비파잎 분말 첨가 증편의 항산화 활성 및 품질 특성

최가영 · 김명현 · 한영실
숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidant Activities and Quality Characteristic of *Jeung-Pyun* with the Addition of Loquat Leaf Powder

Ga Young Choi, Myung Hyun Kim, and Young Sil Han
Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

ABSTRACT This study examined the antioxidant activity and quality of *Jeung-Pyun* prepared with different concentrations of loquat leaf powder (0%, 1.5%, 3%, 4.5%, and 6% of total material). We estimated the antioxidant activity using the DPPH-ABTS assay, and by determining the total polyphenol and flavonoid content of loquat leaf powder. To evaluate the quality characteristics, we measured pH, sugar and moisture content, color, and texture, made observations under an scanning electron microscope (SEM), and then assessed sensory properties and conducted preference evaluations. When the loquat leaf powder content increased, we noticed a significant increase in the total polyphenol, flavonoid content, and scavenging activity of the *Jeung-Pyun* measured using DPPH-ABTS ($P<0.05$). Characteristics of quality such as pH, sugar content, a value, b value, cohesiveness and springiness of *Jeung-Pyun* showed a significant increase with the addition of loquat leaf powder ($P<0.05$), whereas pH, moisture content, L values, hardness, gumminess and chewiness showed a significant decrease ($P<0.05$). The observations under the SEM showed that as the proportion of loquat leaf powder increased, the pores collapsed and merged, whereas the size of the pores became larger, and the number of pores decreased. Sensory evaluations showed that the *Jeung-Pyun* containing 4.5% of loquat leaf powder had the highest rating in all the sensory tests. In summary, loquat leaf powder improved the antioxidant activity and quality characteristics of *Jeung-Pyun*, which could then be used to develop various food items.

Key words: loquat leaf, *Jeung-Pyun*, antioxidant activity, quality characteristics

서 론

쌀은 예로부터 우리나라의 주식으로 대부분 소비되어 왔으며, 제분한 쌀가루는 떡류, 이유식 등 가공식품의 원료로 사용되고 있다(Shin 등, 2017). 최근 식생활 변화로 해마다 쌀 소비량이 줄어들고 있으며 쌀의 소비 확대를 위해 쌀을 주원료로 하는 다양한 가공식품 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Choi, 2007). 떡은 매우 역사가 깊은 우리나라 고유의 전통음식으로 곡류를 주로 사용하고 여러 가지 과일류, 채소류, 견과류 등을 첨가하여 만든 영양적으로 매우 우수한 식품이다(Choi와 Chae, 2012). 최근 건강 지향적 소비자의 욕구가 증대됨에 따라 우리나라 전통 떡에 대한 관심이 높아지면서 쌀을 이용한 가공식품이 많이 활용되고 있다(Jang, 2014). 떡은 생리적 기능이 있는 재료들을 첨가

하면 영양학적으로도 우수하며, 기능성 식품으로 이용이 가능하다(Cha와 Lee, 2001).

증편은 술을 이용하여 발효시켜 찌는 떡으로 발효를 한다는 점에서 서양의 발효 빵과 공통점이 있다. 증편은 탁주를 첨가하여 발효시킴으로써 조직이 부드러워 소화흡수가 용이하며, 노화가 느리고 산도가 높아 더운 날씨에도 쉽게 상하지 않는 저장성이 우수한 음식이다(Lee와 Lee, 2012; Yang 등, 2007). 증편에 대한 선행연구를 보면 증편 제조의 표준화에 대한 연구(Choi와 Lee, 1993), 콩물과 콩을 첨가한 증편의 연구에서 품질 향상과 노화 지연에 효과를 보고하였고(Woo 등, 1998), 최근에는 생리적 기능성과 기호성을 증가시키기 위하여 동충하초(Park과 Park, 2004), 연잎(Kim과 Park, 2010), 복분자(Choi와 Seo, 2012), 자색고구마(Choi와 Chung, 2017), 강황(Shin과 Joung, 2018), 더치

Received 7 July 2021; Revised 6 August 2021; Accepted 10 August 2021

Corresponding author: Young-Sil Han, Sookmyung Women's University, 100, Cheongpa-ro 47-gil, Yongsan-gu, Seoul 04310, Korea, E-mail: baker320@naver.com

Author information: Ga Young Choi (Graduate student), Myung Hyun Kim (Instructor), Young Sil Han (Professor)

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

커피(Lee와 Kim, 2019), 산수유(Jung 등, 2020) 등을 첨가하여 품질 특성을 연구하였다.

