



Research Article

Quality characteristics of *jeungpyeon* with different additions of *won-ju* (raw *makgeolli*)

원주의 첨가량을 달리한 증편의 품질 특성

Jin-Hee Choi¹, Ji-Hye Chu², Hae-Yeon Choi², Hee-Kyung Jeon³, Jong-Dae Park⁴, Jung-Min Sung^{4*}

최진희¹ · 추지혜² · 최해연² · 전희경³ · 박종대⁴ · 성정민^{4*}

¹Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Pocheon 11159, Korea

²Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

³Advanced Energy Materials and Components R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology, Busan 46938, Korea

⁴Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

¹대진대학교 식품영양학과, ²공주대학교 외식식품학과,

³한국생산기술연구원 에너지소재부품연구그룹, ⁴한국식품연구원 가공공정연구단

Abstract In this study, by replacing *makgeolli* in *jeungpyeon* manufacturing with *won-ju* (raw *makgeolli*) and standardizing the mixing ratio, it was intended to provide information that could suit consumers' tastes and utilize the added value of *won-ju* (R10, R20, R30, R40 means amounts of raw *makgeolli*). Raw *makgeolli* content did not significantly differ in moisture content. pH, L value, hardness and gumminess decreased with increasing addition of raw *makgeolli*, while the b value, adhesiveness, springiness, cohesiveness, and chewiness were increased. The specific volume was the highest following method R30, and the expansion rate was the lowest following method R40. The observation with Image J showed that as the amount of raw *makgeolli* increased, the pore size became larger, and the number of pores decreased. As for the sensory evaluation and results of *jeungpyeon*, the R30 group showed the highest score in all items (flavor, appearance, texture, taste, overall acceptability). Therefore, this study suggests that *Jueng-pyun* produced with the R30 mixing ratio has excellent quality and sensory characteristics. Furthermore, the results can be used as foundation data for the standardization of *won-ju jeungpyeon* production.

Keywords *jeungpyeon*, *won-ju*, quality characteristics, image J, standardization



Citation: Choi JH, Chu JH, Choi HY, Jeon HK, Park JD, Sung JM. Quality characteristics of *jeungpyeon* with different additions of *won-ju* (raw *makgeolli*). Korean J Food Preserv, 29(6), 965-975 (2022)

Received: August 12, 2022
Revised: September 22, 2022
Accepted: October 05, 2022

***Corresponding author**
 Jung-Min Sung
 Tel: +82-63-219-9876
 E-mail: jmsung@kfri.re.kr

Copyright © 2022 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

예로부터 우리나라에서 쌀은 주식으로 소비되어 왔으며, 콜레스테롤 저하, 혈당 감소, 혈압저하뿐만 아니라, 인슐린을 과도하게 분비하지 않아 적정량 섭취시 비만이나 각종 성인병 예방에 효과가 있다(Cha, 2021).

밀가루를 대체할 수 있는 글루텐프리 식품소재로써(Cha, 2021; Kim 등, 2013) 쌀을 제분하여 분말화한 쌀가루는 떡류, 주류, 제과 등 다양한 가공식품의 원료로 이용되고 있다(Shin

등, 2017). 그러나 최근 식생활의 변화로 쌀 소비량은 2019년 국민 1인당 연간 59.2 kg으로 2018년 61.0 kg 대비 3.0% 감소했으며, 2011년 71.2kg에 비해 16.9% 감소하였다(Food Information Statistics System, 2021). 이에 따라 쌀 소비량 촉진을 위한 방향으로 다양한 쌀 가공식품 개발에 대한 연구가 필요하다(Park 등, 2019).

떡은 쌀 가공식품 중 하나로 멥쌀이나 찰쌀 등의 곡물을 주재료로 이용하며, 콩류, 과일류, 견과류 등 다양한 부재료를 첨가하여 만든 식품으로(Choi와 Chae, 2012), 제조 방법으로는 찌는 떡, 삶는 떡, 지지는 떡, 치는 떡 등 크게 네 가지 방법으로 나눌 수 있다(Cha, 2021). 그중 증편은 우리나라에서 제조되는 떡 중에서 유일하게 발효과정을 진행하는 찌는 떡으로 지역에 따라 기정, 잔편, 기주, 술떡 등으로 불리며, 멥쌀가루에 막걸리를 첨가한 후 발효시키고, 찜기에 찌서 만드는 전통 발효식품이다(Lee 등, 2004). 증편은 발효 과정중 생산된 succinic acid, lactic acid, malic acid 등의 유기산에 의해 pH가 4-5 정도로 감소하며, 이러한 증편의 낮은 pH는 미생물 번식 억제에 영향을 주기 때문에 다른 떡류에 비하여 저장성이 높다(Lee와 Kim, 2019). 증편의 주재료인 쌀가루는 글루텐(gluten)과 같은 점탄성 물질의 결핍으로 인하여 망상구조를 형성하기 어렵고, 가스 포집력이 약하여 빵과 유사한 다공질 조직을 형성하는데 어려움이 있다. 그러나 발효과정에서 고분자 단백질과 당질의 결합 또는 화합으로 어느 정도의 가스를 포집할 수 있으며, 또한, 막걸리에 함유되어 있는 유산균에 의해 생성된 물질이 쌀 전분과의 상호작용을 거친 후 망상구조가 형성되어 CO₂를 포집하기 때문에 빵과 같은 유사한 구조를 형성할 수 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 증편 제조과정에서의 발효과정은 매우 중요하며, 이 과정으로 증편 특유의 향과 독특한 식감이 발생한다(Oh와 Oh, 2009).

