 것으로 생각된다.

References

Choi ES, Chung LN. Quality characteristics of Jeung-pyun added with purple sweet potato. *J. Korean Soc. Food Cult.* 32: 323-331 (2017)

Choi YH, Jeon HS, Kang MY. Studies on processing aptitude of various additives on the preparation of Jeung-pyun. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 6: 85-92 (1996)

Choi CO, Shim KH, Nam JH, Chou OJ. The quality characteristics of Jeung-pyun using high yielding type rice and processing type rice. *Korean J. Community Living Sci.* 24: 221-231 (2013)

Datta AK, Sahin S, Sumnu G, Keskin SO. Porous media characterization of breads baked using novel heating modes. *J. Food Eng.* 79: 106-116 (2007)

Demirkessen I, Mert B, Sumnu G, Sahin S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. *J. Food Eng.* 96: 295-303 (2010)

Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation.

- Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
- Jang JS, Park YS. Changes in properties of *Jeung-pyun* prepared with the addition of milk. Korean J. Food Cook. Sci. 23: 354-362 (2007)
- Jeong SY, Park MJ, Lee SY. Quality characteristics of brown rice *Jeung-pyun*. J. Korean Soc. Food Cult. 26: 86-93 (2011)
- Kim YA, Ko JY, Yoo SR, Jang SJ, Kang SH, Han DW, Kim SH, Seo JH. Quality characteristics of white pan bread with different water types. Culi. Sci. & Hos. Res. 24: 104-112 (2018)
- Kim MS, Park JD, Lee HY, Kim JS. Effect of rice flour prepared with enzyme treatment on quality characteristics of rice cookies. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 1439-1445 (2013)
- Kim JM, Yoon HY. Quality characteristics of sourdough bread added different quantities of teff powder. Culi. Sci. & Hos. Res. 26: 30-44 (2020)
- Ko YS, Sim KH. Quality characteristics and antioxidant activity of *jeung-pyun* added with *ju-bak* powder. J. East Asian Soc. Diet. Life 24: 190-200 (2014)
- Lee HS, Kim SM. Quality characteristics of morning rolls added with *makgeolli* lees extract powder. J. Korean Soc. Food Cult. 25: 633-638 (2010)
- Lee J, Kim SM. Quality characteristics of Jeung-pyun manufactured with dutch coffee extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 48: 328-334 (2019)
- Lee KO, Kim KB. Quality characteristics of *jeungpyun* added with blueberry powder. Culi. Sci. & Hos. Res. 24: 96-104 (2018)
- Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SY, Kim GW. Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *makgeolli*. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 206-212 (2011)
- Lee HJ, Lee KH. Study of characteristics of Jeung-pyun with leavening agent. J. Korean Soc. Food Cult. 27: 751-758 (2012)
- Lee MW, Lee IS. Quality characteristics of *Jeungpyun* prepared with brown rice and sea tangle powder. Korean J. Food Cook. Sci. 32: 178-187 (2016)
- Lee KS, Park GS. Quality characteristics of bread containing sourdough using various grain flours. Korean J. Food Cook. Sci. 31: 264-279 (2015)
- Na HN, Yoon S, Park HW, Oh HS. Effect of soy milk and sugar addition to *jeungpyun* on physicochemical property of Jeungpyun batters and textural property of Jeungpyun. Korean J. Food Cook. Sci. 13: 484-491 (1997)
- Nishita KD, Roberts RL, Bean MM. Development of a yeast-leavened rice-bread formula. Cereal Chem. 53: 626-635 (1976)
- Oh CH, Oh NS. Quality characteristics of *Jeungpyun* prepared by rice sourdough. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 1215-1221 (2009)
- Park JH. Quality characteristics of green tea *Jeungpyun* made with meringue. Korean J. Food Cook. Sci. 33: 37-44 (2017)
- Park SR, Kim KM, Kim HS, Ra HN, Han GJ. Quality characteristics of *Jeung-pyun* using dry-milled rice flour prepared from different varieties with different particle sizes. J. Korean Soc. Food Cult. 33: 588-596 (2018)
- Park JW, Park GH, Choi SY, Kim MY, Lee YJ, Lee CK, Lee YR, Lee JS, Jeong HS. Quality characteristics of *Jeungpyun* based on variety milling method and fermentation time. Korean J. Food Sci. Technol. 51: 127-132 (2019)
- Park YS, Suh CS. Changes in pH, acidity, organic acid and sugar content of dough for Jeungpyun during fermentation. J. Korean Soc. Food Cult. 9: 329-333 (1994)
- Park YS, Suh CS. Changes in chemical properties of Jeungpyun product during fermentation. Korean J. Food Cook. Sci. 12: 300-304 (1996)
- Park YS, Suh CS. Changes in physical properties of *jeungpyun* during fermentation. J. Korean J. Food Cook. Sci. 13: 396-401 (1997)
- Shim EK, Kim HJ, Lee SJ, Kim MR. Quality characteristics of *ulg-idduk* added with *makgeolli*. J. Korean Soc. Food Cult. 29: 605-614 (2014)
- Shin DS, Lee EC, Choi JY, Oh SK, Park HY. Comparative analysis of quality properties by the particle size of rice flours according to cultivars. Korean J. Food Nutr. 30: 635-643 (2017)
- Sim SJ, Kweon M, Ryu HK. Quality characteristics of Korean steamed rice bread (*jeungpyun*) added with grains. Korean J. Community Living Sci. 29: 33-47 (2018)
- Song JC, Park HJ, Shin WC. Change of *takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 895-900 (1997)
- Tsai CL, Sugiyama J, Shibata M, Kokawa M, Fujita K, Tsuta M, Nabetani H, Araki T. Changes in the texture and viscoelastic properties of bread containing rice porridge during storage. Biosci. Biotechnol. Biochem. 76: 331-335 (2012)
- Yoon SH. Quality characteristics of *Jeungpyun* with different ratios of *makkulli* leaven to water. Korean J. Soc. Food Cook. Sci. 19: 11-16 (2003)
- Yoo BS, Yun CS, Kim HA, Chang YH. Quality characteristics of white bread made with *makgeolli* sourdough. Korean J. Food Cook. Sci. 33: 94-103 (2017)