비파(*Eriobotrya japonica* Lindl.)는 장미과(Rosaceae)의 상록교목으로서 향이 좋은 백색의 꽃, 타원형의 긴 모양의 잎과 황색의 열매를 맺는 식물로서 과육의 발달 형태에 따라 인과류로 분류한다. 비파잎은 민간에서 엽차로 이용되며, 열매는 즙이 많고 과육이 연하며 적당한 산미와 당도가 높아서 식용하기에 기호성이 매우 높은 과실로 알려져 있다(Bae와 Shim, 1998). 동의보감이나 본초강목에서는 비파나무의 잎이나 열매가 진해, 거담, 구토, 호흡 진정, 갈증 등에 효능이 뛰어난 것으로 기록되어 있다(Lee 등, 1996). 비파잎은 주로 차로 이용하는데 필수아미노산을 비롯한 glutamic acid 및 aspartic acid 등이 함유되어 맛을 좋게 하고, 혈중 중성 지방 및 콜레스테롤을 저하시켜 동맥경화 예방에 도움을 줄 수 있는 oleic acid도 함유되어 있다(Hwang 등, 2010). 비파잎에서 밝혀진 약리작용으로는 비파잎의 항돌연변이 효과(Bae 등, 2002), 지방생성 억제효과(Min 등, 2010), 항산화 및 항균 활성(Lee와 Kim, 2009; Shin 등, 2012), 암세포 증식 억제효과(Lee 등, 2016a), 항비만 효과(Lee 등, 2016b), 콜레스테롤 저하효과(Kim 등, 2011) 등이 보고되었다. 비파잎을 식품에 적용한 연구로는 비파잎 국수(Pack과 Cho, 2011), 비파잎 두부(Pack, 2012), 비파잎 쿠키(Cho와 Kim, 2013), 비파잎 절편(Kang, 2015) 등이 있다. 비파잎의 소비확대를 위해서는 비파잎을 새로운 용도로 활용하여 비파잎을 이용한 증편을 개발하고, 이는 비파잎의 소비를 촉진시킬 수 있는 방법으로서 비파잎의 부가가치를 높여 경제적 발전을 도모할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 다양한 생리활성이 있다고 알려진 비파잎 분말을 증편에 첨가해서 비파잎 증편을 제조한 후 증편의 품질 특성과 항산화 효과를 비교, 분석하여 비파잎 분말 첨가에 따른 증편의 품질 특성, 항산화 효과에 미치는 영향과 비파잎의 이용가능성을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 비파잎은 2021년 전라남도 여수시에서 수확한 것을 구매하였으며, 흐르는 물에 3회 수세하여 세척하고 물기를 제거한 뒤 동결건조(FD8508, Ilshin Biobase Co., Gyeonggi-do, Korea) 하였다. 건조한 비파잎은 blender(HMF-3260S, Hanil, Seoul, Korea)로 분쇄한 다음 60 mesh의 체로 내린 후 사용하였다. 본 실험에서 사용된 재료인 쌀가루(Chamsae bangasgan, Seoul, Korea)는 습식 펄 쌀가루를 사용하였고 비살균 탁주(Jangsung Makgeolli, Seoul Jangsung Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ CheilJedang, Incheon, Korea), 소금(Sajo Haepyo, Seoul, Korea)을 시중에서 구입하여 사용하였다. 시약 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), Folin-Ciocalteu's reagent, gallic acid,

Table 1. Ingredients of *Jeung-Pyun* added with different amount loquat leaf powder

Ingredients (g)	Loquat leaf powder content (%) ¹⁾				
	Control	1.5%	3%	4.5%	6%
Rice flour	300	295.5	291	286.5	282
Loquat leaf powder	0	4.5	9	13.5	18
Sugar	45	45	45	45	45
Salt	3	3	3	3	3
Rice wine	90	90	90	90	90
water	90	90	90	90	90

¹⁾Control: rice flour without loquat leaf powder, 1.5%: rice flour with 1.5% loquat leaf powder, 3%: rice flour with 3% loquat leaf powder, 4.5%: rice flour with 4.5% loquat leaf powder, 6%: rice flour with 6% loquat leaf powder.

quercetin은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고, 그 외의 시약은 1급을 사용하였다.

증편의 제조

비파잎 분말 첨가 증편 제조는 Lee와 Park(2011)의 선행 연구를 참고하여 예비실험을 통해 쌀가루 100 g을 기준으로 비파잎 분말을 0%, 1.5%, 3%, 4.5%, 6%의 비율로 첨가하였으며 Table 1의 재료 배합비에 따라 제조하였다. 쌀가루와 분말의 비파잎 분말을 골고루 섞은 후 체에 친 다음 물과 막걸리에 소금, 설탕을 녹인 후 체 친 분말을 넣어 3분간 반죽하였다. 용기에 담아 랍을 씌워 incubator(IB-600M, Jeio Tech Co., Daejeon, Korea)에서 37°C에서 4시간 1차 발효 후 가스를 제거하고, 2차 발효는 37°C에서 1시간 발효하였다. 증편 틀(밑지름 3.8 cm, 윗지름 4.5 cm, 높이 2 cm)에 반죽 30 g을 담아 찜통에 15분간 찌고 불을 끈 후 5분간 뜸 들이고 증편틀에서 꺼내었다. 제조된 증편은 실온에서 30분간 방랭한 후에 시료로 사용하였다.