이러한 증편의 발효 효모로 사용되는 막걸리는 일반적인 주류와 달리 단백질, 당질, 식이섬유, 유기산, 생리 활성물질 등이 다량 함유되어 있어 영양학적 가치가 높다는 장점이 있다(Choi 등, 2019). 그 중 막걸리의 가공 전 단계인 원주는 막걸리 술덧을 1차 타공여과를 통해 거른 누룩박, 누룩박을 2차 진동 여과를 통해 얻은 미박, 미박이 여과된 것을 말하며, 원주는 물과 첨가물이 들어가지 않는 것이 특징이다(Seo 등, 2013). 기존의 막걸리는 발효가 끝난 원주에 물을

첨가하여 희석하므로 맛이 상대적으로 가벼워지고, 아스파탐과 같은 감미료나 구연산 등의 유기산을 첨가하는 제성작업을 해야 하는 문제점이 있다(son 등, 2011). 막걸리에 들어가는 대표적인 첨가물인 아스파탐은 쓴맛이 없고 깔끔한 감미를 가지는 것이 특징으로, 설탕에 비하여 약 180-220 배의 단맛을 제공하고, 칼로리가 낮아 막걸리, 발효유 등에 사용한다. 하지만 아스파탐은 건강과 관련하여 논란이 가장 많은 감미료로 쥐에서 신경학적 부작용과 암과 관련되어 있다는 연구가 보고되었으며, 70°C 이상에서 아미노산으로 분해되어 불안정하고, 장기간 보관하는 액체에서 분해된다고 보고되었다(Han 등, 2016; Yun과 Kim, 2022).

막걸리를 이용한 증편에 관한 선행 연구는 증편 구조에 미치는 쌀 단백질의 영향(Lee 등, 2004), 품종과 제분 방법에 따른 증편(Park 등, 2019), 막걸리 첨가량을 달리한 증편(Kim 등, 2022) 연구 등 쌀과 막걸리를 활용한 연구 등이 있으며, 기능성이 있는 부재료를 첨가한 증편 연구로는 유자분말을 첨가한 증편(Choi 등, 2019), 도토리가루를 첨가한 현미증편(Jeong 등, 2016), 마끼베리 분말을 첨가한 증편(Lee, 2020), 비파잎 분말을 첨가한 증편(Choi 등, 2021), 새싹귀리를 첨가한 증편(Cha, 2021) 연구 등의 품질 특성에 관한 연구가 있다. 그러나 식품첨가물이 들어가지 않은 원주를 이용하여 식품을 개발한 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 쌀 가공식품 중 하나인 증편 제조에 들어가는 막걸리를 원주로 대체하여 그 배합비를 표준화함으로써 소비자의 입맛에 맞고, 원주의 부가가치를 활용할 수 있는 정보를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

실험에서 사용한 재료인 쌀가루는 2022년도에 생산된 습식 멥쌀가루(Rice flour, Sandeulbonga, Sejong, Korea)를 구매하여 사용하였고, 원주는 홍주 주조 막걸리에서(raw *makgeolli*, Hongju-jujo, Hongseong, Korea) 제 공받아 사용하였다. 설탕(white sugar, Samyangsa, Seoul, Korea)과 소금(fine salt, Daesang, Seoul, Korea)은 예산 하나로마트에서 구매하여 사용하였다.

2.2. 증편제조

원주 증편 반죽의 배합 및 제조는 선행연구인 Yoon (2003)의 방법을 기초로 하였고, 예비실험을 통해 제조 방법과 배합비를 설정하였다. 원주를 사용한 증편의 배합비와 제조방법은 각각 Table 1 및 Fig. 1에 나타내었다. 멥쌀가루, 설탕, 소금은 각각 500 g, 100 g, 5 g으로, 물과 원주의 합은 300 mL로 하여 원주를 각각 10, 20, 30, 40 mL 만큼 넣어 제조하였다. 멥쌀가루는 32 mesh의 체에 내려 준비하였고, 설탕과 소금은 40°C로 데운 물에 넣고 저어 녹여주었다. 원주는 27°C로 데운 후, 설탕과 소금을 녹인 물에 넣고 약간 저어준 후 체에 내린 쌀가루와 혼합하였다. 증편 반죽은 37±1°C로 유지된 항온기(LTI-700, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 16시간 동안 1차 발효 후 혼합하여 가스를 빼는 과정을 거친다. 2차 발효를 위하여 동일한 온도의 항온기에서 2시간 발효 후 가스를 빼는 과정을 수행하였다. 발효과정을 거친 증편 반죽을 25 g씩 원형 틀(WSK572, Sillymann, Seoul, Korea)을 이용하여 계량 후, 약 35±3°C의 찜기(HY-2020, Hanyang guemso, Pocheon, Korea)에서 20분간 3차 발효를 진행하였다. 3차 발효가 완료된 후 120°C에서 20분간 찌는 과정을 거친 후 10분간 뜸들이기 후 실온에서 20분간 방냉하였다.

2.3. 수분 함량

원주 증편의 수분함량은 시료의 중심부를 일정량 잘라 수분 분석기(MJ33, Mettler toledo, Zurich, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 시료를 각각 5회 반복 측정하여 값을 평균값±표준편차로 나타내었다.

Table 1. Formula for preparation of *jeungpyun*

Ingredient	Capacity			
	R ¹⁾ 10	R20	R30	R40
Rice powder (g)	500	500	500	500
Sugar (g)	100	100	100	100
Salt (g)	5	5	5	5
Raw <i>makgeolli</i> (mL)	10	20	30	40
Water (mL)	290	280	270	260

¹⁾R, raw *makgeolli*.

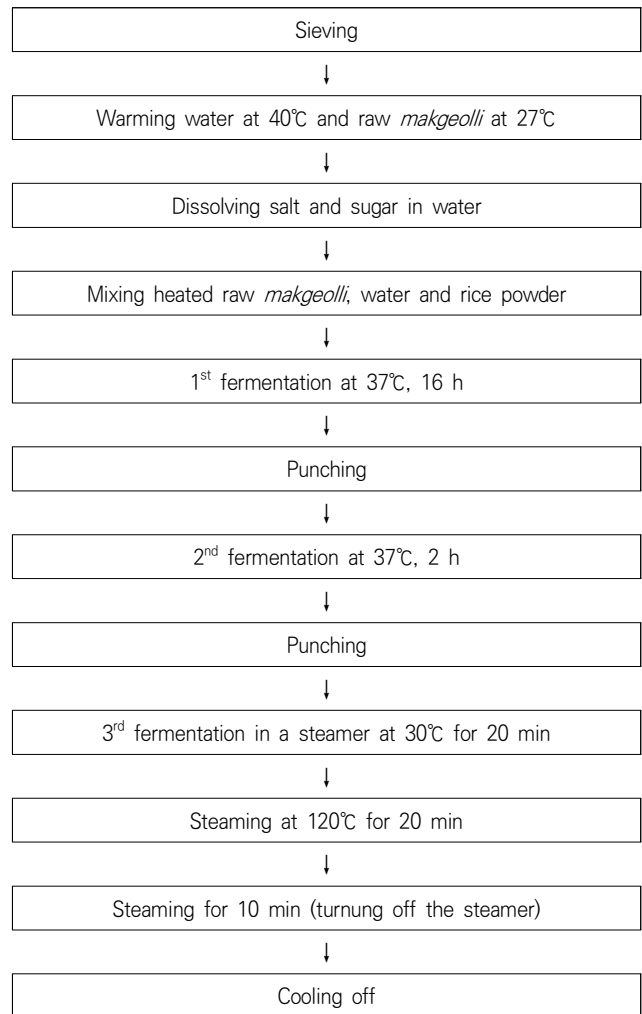


Fig. 1. Preparation procedure for *jeungpyeon*.