비파잎과 비파잎 분말 첨가 증편 추출물 제조

비파잎 분말 10 g에 20배수에 해당하는 70% 에탄올을 첨가하여 초음파 추출기(5510-P-DTH, branson ultrasonics corporation, Hampton, VA, USA)로 20분씩 3회 반복하여 추출하였다. 추출물은 Whatman No. 2(Cat No 1002-110, Whatman international Ltd., Maidstone, England)로 여과한 후 rotary vacuum evaporator(NVC-2100, EYELA, Tokyo, Japan)로 감압농축하였고, 동결건조하여 -40°C에서 보관하였다. 동결건조한 비파잎 분말은 각 실험법에 맞추어 증류수, 95% 에탄올에 용해한 후 적절한 농도로 희석하여 사용하였다.

비파잎 분말 첨가 증편은 증편 5 g에 70% 에탄올 45 mL를 가하여 shaking incubator(SI-900R, JEJIO TECH, Kimpo, Korea)에서 24°C에서 24시간 동안 100 rpm으로 추출한 후 여과하여 시료로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

비파잎과 비파잎 분말 첨가 증편의 총 폴리페놀의 함량은 Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였으며(Singleton과 Rossi, 1965), 150 μ L의 시료액과 2,400 μ L의 증류수에 2 N Folin-Ciocalteu reagent 50 μ L를 가하여 3분간 방치하고, 300 μ L의 1 N Na_2CO_3 를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 다음 UV/VIS 분광광도계(T60UV, PG Instruments Ltd., Wibtoft, England)를 이용해 흡광도를 725 nm에서 측정하였다. 검량선 작성 시 표준물질로 gallic acid를 사용하였으며, mg GAE/g으로 나타내었고, 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 측정

비파잎과 비파잎 분말 첨가 증편의 총 플라보노이드 함량은 Davis 방법을 일부 변형시킨 Um과 Kim(2007)의 연구를 응용하여 측정하였다. 1 mL의 시료액에 99% diethylene glycol 10 mL와 1 mL의 1 N NaOH를 가한 후 1시간 동안 37°C에서 방치하고 UV/VIS 분광광도계(T60UV, PG Instruments)를 이용해 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin을 사용하여 표준곡선을 구하였고, 총 플라보노이드 함량을 mg QE/g으로 나타내었다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거 활성 측정

비파잎과 비파잎 분말 첨가 증편의 DPPH(1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디칼 소거 활성은 Blois(1958)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료액은 추출액 5 mL와 증류수 45 mL를 가하여 희석 후 사용하였다. 희석한 시료액 3 mL에 DPPH 용액(1.5×10^{-4} M) 1 mL를 가하여 교반한 후 30분 간 암소에서 방치하였다. 그 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며 대조군의 흡광도를 시료액 대신 에탄올을 가해 측정하여 DPPH 라디칼 소거 활성을 백분율(%)로 나타냈다. 실험은 3회 반복한 후 평균값과 표준편차로 나타내었다.

DPPH free radical scavenging activity (%) =

$(1 - \text{sample absorbance} / \text{control absorbance}) \times 100$

ABTS 라디칼 소거 활성 측정

비파잎 분말과 증편의 ABTS 라디칼 소거 활성은 Re 등(1999)과 Siddhuraju와 Becker(2007)의 방법에 준하여 측정하였다. 증류수에 7.0 mM ABTS 용액과 2.4 mM potassium persulfate 용액을 각각 혼합하여 12시간 동안 암소에 반응시켜 ABTS 라디칼을 만들었다. ABTS 라디칼이 생성된 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 0.700 ± 0.02 가 되도록 PBS buffer로 희석하여 조정하였다. ABTS 용액 900 μ L에 100 μ L의 시료액을 가한 후 1분 간격으로 6분간 UV/VIS 분광광도계를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군의 흡광도는 시료액 대신 에탄올을 가하여 함께 측정하여 ABTS 라디칼 소거 활성을 백분율로 나타내었고, 3회

반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

비파잎 분말 첨가 증편의 품질 특성

pH 및 당도 측정: 비파잎 분말 첨가 증편 5 g에 증류수 45 g을 넣어 bag mixer(Model 400, Interscience, Mouriou, France)로 균질화 시킨 후 사용하였다. 비파잎 분말 첨가 증편의 pH는 pH meter(pH meter F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)를 사용하여 각 시료를 3회 반복 측정하고 평균값을 구하였다. 당도는 당도계(PAL-1, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 각 시료를 3회 반복 측정하고 평균값을 °Brix로 나타내었다.

수분함량 측정: 비파잎 분말 증편의 수분함량은 상압가열 건조법에 따라 105°C의 dry oven(OF-22GW, Jeio Tech Co.)에서 측정하였고, 각 실험은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

색도 측정: 증편의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 비파잎 증편의 표면의 L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 3회 측정하였다. 측정 시 사용한 표준 백색판의 L값은 93.70, a값은 -0.15, b값은 3.71이었고, 각 실험은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

조직감 측정: 비파잎 분말 첨가하여 제조한 증편의 조직감은 Choi 등(2019)의 연구를 응용하여 측정하였다. texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Co., Haslemere, UK)를 사용하여 texture profile analysis(TPA)로 측정하였고 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 분석하였다. 모두 10회 반복 측정하였으며 이때 probe는 지름 75 mm의 원통형을 사용하였고, 측정조건은 pre-test speed 5.0 mm/sec, test speed 5.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, distance 10.0 mm, time 5.00 sec, trigger force 5.0 g의 조건으로 측정하였다.

증편의 구조 관찰: 증편의 내부조직은 증편의 중심부를 $0.3 \times 0.3 \times 0.1$ cm 이하로 잘라 동결건조 후 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, JSM-7600F, JEOL, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다. 시료 전 처리는 sputtering 장비(Sputter Coater 108 AUTO, JEOL)를 이용하여 코팅하였고, 코팅 조건은 35 mA 출력, 70초간 백금 코팅하였다. 이미지 분석은 15.0 Kv의 가속전압에서 50배 확대하여 검정하였다.

관능검사

비파잎 분말 첨가 증편에 대한 관능검사는 강도 특성과 기호도 검사를 실시하였다. 관능검사 시 패널은 관능검사 경험이 있는 숙명여자대학교 식품영양학 전공자 15명으로 선정하고 실시 전에 실험목적과 평가항목들에 관해 설명한 후 관능검사에 대한 사전 교육을 한 다음 검사에 참여하도록 했다. 시료는 증편을 제조하여 30분 동안 방랭한 것을 이용

Table 2. Total polyphenol, flavonoid content and antioxidant activities of loquat leaf 70% ethanol extract

	Loquat leaf 70% ethanol extract
Total polyphenol content (mg GAE ¹⁾ /g)	169.30
Total flavonoid content (mg QE ² /g)	74.49
DPPH IC ₅₀ (μg/mL)	9.76
ABTS IC ₅₀ (μg/mL)	86.63

¹⁾GAE: gallic acid equivalent.²⁾QE: quercetin equivalent.

하였고, 각 시료는 3자리 숫자를 무작위로 조합해서 주어졌으며, 증편을 일정한 크기(2×2×2 cm)로 잘라서 일회용 백색 폴리에틸렌 접시에 담아 제공하였다. 강도 특성 검사의 평가 항목은 색, 쓴맛, 비파잎 향, 촉촉한 정도에 대하여 7점 만점(1점: 매우 약하다, 7점: 매우 강하다)으로 평가하였다. 기호도 검사의 평가 항목은 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 대해 7점 만점(1점: 매우 싫다, 7점: 매우 좋다)으로 평가하였다. 관능검사는 숙명여자대학교 생명윤리위원회에서 승인을 받았으며(SMWU-2106-HR-053) 규정에 따라 시행하였다.

통계처리

본 연구의 통계처리는 SPSS 프로그램(Statistical Analysis Program, version 25, IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, 평균과 표준편차로 나타내었다. 실험의 유의성 검증을 위해 일원배치분산분석(one-way analysis of variance, ANOVA)을 실시하였으며 5% 유의수준에서 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다. 비파잎 분말 첨가 증편의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, 항산화능의 상관관계는 상관분석을 실시하여 $P < 0.05$ 수준에서 Pearson 계수로 상관도를 검정하여 결과를 나타내었다.

결과 및 고찰

비파잎 분말과 증편의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

비파잎 분말의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은

Table 2에 표시하였으며, 각각 169.30 mg GAE/g, 74.49 mg QE/g으로 측정되었다. 페놀은 다양한 생리활성을 가지고 식물성 식품에 가장 많은 양이 포함된 2차 대사산물이며, 식물성 폴리페놀의 가장 큰 부류는 플라보노이드로 높은 항산화 활성을 가진다(Kim 등, 2021).

증편의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 Table 3에 제시하였으며, 증편 대조군의 총 폴리페놀 함량은 37.67 mg GAE/100 g이며 비파잎 분말 첨가군은 52.48~91.40 mg GAE/100 g으로 비파잎 분말 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 유의적으로 증가하였다($P < 0.001$). 주박 추출물 분말을 첨가한 증편(Ko와 Shim, 2014)과 비트 분말을 첨가한 증편(Jeong 등, 2014)에서도 부재료 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀의 함량이 증가한다고 보고하였다.