2.4. pH 측정

원주 증편 반죽과 증편의 pH는 제조 직후의 반죽, 발효 후 반죽, 제조된 원주 증편까지 총 3회 측정하였다. 증편 반죽의 pH는 반죽 5 g에 증류수 45 mL를 혼합하여 stomacher(HG400V, Mayo International SR., MI, Italy)를 이용하여 균질화한 후, paper filter(Whatman No. 2, Whatman Ltd., Piscataway, NJ, USA)를 이용하여 여과 후 여과액을 사용하였다. pH meter(FEP-20, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 증편의 pH는 증편 5 g을 핀셋으로 자른 후 증류수 45 mL와 혼합 후, 분쇄기(BL642KR, Hai Xin Technology Co., Ltd., Schenzhen, China)로 40초간 분쇄한 후 증편 반죽과 동일한 방법으로 측정하였다.

2.5. 색도 측정

원주 증편의 색도는 증편의 윗 부분을 colormeter (CR-400, Konica Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였고, L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)을 나타내었다. 사용한 standard white surface는 L=93.63, a=-0.39, b=4.11이었으며, 실험은 각각 15회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

2.6. 비체적 및 팽창률 측정

비체적은 단위 증량당 체적을 나타내는 것으로 무게와 부피를 사용하며, 무게는 저울을 이용하여 측정하고, 부피는 종자치환법으로 측정한 후, 밀의 식을 이용하여 나타내었다. 팽창률은 길이 또는 체적의 변화량을 원래의 값으로 나누는 것으로 증편의 중심부분의 가장 높은 값과 증편의 양 옆 높이의 평균값을 캘리퍼로 측정한 후 아래의 식을 이용하여 나타내었다. 팽창률과 비체적은 10회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

Expansion ratio (%) =

$$\frac{\text{Height of the highest part (mm)}}{\text{Average height of both sides (mm)}} \times 100$$

$$\text{Specific volume} = \frac{\text{Volume (mL)}}{\text{Weight (g)}}$$

2.7. 원주 증편의 단면 및 기공 개수와 크기

원주 증편의 단면 및 기공 개수와 크기의 측정은 Kim 등(2022)의 방법에 준하여 예비실험을 통해 진행하였다. 원주 증편의 단면은 종단면이 보이게 자른 후 DSLR camera(EOS 7D, Canon Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 촬영 후 관찰하였다. 기공 개수와 크기는 증편의 횡단면을 스캔 기능이 있는 복합기(C LX-3185FW, Samsung, Suwon, Korea)를 이용하여 해상도 600 dpi의 수준에서 스캔 후 500×500 pixel로 편집하여 Image J 프로그램(Image J, National Institutes of Health, Nethesda, MD, USA)으로 기공 개수와 크기를 분석하였다.

2.8. 조직감 측정

원주 증편의 조직감 측정은 증편 2×2×2 cm³를 하여 밀봉 polyethylene 포장재에 보관하여 수분의 증발을 막고, Table 2의 조건 하에서 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 이용하여 측정하였다. 이는 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess)의 값을 나타내었다. 각각 20회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 나타내었다.

2.9. 관능평가

원주 증편의 관능평가는 공주대학교 학생 30명을 선정하여 실험 목적과 평가항목에 대하여 충분히 설명한 후 진행하였다. 관능평가에 사용한 시료는 제조한 후 1시간 동안 실온에서 방랭한 것을 정육면체 모양인 2×2×2 cm³의 일정한 크기로 하여 흰색 polyethylene 접시에 담아 3자리 수의 난수표로 표시하여 제공하였다. 평가항목으로는 향(flavor), 외관(appearance) 및 색(color), 조직감(texture), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall preference)를 7점 척도법으로(1점: 매우 싫어한다, 7점: 매우 좋아한다) 평가를 실시하였다. 본 연구의 관능평가는 공주대학교 생명윤리위원회 승인을 받은 후 그 규정에 따라 실행하였다(Approval Number: IRB_2022-77).

2.10. 통계처리

실험의 모든 결과 값은 통계분석 프로그램인 IBM SPSS Statistics(Ver 25.0, SPSS Institute Inc., IBM Corp,

Table 2. Conditions for measuring texture properties of *jeungpyeon* using texture analyzer

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

Armonk, NY, USA)를 사용하여 평균값±표준편차로 나타내었다. 일원배치 분산분석(ANOVA) 검정을 수행 후, Duncan's multiple range test를 사용하여 $p<0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수분 함량

원주 첨가량을 달리한 증편의 수분 함량 측정 결과를 Table 3에 나타내었다. 원주 증편의 수분함량은 R10, R20, R30, R40이 각각 40.15%, 39.96%, 39.85%, 39.86%로 원주 첨가량에 의한 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 본 연구에서도 액체 재료인 물과 원주의 합이 300 mL로 일정하기 때문에 수분함량에 큰 영향을 주지 않은 것으로 사료된다. 더치커피 추출물 첨가 증편 연구에서도 증편 제조에 사용되는 액체 재료의 총 첨가 비율이 일정하면 수분함량에 큰 영향을 주지 않아 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 보고하였고(Lee와 Kim, 2019), 액체 재료의 비율을 동일시킨 막편 연구에서도 이와 같은 결과를 보고하였다(Jo와 Yoon, 2016). 또한, Kim 등(2022)의 막걸리 첨가량을 달리한 연구에서도 증편 제조시 액체 재료의 총 첨가 비율이 일정하였고, 첨가군 간의 유의적인 차이가 없어 본 연구와 유사한 경향을 나타냈다.