총 플라보노이드 함량은 대조군에서 18.62 mg QE/100 g으로 나타났고, 비파잎 분말 첨가군에서는 24.35~49.35 mg QE/100 g으로 첨가량에 비례하여 증가하였다($P < 0.001$). 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 대조군에 비해 비파잎 분말 첨가군에서 높은 값을 나타내어 비파잎의 항산화능을 확인할 수 있었다. Hwang 등(2010)은 비파잎의 이화학적 성분과 항산화 효과 연구에서 비파잎 추출물의 농도가 높아짐에 따라 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 증가하였으며, 비파잎을 기능성 성분으로 식품에 첨가할 경우 식품의 항산화 활성을 증가시킬 수 있다고 보고하였다. 따라서 비파잎 분말을 첨가하여 증편의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 증가시키는 것은 바람직한 방법이라 생각된다.

비파잎 분말과 증편의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성

비파잎 분말의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Table 2에 표시하였으며, 라디칼 소거 활성이 50%가 되는 농도인 IC₅₀값은 DPPH 라디칼 소거 활성 같은 경우 9.76 μg/mL이고 ABTS는 86.63 μg/mL로 측정되었다.

비파잎 분말 첨가 증편의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성에 대한 결과는 Table 3과 같다. 대조군 증편의 DPPH 라디칼 소거 활성은 8.97%인데 비해 비파잎 분말 첨가군의 DPPH 라디칼 소거 활성은 8.97~88.30%로 높은 소거 활성

Table 3. Total polyphenol, flavonoid content and antioxidant activities of *Jeung-Pyun* added with different amount loquat leaf powder

	Loquat leaf powder content (%)					F-value
	Control	1.5%	3%	4.5%	6%	
Total polyphenol content (mg GAE ¹⁾ /100 g)	37.67±3.82 ^{c3)4)}	52.48±0.71 ^d	64.34±3.30 ^c	79.88±1.80 ^b	91.40±2.07 ^a	183.59 ^{***}
Total flavonoid content (mg QE ² /100 g)	18.62±3.26 ^c	24.35±1.43 ^d	34.78±1.23 ^c	41.20±2.92 ^b	49.35±1.13 ^a	94.16 ^{***}
DPPH (%)	8.97±5.69 ^c	18.72±6.01 ^d	44.30±5.40 ^c	61.78±1.06 ^b	88.30±2.84 ^a	145.40 ^{***}
ABTS (%)	32.70±3.27 ^c	44.36±2.60 ^d	64.70±3.69 ^c	70.27±2.89 ^b	95.39±0.95 ^a	219.69 ^{***}

¹⁾GAE: gallic acid equivalent.²⁾QE: quercetin equivalent.³⁾All values are mean±SD.⁴⁾Values with different letters (a-e) within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).^{***} $P < 0.001$.

을 나타내 시료 첨가량에 비례하여 그 활성이 증가하는 결과를 보여주었다($P<0.001$).

ABTS 라디칼 소거 활성은 대조군이 32.70%, 비파잎 분말 첨가군에서 44.36~95.39%로 유의하게 높아지는 활성을 나타내었다($P<0.001$). DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 페놀성 물질 함량이 높을수록 소거 활성이 증가되며, DPPH 라디칼 소거 활성과 ABTS 소거 활성은 유의적인 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다(Villaño 등, 2007). 또한 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 폴리페놀의 함량이 증가할수록 같이 증가하며, 페놀 화합물의 종류가 다른 경우에는 두 기질에 결합하는 정도와 라디칼 소거 활성에 차이가 생긴다(Lee 등, 2005). 강황을 첨가한 증편에서도 시료 첨가량에 따라 증편의 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 것으로 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었고(Shin과 Joung, 2018), 비파잎을 첨가한 쿠키에서도 비파잎 첨가량에 따라 증편의 활성이 유의적으로 증가하였다(Cho와 Kim, 2013). 따라서 비파잎 분말을 증편에 첨가하는 것은 항산화 활성을 높이는 바람직한 방법이라 생각된다.

비파잎 분말 첨가 증편의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량, 항산화 활성 간의 상관관계

비파잎 분말 첨가 증편의 총 페놀 화합물 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성이 비파잎 분말 첨가량에 비례해서 증가하였으며, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화 활성의 상관관계를 분석하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 총 플라보노이드와 $r=0.984$ ($P<0.01$)로 양의 상관관계를 나타내었으며, DPPH 라디칼 소거 활성과 $r=0.977$ ($P<0.01$)로 양의 상관관계, ABTS 라디칼 소거 활성과 $r=0.970$ ($P<0.01$)로 양의 상관관계를 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 DPPH 라디칼 소거 활성과 $r=0.990$ ($P<0.01$)로 양의 상관관계를 나타내었고, ABTS 라디칼 소거 활성과 $r=0.974$ ($P<0.01$)로 양의 상관관계를 나타내었다. DPPH 라디칼 소거 활성은 ABTS 라디칼 소거 활성과 $r=0.977$ ($P<0.01$)로 양의 상관관계를 나타내었다. Gheldof와 Engeseth(2002)의 연구에 따르면 일반적으로 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드, 항산화 활성 간에 양의 상관관계가 나타나고, 항산화능의 주된 성분이 폴리페놀 성분이라고 보고된 바 있으며 이에 증편에 비파잎 분말을 첨가할 경우 항산화능을 증가시켜 바람직하다고 생각된다.

비파잎 분말 첨가 증편의 품질 특성

pH 및 당도: 비파잎 첨가량을 달리한 증편의 pH와 당도는 Table 5와 같다. 증편의 pH는 대조군이 5.06으로 가장 낮았으며, 비파잎 첨가군 1.5%에서 5.17, 3%에서 5.21, 4.5%에서 5.24, 그리고 6%에서는 가장 높은 5.30으로 나타나 비파잎 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다($P<0.001$). 연잎 분말을 첨가한 증편(Kim과 Park, 2010)과 하수오를 첨가한 증편(Lee와 Park, 2011), 현미를 첨가한 증편(Jeong 등, 2011)에서 시료의 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하는 것으로 보고하여 본 결과와 유사하였다. 본 실험에서 사용한 비파잎의 pH는 6.00이며, 멥쌀가루는 5.82로 측정되어 비파잎이 쌀가루보다 높은 pH를 보였기 때문에 증편의 pH가 증가하였다고 생각된다.

증편 대조군의 당도는 16.00°Brix였고 비파잎 분말 첨가 증편은 16.33~18.67°Brix로 비파잎의 첨가량이 증가함에 따라 당도가 증가하는 결과를 나타내었다($P<0.01$). 이는 복분자를 첨가한 증편의 당도가 증가한 결과와 유사하였고(Choi와 Seo, 2012), Bae와 Shim(1998)의 연구에 의하면 비파잎의 유리당 함량은 fructose, glucose 및 xylose 등의 순으로 높게 나타났다고 보고되었으며, 증편의 당도 증가의 원인이 비파잎에 함유된 다양한 유리당 때문이라고 생각된다.

수분함량: 비파잎 분말 첨가비율을 달리하여 제조한 증편의 수분함량은 Table 5와 같다. 수분함량은 대조군이 47.70%로 수분함량이 가장 높았고, 비파잎 분말을 첨가한 증편은 38.04~47.03%로 첨가량이 증가할수록 수분함량이 감소하였다($P<0.01$). 비파잎 분말을 첨가한 증편의 연구에서 멥쌀가루의 수분함량은 35.55%였고, 비파잎 분말의 수분함량은 11.41%로 비파잎 분말을 첨가할수록 수분함량이 유의적으로 감소하였다(Kang, 2015). 멥쌀가루보다 수분함량이 적은 비파잎 분말의 함량이 늘어남에 따라 수분함량이 많은 멥쌀가루가 줄어들어 비파잎 분말을 첨가할수록 수분함량이 감소하는 것으로 보이며 로즈마리 분말을 첨가한 증편에서도 유사한 결과를 나타내었다(Kang 등, 2006).

색도: 비파잎 분말 첨가량에 따른 증편의 색도 측정 결과는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 L값은 비파잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 증편의 색이 어두워지는 결과를 나타내었다. 증편의 L값은 대조군에서 70.24로 가장 높게 나타났고, 6% 첨가군에서는 42.07로 가장 낮았다($P<0.001$). 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 -1.81

Table 4. Correlation between total polyphenol, flavonoid content, and antioxidant activity of *Jeung-Pyun* added with different amount loquat leaf powder

	Total polyphenol content	Total flavonoid content	DPPH	ABTS
Total polyphenol content	1			
Total flavonoid content	0.984**	1		
DPPH	0.977**	0.990**	1	
ABTS	0.970**	0.974**	0.977**	1

** $P<0.01$.

Table 5. Quality characteristics of *Jeung-Pycxun* added with different amount loquat leaf powder

Properties	Loquat leaf powder content (%)					F-value
	Control	1.5%	3%	4.5%	6%	
pH	5.06±0.02 ^{d1)2)}	5.17±0.03 ^c	5.21±0.01 ^b	5.24±0.01 ^b	5.30±0.01 ^a	85.75 ^{***}
Sugar contents (°Brix)	16.00±0.00 ^c	16.33±0.06 ^c	16.67±0.06 ^{bc}	17.33±0.06 ^b	18.67±0.06 ^a	12.50 ^{**}
Moisture contents (%)	47.70±1.96 ^a	47.03±0.48 ^{ab}	44.12±0.84 ^{bc}	43.79±1.14 ^c	38.04±1.82 ^d	17.661 ^{**}
Color L	70.24±0.72 ^a	52.93±0.44 ^b	48.25±0.57 ^c	44.92±0.65 ^d	42.07±0.29 ^e	1,204.77 ^{***}
a	-1.81±0.09 ^c	-0.15±0.07 ^d	1.18±0.10 ^c	2.06±0.15 ^b	2.76±0.10 ^a	934.80 ^{***}
b	4.39±0.31 ^d	18.70±0.37 ^c	22.45±0.46 ^b	23.30±1.10 ^{ab}	23.69±0.39 ^a	548.80 ^{***}

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾Values with different letters (a-e) within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

^{*} $P<0.01$, ^{***} $P<0.001$.