3.2. 증편의 pH

원주 첨가량을 달리한 증편과 그 반죽의 pH를 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 제조 직후 반죽의 pH(0 h)는 R10, R20, R30, R40이 각각 6.80, 6.70, 6.63, 6.58로 나타났고, 발효 후 반죽의 pH(18 h)는 각각 5.09, 5.05, 4.97, 4.92로 발효과정을 거치면서 pH가 낮아졌으나, 증속한 원주 증편의 pH는 각각 5.42, 5.36, 5.34, 5.32로 측정되어 pH가 높아졌다($p<0.001$). 본 실험에서 사용된 원주의 pH는 4.30이었으며, 증편 반죽과 증편의 pH는 원주 첨가량의 증가에 따라 감소하였다. 이러한 결과는 원주의 낮은 pH에 의한 것으로 사료되며, 주박 분말 첨가 증편 연구(Ko와 Sim, 2014)와 막걸리 첨가량을 달리한 증편 연구(Kim 등, 2022)에서도 pH가 낮은 재료의 첨가량에 따라 증편의 pH가 낮아진다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. pH는 원주의 발효 진행 경향을 예측하는 지표로 활용하는데, 젖산 발효에 따른 유기산의 종류와 농도에 영향을 받는다. Park과 Suh(1994)는 발효과정을 거치면서 pH가 감소하는 이유로 탁주에 함유되어있는 젖산균이 증식하고, 젖산발효에 의한 succinic acid와 lactic acid 등의 유기산 생성에 따른 것으로 보고하였다. 본 실험에서도 pH가 발효과정 후 낮게 측정되는 것으로 사료된다. Kang과 Kang(1996)의 연구에서는 증속 과정을 거친 후 다시 pH가 다시 증가하는 이유는 증속 과정으로 인한 온도

Table 3. Quality characteristics of *jeungpyun* with different amount of raw *makgeolli*

Item		R10 ¹⁾	R20	R30	R40	F-value
Moisture content		40.15±0.96 ^{2)a}	39.96±0.87 ^{3)b}	39.85±1.07 ^a	39.86±0.60 ^a	0.125
pH	0 h ⁵⁾	6.80±0.02 ^a	6.70±0.04 ^b	6.63±0.02 ^c	6.58±0.02 ^d	56.225 ^{***4)}
	18 h	5.09±0.02 ^a	5.05±0.034 ^b	4.97±0.02 ^c	4.92±0.02 ^d	36.280 ^{***}
	<i>Jeungpyun</i>	5.42±0.03 ^a	5.36±0.01 ^b	5.34±0.02 ^{bc}	5.32±0.03 ^c	16.671 ^{***}
Color values	L	79.81±0.98 ^a	78.71±1.13 ^{ab}	77.82±1.67 ^b	75.91±0.27 ^c	8.893 ^{***}
	a	-1.63±0.04 ^{ab}	-1.53±0.04 ^a	-1.65±0.10 ^b	-1.58±0.07 ^{ab}	2.898
	b	2.83±0.18 ^c	3.69±0.50 ^b	3.75±0.46 ^{ab}	4.26±0.12 ^a	11.864 ^{***}

¹⁾R10, *jeungpyun* with 10 mL raw *makgeolli*; R20, *jeungpyun* with 20 mL raw *makgeolli*; R30, *jeungpyun* with 30 mL raw *makgeolli*; R40, *jeungpyun* with 40 mL raw *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⁾* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

⁵⁾h, hour.

상승이 효소작용을 활발히 하여 유기산이나 유기아미노산 및 기타 성분들의 복합적인 상호작용으로 인하여 pH가 증가한 것으로 사료된다. 이는 더치커피 추출물 첨가 증편 연구(Lee와 Kim, 2019)와 막걸리 첨가량을 달리한 증편 연구(Kim 등, 2022)에서도 발효 시간이 증가하면 증편 반죽의 pH는 감소하였고, 증숙과정을 거친 후의 증편의 pH는 다시 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 나타냈다.

3.3. 색도

원주 첨가량을 달리한 증편의 색도 측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 본 실험에서 사용된 원주의 색도는 L값, a값, b값이 각각 58.46, -1.89, 9.18로 측정되었으며, 원주 첨가량을 달리한 증편의 색도는 L값과 b값에서 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.001$). L값은 명도를 나타내며, R10, R20, R30, R40이 각각 79.81, 78.71, 77.82, 75.91로 측정되어 원주 첨가량이 증가할수록 명도는 감소하였다($p < 0.001$). a값은 적색도를 나타내며, R10, R20, R30, R40이 각각 -1.63, -1.53, -1.65, -1.58로 측정되어 원주 첨가량에 따른 적색도의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. b값은 황색도를 나타내며, R10, R20, R30, R40이 각각 2.83, 3.69, 3.75, 4.26으로 측정되어 원주 첨가량이 증가할수록 황색도는 증가하는 것을 알 수 있었다($p < 0.001$). Yoon(2003)의 연구에서 막걸리 첨가량 증가에 따라서 L값이 감소하고 b값이 증가하는 것을 막걸리 특유의 색에 의한 것이라고 보고하였다. 또한, Jo와 Yoon(2016)의 연구에서도 막걸리 첨가량 증가에 따라 L값이 감소하고 b값이 증가한다고 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 따라서 본 연구에서도 원주 첨가량이 증가함에 따라 L값의 감소와 b값의 증가는 원재료인 원주의 색이 반영되었기 때문이라고 사료된다.