로 가장 낮았고 L값과는 반대로 비파잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 6% 첨가군이 2.76으로 가장 높았으며, 황색도를 나타내는 b값도 이와 비슷하게 대조군 4.39에서 6% 첨가군 23.69로 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다($P<0.001$). 이는 원재료인 비파잎 분말 자체의 색이 반영되었기 때문으로 생각되며 비파잎 분말을 첨가한 국수의 연구에서도 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아졌고 a와 b값은 증가하였는데, 이는 본 연구의 결과와 같았다 (Pack과 Cho, 2011).

텍스처: 비파잎 분말 첨가 증편의 조직감 측정 결과는 Table 6와 같다. 경도(hardness)는 비파잎 분말의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 결과를 보였다($P<0.001$). 경도는 저장 중 전분질 식품의 노화와 긴밀한 연관이 있어 비파잎 분말을 첨가할수록 경도가 낮아져 노화를 지연할 수 있다고 생각된다(Kim, 2005). 이는 비파잎을 첨가한 절편(Kang, 2015)의 연구에서 비파잎 분말의 첨가량이 증가할수록 경도는 낮아지는 결과를 나타냈으며, 이는 본 연구와 유사한

결과이다. 응집성(cohesiveness)은 비파잎 분말을 첨가할수록 높아지는 결과를 보였다($P<0.01$). 이러한 결과는 비파잎을 첨가한 국수와 유사하였다(Pack과 Cho, 2011). 탄력성(springiness)은 대조군에서 0.94로 가장 낮았으며, 1.5%, 3%, 4.5%에서는 차이가 없었으나 6% 첨가군에서 0.98로 가장 높았다($P<0.05$). 비파잎 분말을 첨가할수록 탄력성이 증가하는 결과를 보였으며, 이는 타피오카 분말을 첨가한 증편과 유사하였다(Yoo와 Shim, 2006). 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 대조군에 비해 비파잎 분말 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 나타내어 비파잎 분말 첨가는 비교적 부드러운 증편 제조의 가능성을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 천년초 열매 분말을 첨가한 증편과 유사하였으며(Cho 등, 2007), 비파잎을 첨가한 절편에서도 비파잎 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 감소하는 결과를 보였다 (Kang, 2015).

증편의 구조 관찰: 전체적인 증편의 기공의 형태와 분포, 미세구조를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하여 Fig. 1에

Table 6. Texture of *Jeung-Pyun* added with different amount loquat leaf powder

Texture	Loquat leaf powder content (%)					F-value
	Control	1.5%	3%	4.5%	6%	
Hardness (g/cm ²)	1,447.00±94.80 ^{a2)3)}	1,009.23±50.77 ^b	911.37±38.03 ^{bc}	868.90±25.37 ^c	669.0±84.47 ^d	60.01 ^{***}
Cohesiveness	0.83±0.04 ^b	0.83±0.00 ^b	0.84±0.00 ^b	0.86±0.02 ^b	0.89±0.02 ^a	9.94 ^{**}
Springiness	0.94±0.02 ^b	0.97±0.01 ^a	0.97±0.01 ^a	0.97±0.02 ^a	0.98±0.01 ^a	3.55 [*]
Gumminess	1,292.17±120.87 ^a	868.18±46.30 ^b	765.65±35.67 ^{bc}	722.27±34.29 ^c	555.52±58.86 ^d	50.56 ^{***}
Chewiness	1,208.46±110.85 ^a	837.75±35.80 ^b	738.92±27.70 ^{bc}	698.22±28.48 ^c	544.48±235.96 ^d	50.19 ^{***}

¹⁾All values are mean±SD.

²⁾Values with different letters (a-d) within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

^{*} $P<0.05$, ^{**} $P<0.01$, ^{***} $P<0.001$.

Fig. 1. Scanning electron micrography (SEM) of *Jeung-Pyun* added with different amount loquat leaf powder ($\times 50$). Control: rice flour without loquat leaf powder, 1.5%: rice flour with 1.5% loquat leaf powder, 3%: rice flour with 3% loquat leaf powder, 4.5%: rice flour with 4.5% loquat leaf powder, 6%: rice flour with 6% loquat leaf powder.