3.4. 비체적 및 팽창률

원주 첨가량을 달리한 증편의 비체적은 Fig. 2에, 팽창률은 Fig. 3에 측정 결과를 나타내었다. 비체적은 R10, R20, R30, R40이 각각 1.29, 1.40, 1.50, 1.48 mL/g으로 측정되었고, 팽창률은 각각 140.06, 141.86, 139.49, 135.14%로 측정되었다. 비체적은 원주 첨가량에 따라 유의적으로 증가하다가 R30과 R40에서 가장 높은 값을 나타내었으며

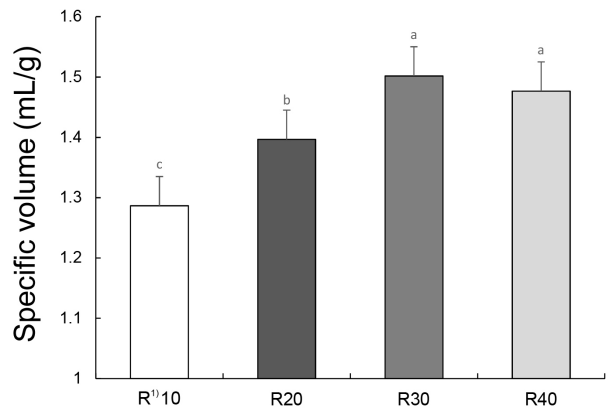


Fig. 2. Specific volume of *jeungpyeon* according to different amount of raw *makgeolli*. Different letters (a-c) on the bar indicate significant difference ($p < 0.05$). R means different amount of raw *makgeolli* (mL).

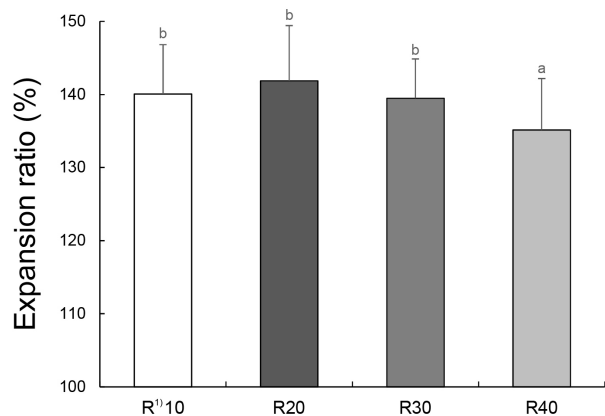


Fig. 3. Expansion ratio of *jeungpyeon* according to different amount of raw *makgeolli*. Different letters (a-b) on the bar indicate significant difference ($p < 0.05$). R means different amount of raw *makgeolli* (mL).

($p < 0.001$), R30보다 R40의 비체적이 감소하는 경향을 보였으나, 두 군간의 유의적인 차이는 없었다. 팽창률은 R40이 가장 낮게 측정되었고, R40을 제외한 다른 군들에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Kim과 Park 등(2019)은 막걸리에는 유산균과 효모가 다양으로 포함되어 있다고 보고하였고, Lee 등(2004)의 연구에서는 단백질을 분해하는 protease를 증편에 첨가하여 실험한 결과, 쌀 단백질이 증편의 부피 팽창에 영향을 준다고 보고하였다. Oh와 Oh (2009)의 rice sourdough 첨가 증편 연구에서는 막걸리에 함유되어 있는 유산균에 의하여 생성된 물질과 쌀 전분

의 상호작용으로 인하여 망상구조가 형성되어 CO₂를 포집하기 때문에 증편의 부피 및 높이가 증가하는 것이라고 보고하였다. 본 연구에서도 원주에 함유된 유산균과 쌀 전분의 상호작용으로 인하여 형성된 망상구조가 발효과정 중 미생물에 의하여 생성된 CO₂를 포집하여 증편의 부피가 증가하였기 때문에 비체적이 증가한 것으로 사료된다. 비체적이 증가하다가 다시 감소하는 것은 미생물에 의해 형성된 CO₂의 팽압에 의하여 망상구조가 제대로 형성되지 못하고 붕괴되면 부피의 감소를 나타낼 수 있다고 보고하였다(Na 등, 1997). 본 연구에서의 R40은 원주의 양이 많아 CO₂의 팽압에 의하여 망상구조의 형성이 어려워 반죽의 부피가 감소하였다고 사료되어, 비체적과 팽창률이 가장 높았던 R30의 원주와 물의 비율이 가장 이상적이라고 생각된다.

3.5. 단면 및 기공 관찰

원주 첨가량을 달리한 증편을 스캔한 단면 사진과 Image J를 이용하여 분석한 사진은 Fig. 4에, 기공 수와 기공의 크기는 각각 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. 기공의 수는 R10, R20, R30, R40이 각각 210.80, 166.13, 156.38, 88.00으로 계수되었으며, 기공의 크기는 R10, R20, R30, R40이 각각 0.76, 1.08, 1.13, 1.86 mm²로

측정되었다. 밀에 함유되어 있는 gluten은 전분입자가 망상구조를 형성하고, 효모가 생성하는 CO₂ 및 수증기를 포집하며 반죽에 유동성과 가소성을 부여하는데, 쌀은 글루텐과 같은 점탄성 물질의 결핍으로 인하여 망상구조의 형성이 어렵고, 이로 인하여 가스 포집력이 약하여 빵과 유사한 다공질 조직을 형성하기 어렵다. 그러나 증편은 발효과정에서 고분자 단백질과 당질의 결합 또는 화합으로 어느 정도 가스를 포집할 수 있으며, 또한 막걸리에 함유되어 있는 유산균에 의하여 생성된 물질과 쌀 전분의 상호작용으로 인하여 망상구조가 형성되어 CO₂를 포집하기 때문에 빵과 유사한 망상구조를 형성시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Oh와 Oh, 2009). 본 연구에서도 원주 첨가량의 증가에 따라 기공의 수는 감소하고, 기공의 크기가 증가한 것은 발효 과정 중 고분자 단백질과 당질의 결합, 그리고 유산균과 쌀 전분의 상호작용으로 인하여 망상구조가 형성되고 CO₂를 포집하였기 때문이라고 사료된다. 이는 도토리가루의 첨가량을 달리한 현미증편 연구(Jeong 등, 2016), 막걸리 첨가량을 달리한 증편 연구(Kim 등, 2022)에서도 유사한 결과를 나타내었다. Ko와 Sim(2014)의 주박 추출물을 첨가한 증편 연구에서 쌀의 경우 탄력성과 신축성이 부족하여 발효로 인하여 과량의 CO₂가 발생 시 증편을 구성하고 있는 기공이

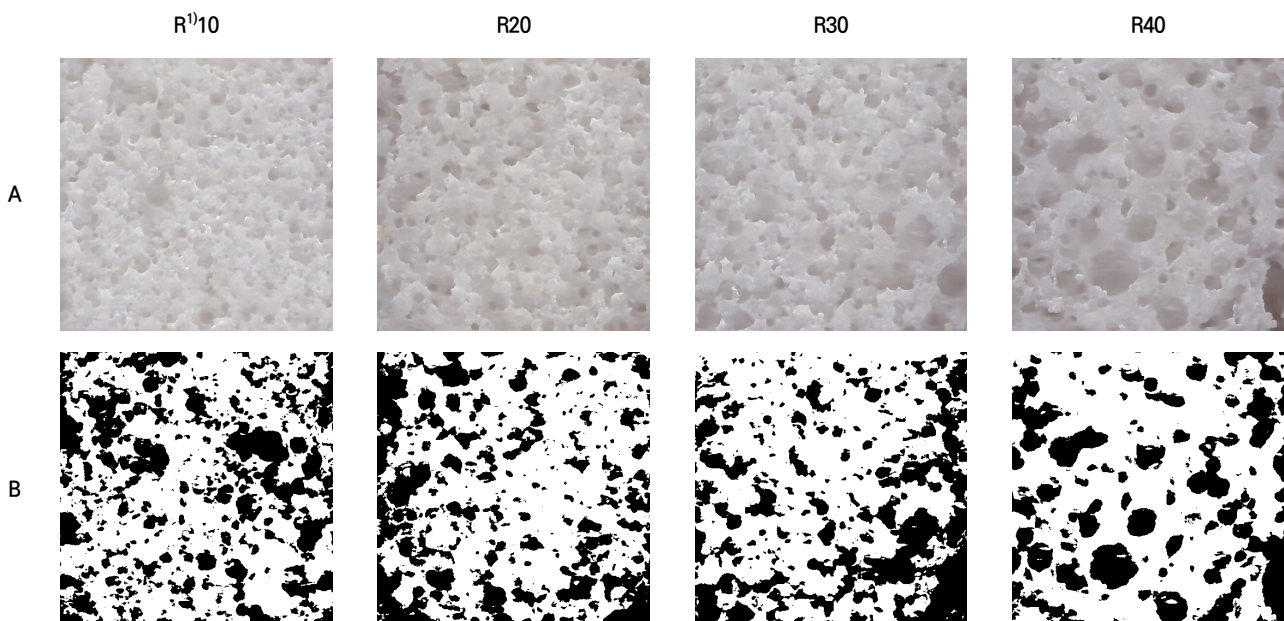


Fig. 4. Appearance of cross-section on *jeungpyeon* with different amounts of raw *makgeolli*. A, scanned images of cross-section on *jeungpyeon*. B, binarized images of *jeungpyeon* by image J program. ¹⁾R, raw *makgeolli*.

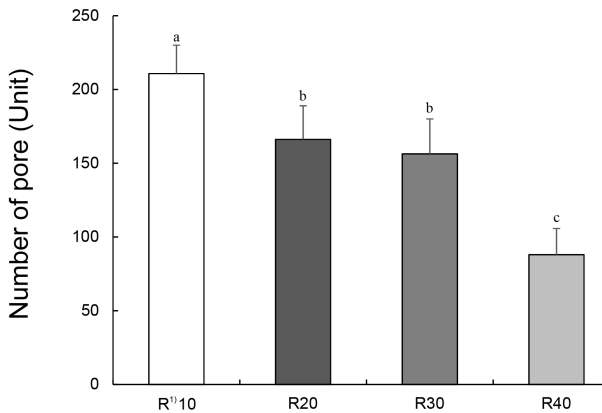


Fig. 5. The number of pores in *jeungpyeon* added with different amount of raw *makgeolli*. Different letters (a-c) on the bar indicate significant difference by Duncan's range test ($p < 0.05$). R means different amount of raw *makgeolli* (mL).

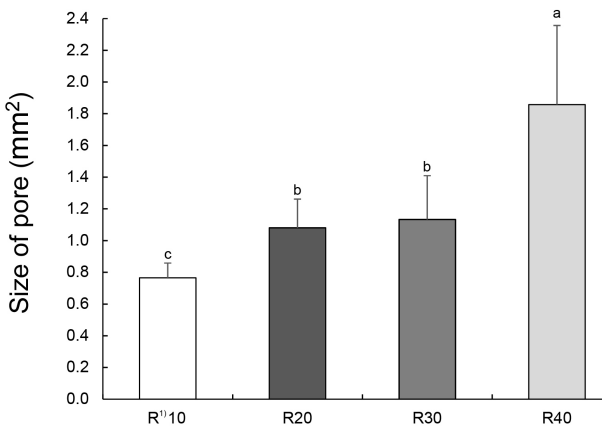


Fig. 6. Pore size of *jeungpyeon* added with different amount of raw *makgeolli*. Different letters (a-c) on the bar indicate significant difference by Duncan's range test ($p < 0.05$). R means different amount of raw *makgeolli* (mL).

푹리고 허물어지는 현상이 발생한다고 보고하였다. 따라서 본 연구의 R40군에서 발효과정 중 과량의 CO₂로 인하여 망상구조가 허물어져 기공의 크기가 커진 것이라고 생각하며, 본 실험에서의 비체적 및 팽창률 실험의 결과에도 영향을 미친 것이라고 사료된다.

3.6. 조직감 측정

원주 첨가량을 달리한 증편의 조직감을 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 원주 첨가량을 달리한 증편의 조직감

측정은 모든 항목에서 시료 간 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.001$). 증편의 단단한 정도를 나타내는 경도(hardness)는 1,669.57-3,291.27 N으로 측정되었고, 원주 첨가량 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.001$). Jeong과 Pack(2006)은 증편과 조직감이 비슷한 빵의 경도는 기공의 발달 정도, 수분함량 등에 영향을 받아, 기공의 크기가 큰 빵은 부드러움이 증가하여 경도가 낮다고 나타내었다. 본 연구에서도 경도가 감소한 이유는 원주 첨가량이 증가함에 따라 기공의 크기가 커졌기 때문이라고 사료된다. 또한 Kim(2005)의 연구에서 경도는 전분질 식품의 저장 중 노화와 관련이 있는데, 경도가 낮을수록 노화를 지연할 수 있다고 보고하였다. 시료가 probe에 부착되어 있는 성질인 부착성(adhesiveness)은 -701.47--306.00 J/cm로 측정되었으며, Yoon(2003)의 연구와 같이 원주와 물의 첨가비율에 따른 시료간의 일정한 경향을 보이지 않았다($p < 0.001$). 씹을 때의 반동되는 느낌을 나타내는 탄력성(springiness)은 0.39-0.84로 측정되어 원주 첨가량의 증가에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.001$). Kim 등(2022)의 연구에서도 막걸리 첨가량의 증가에 따라 탄력성이 증가하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 증편의 내부 결합력을 나타내는 응집성(cohesiveness)은 0.39-0.53으로 측정되었으며, 물의 비율이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보여($p < 0.001$), Yoon(2003)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 검성(gumminess)은 881.94-1,284.99 N으로 측정되어 원주 첨가량의 증가에 따라 감소하였으며($p < 0.001$), 이는 Yoon(2003)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 씹힘성(chewiness)은 504.73-740.61 N·mm으로 탄력성, 응집성과 같이 원주 첨가량의 증가에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었고($p < 0.001$), Kim 등(2022)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 식품의 조직감은 주재료의 종류와 배합비, 부재료의 첨가, 조리, 젤화 등 다양한 요인에 의해 많은 영향을 받으며(Kim과 Lee 2022), 본 연구에서도 원주의 첨가량을 달리하였기 때문에 조직감에 영향을 미치고, 더불어 기공 수와 기공의 크기가 경도에 영향을 주는 것으로 사료된다.

3.7. 관능평가

원주 첨가량을 달리한 증편의 관능평가 결과는 Table 5

Table 4. Texture analysis of *jeungpyun* containing with different contents of raw *makgeolli*

Item	R10 ¹⁾	R20	R30	R40	F-value
Hardness (N)	3,291.27±448.36 ^{2)a}	2,845.65±501.91 ^{b3)}	1,815.41±189.29 ^c	1,669.57±201.05 ^c	59.500 ^{***4)}
Adhesiveness (J/cm)	-701.47±125.30 ^c	-410.17±111.05 ^b	-306.00±343.30 ^a	-343.30±86.06 ^{ab}	39.705 ^{***}
Springiness	0.39±0.02 ^d	0.50±0.03 ^c	0.80±0.03 ^b	0.84±0.06 ^a	392.582 ^{***}
Cohesiveness	0.39±0.01 ^d	0.41±0.02 ^c	0.50±0.02 ^b	0.53±0.02 ^a	158.047 ^{***}
Gumminess (N)	1,284.99±167.83 ^b	1,175.22±187.37 ^b	902.43±96.22 ^a	881.94±117.91 ^a	23.062 ^{***}
Chewiness (N·mm)	504.73±65.42 ^c	590.84±113.89 ^b	725.66±79.24 ^a	740.61±117.07 ^a	15.116 ^{***}

¹⁾R10, *jeungpyun* with 10 mL raw *makgeolli*; R20, *jeungpyun* with 20 mL raw *makgeolli*; R30, *jeungpyun* with 30 mL raw *makgeolli*; R40, *jeungpyun* with 40 mL raw *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 properties of *jeungpyun* with different contents of raw *makgeolli*

Sample	Flavor	Appearance & color	Texture	Taste	Overall acceptability
R10 ¹⁾	4.14±0.69 ^{2)b}	4.14±0.69 ^{b3)}	4.14±0.90 ^b	4.29±0.76 ^b	4.57±0.79 ^b
R20	4.86±0.69 ^{ab}	5.00±0.82 ^a	5.00±0.82 ^{ab}	5.14±0.90 ^a	4.71±0.76 ^b
R30	5.43±0.79 ^a	5.29±0.76 ^a	5.43±0.53 ^a	6.00±0.82 ^a	5.86±0.69 ^a
R40	4.86±0.90 ^{ab}	4.57±0.53 ^{ab}	4.29±0.76 ^b	5.29±0.49 ^a	5.71±0.76 ^a
F-value	3.500 ⁴⁾	3.260 [*]	6.063 ^{**}	4.408 [*]	5.532 ^{**}

¹⁾R10, *jeungpyun* with 10 mL raw *makgeolli*; R20, *jeungpyun* with 20 mL raw *makgeolli*; R30, *jeungpyun* with 30 mL raw *makgeolli*; R40, *jeungpyun* with 40 mL raw *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.

에 나타내었다. 본 연구에서는 R30이 향, 외관 및 색, 조직 감, 맛, 전반적인 기호도에서 각각 5.43, 5.29, 5.43, 6.00, 5.86으로 다른 군과 비교하였을 때 모든 항목에서 가장 높은 점수를 나타냈다(p<0.05). R30군보다 많은 양의 원주를 첨가하게 되면 원주 특유의 색도에 의해 증편 특유의 색이 진해지게 되고, 발효과정 중 과량의 CO₂로 인하여 망상구조가 허물어져 식감에 영향을 미쳤다고 사료된다. 주박 추출물을 첨가한 증편 연구(Ko와 Sim, 2014)에서도 20% 주박 첨가군보다 5-15% 첨가군이 더 높은 기호도를 나타내었고, 막걸리 첨가량을 달리한 증편 연구(Kim 등, 2022)에서도 막걸리 200 mL 첨가군보다 150 mL에서 더 높은 기호도를 보여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서, 원주와 물의 비율이 1:9인 R30의 배합비를 이용하여 증편을 제조하는 것이 증편의 관능적 특성을 높일 수 있을 것이

라고 사료된다.

4. 요약

본 연구에서는 증편 제조에 들어가는 막걸리를 원주로 대체하여 그 배합비를 표준화함으로써 소비자의 기호도를 높이고, 원주의 부가가치를 활용할 수 있는 정보를 제공하고자 하였다. 원주 첨가량을 달리한 증편의 수분함량은 원주 첨가량에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 반죽과 증편의 pH는 발효과정 진행에 따라 감소하다가 증숙 후에 증가하는 경향을 나타내었으며, 원주 첨가량 증가에 따라 감소하였다. 증편의 L값은 원주 첨가량이 증가함에 따라 감소하였고, a값은 원주 첨가량에 따라 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, b값은 원주 첨가량이 증가할수록 증가하

였다. 증편의 비체적은 원주 첨가량이 증가할수록 증가하다가 R30에서 최대치를 나타냈으며, 팽창률은 R40에서 가장 낮게 측정되었고 R40을 제외한 다른 구간에서의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 증편의 기공 수는 원주 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 증편의 기공 크기는 원주 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 조직감에서 경도는 원주의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었고, 부착성은 원주와 물의 첨가비율에 따른 시료 간의 유의적 차이가 없었다. 탄력성과 응집성, 검성은 원주 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으며, 씹힘성은 원주 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 증편의 관능평가 결과로는 R30군이 모든 항목에서 가장 높은 점수를 나타냈다. 결과적으로, 원주 30 : 물 270의 배합비로 증편 제조 시 증편 내부의 기공형성과 품질 특성 및 기호도 측면에서 가장 우수한 증편을 제조할 수 있으며, 본 연구는 향후 원주를 사용한 다양한 식품모델 연구에 기초자료로 활용될 것으로 사료된다.

Acknowledgements

This research was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry (IPET) through Agri-Food Export Business Model Development Program (320103-03) funded by Ministry Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). This research was also partially supported by Industry Funding Research Program (I10200800) funded by the Hong Seong Pul Mu.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Jeon HK, Park JD. Methodology: Choi HY. Formal analysis: Choi JH, Chu JH. Validation: Jeon HK, Park JD. Writing - original draft: Chu JH. Writing - review & editing: Choi JH, Sung JM.

Ethics approval

This research was approved by IRB from the Kongju

National University IRB (Approval Number: IRB_2022-77).

ORCID

Jin-Hee Choi (First author)

<https://orcid.org/0000-0001-9337-9272>

Ji-Hye Chu

<https://orcid.org/0000-0002-7664-6903>

Hae-Yeon Choi

<https://orcid.org/0000-0003-4569-7924>

Hee-Kyung Jeon

<https://orcid.org/0000-0002-8198-2733>

Jong-Dae Park

<https://orcid.org/0000-0003-1797-6045>

Jung-Min Sung (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0003-1464-2648>

References

- Cha KO. Quality characteristics of *jeungpyun* added with oat grass powder. *Culi Sci & Hos Res*, 27, 31-39 (2021)
- Choi ES, Park YM, Yoon HH. Quality characteristics of *jeungPyun* added with *Citrus junos* powder. *Culi Sci & Hos Res*, 25, 112-118 (2019)
- Choi GY, Kim MH, Han YS. Antioxidant activities and quality characteristic of *jeungpyun* with the addition of loquat leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 50, 1065-1073 (2021)
- Choi WS, Chae KY. Quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of apricot paste. *Korean J Food Cook Sci*, 28, 695-701 (2012)
- Food Information Statistics system. March 4th newsletter rice processed foods. Available from: <https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0002.do?act=read&bpoId=3697>. Accessed July. 25, 2022.
- Han TC, Seo I, Lim HJ, Kih MJ. Reducing sugar content in processed foods using high intensity sweeteners. *Food Sci Ind*, 49, 29-39 (2016)
- Jeong JW, Park KJ. Quality characteristics of loaf bread added with Takju powder. *Korean J Food*

- Sci Technol, 38, 52-58 (2006)
- Jeong SY, Lee MK, Gwag JS, Lee SY. Quality characteristics of frozen brown rice *jeung-pyun* dough containing different amounts of acorn flour. Korean J Food Preserv, 23, 445-452 (2016)
- Jo YJ, Yoon HH. A study on the quality characteristics of Makpyeon prepared with dry milled rice powder. J Korean Soc Food Cult, 31, 235-242 (2016)
- Kang MS, Kang MY. Changes in physicochemical properties of jeungpyon (fermented steamed rice cake) batter during fermentation time. J Korean Soc Food Nutr, 25, 255-260 (1996)
- Kim AY, Lee JH. Quality characteristics of jeungpyeon added with meringue. Culi Sci & Hos Res, 28, 12-18 (2022)
- Kim EM. Quality characteristics of *jeung-pyun* according to the level of red ginseng powder. Korean J Food Cook Sci, 21, 209-216 (2005)
- Kim JS, Choi JH, Choi HY. Quality characteristics of *jeung-pyun* with different amount of *makgeolli*. Korean J Food Sci Technol, 54, 196-202 (2022)
- Kim MK, Park SS. Research trends on quality characteristics and physiological functions of Korean traditional *makgeolli* (Korean rice wine): A literature review. J Korean Soc Food Sci Nutr, 48, 149-160 (2019)
- Kim MS, Park JD, Lee HY, Ku JS. Effect of rice flour prepared with enzyme treatment on quality characteristics of rice cookies. J Korean Soc Food Nutr, 42, 1439-1445 (2013)
- 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 HE, Lee AY, Park JY, Woo KJ, Hahn YS. Effect of rice protein on the network structure of *jeung-pyun*. Korean J Food Cook Sci, 20, 396-402 (2004)
- 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 JA. Quality characteristics of *jeungpyun* added with maqui berry powder. Culi Sci & Hos Res, 26, 247-256 (2020)
- 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)
- Oh CH, Oh NS. Quality characteristics of *jeungpyun* prepared by rice sourdough. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 1215-1221 (2009)
- 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)
- Seo GU, Choi SY, Kim TW, Ryu SG, Park JH, Lee SC. Functional activities of *makgeolli* by-products as cosmetic materials. J Korean Soc Food Sci. Nutr, 42, 505-511 (2013)
- 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. J Korean Soc Food Sci Nutr, 30, 635-643 (2017)
- Son HS, Park BD, Ko BK, Lee CH. Quality characteristics of Takju produced by adding different amounts of water. Korean J Food Sci, 43, 453-457 (2011)
- Yoon SJ. Quality characteristics of *jeungpyun* with different ratios of *makgeolli* leaven to water. Korean J Soc Food Cook Sci, 19, 11-16 (2003)
- Yun CI, Kim YJ. Current research trends of analytical methods for non-nutritive sweeteners. Food Sci Ind, 55, 58-73 (2022)