Table 7. Sensory evaluations of *Jeung-Pyun* added with different amount loquat leaf powder

Properties		Loquat leaf powder content (%)					F-value
		Control ¹⁾	1.5%	3%	4.5%	6%	
Intensity rating	Color	1.53±1.06 ^{d2)3)}	3.33±0.62 ^c	4.67±0.72 ^b	5.73±0.59 ^a	6.13±1.25 ^a	67.39 ^{***}
	Loquat leaf flavor	1.00±0.00 ^e	2.60±0.63 ^d	3.67±0.72 ^c	5.20±0.77 ^b	6.53±0.64 ^a	181.64 ^{***}
	Bitterness	1.00±0.00 ^e	2.27±0.59 ^d	3.13±0.83 ^c	4.13±0.99 ^b	5.57±1.50 ^a	55.65 ^{***}
	Moistness	4.40±1.30 ^a	4.33±0.82 ^a	3.80±0.77 ^a	4.07±0.96 ^a	2.47±1.13 ^b	9.09 ^{***}
Acceptability	Color	3.60±1.24 ^c	4.47±0.99 ^b	5.00±0.76 ^{ab}	5.53±0.99 ^a	3.33±1.35 ^c	10.91 ^{***}
	Flavor	3.53±1.19 ^b	4.60±0.99 ^a	4.73±0.70 ^a	5.07±0.70 ^a	3.47±1.51 ^b	7.14 ^{***}
	Texture	4.46±1.06 ^a	4.93±1.03 ^a	4.93±0.70 ^a	5.13±0.83 ^a	3.07±1.39 ^b	10.01 ^{***}
	Taste	3.80±0.94 ^b	4.87±0.74 ^a	5.20±0.68 ^a	5.20±0.86 ^a	2.87±1.41 ^c	17.08 ^{***}
	Overall acceptability	3.73±0.80 ^b	4.67±0.72 ^a	5.13±0.92 ^a	5.27±0.80 ^a	3.40±1.40 ^b	11.38 ^{***}

¹⁾All values are mean±SD.²⁾Values with different letter (a-e) within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).^{***} $P<0.001$.

나타내었다. 비파잎 분말 대조 증편은 기공의 크기가 작고 균일했으나 비파잎 분말 첨가 증편의 기공은 대조군에 비해 크기가 더 컸으며 비파잎 분말의 첨가량이 증가할수록 기공이 커지고 수가 감소했다. 비파잎 분말 첨가량이 4.5% 이상부터는 기공의 크기가 더욱 커지고 불규칙하며 허물어지면서 기공이 합쳐지는 현상을 보였다. 이러한 결과는 홍삼을 첨가한 증편(Kim, 2005)과 주박 추출물을 첨가한 증편(Ko와 Shim, 2014)에서도 비슷한 결과를 보였다. 증편 반죽의 발효 과정에서 형성되는 망상구조는 반죽 속에 존재하는 미생물들이 생산해내는 물질들과 쌀 단백질 간의 상호작용에 의한 것이며 이는 밀의 글루텐이 나타내는 망상구조 형성과 유사한 성질을 나타낸다고 하였다(Kang과 Kang, 1996). 증편의 기공의 크기가 불규칙적이고 큰 것은 발효를 거치면서 산, 알코올, 휘발성 향기가 생성되고, 단백질 막은 탄산가스를 포집하여 증기에 의해서 팽창하기 때문이며 쌀 단백질의 특유의 신축성과 탄력성 부족으로 기공이 균일하지 않다고 보고하였다(Chung 등, 2005).

관능검사

비파잎 첨가 증편의 강도 특성 및 기호도 특성에 대한 관능검사 결과는 Table 7에 나타내었다. 강도 특성 검사 평가 항목 중 외관의 색은 비파잎을 첨가할수록 강도가 유의적으로 높게 평가되었다($P<0.001$). 비파잎의 향에서는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났다($P<0.001$). 비파잎의 쓴맛의 강도도 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높게 평가되었으며($P<0.001$), 조직감인 촉촉한 정도는 비파잎을 첨가한 증편이 대조군에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.001$). 촉촉한 정도는 대조군이 4.40점으로 가장 높았고, 비파잎 첨가군은 1.5% 첨가군이 4.33점, 4.5% 및 6%는 각각 4.07점, 2.47점으로 대조군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.001$). 이는 비파잎 분말 첨가량에 따른 증편의 수분함량 감소에 기인한 것으로 수분함량이 감소할수록 촉촉한 정도도 감소하는 것으로 보여진다. 이러한 결과는 유자분말을 첨가한 증편과 유사하였다(Park과 Yoon, 2020).

기호도 검사 결과 평가 항목 중 색은 비파잎 3% 첨가군과 4.5% 첨가군이 5.00점 및 5.53점으로 대조군과 6% 첨가군에 비하여 유의적으로 높았다($P<0.001$). 증편 외관의 색이 강해질수록 기호도가 높아지는 결과를 보였으나 비파잎 분말을 6% 이상 첨가하게 되면 녹색이 지나치게 증가하여 기호도가 오히려 감소하는 결과를 나타내었다. 향은 비파잎 4.5% 첨가 시 5.07점으로 가장 높았으며, 대조군이나 6% 첨가군에 비하여 유의적으로 높게 나타나 비파잎 첨가에 따른 향에 대한 기호도는 4.5%를 선호하는 것으로 나타났다($P<0.001$). 비파잎에는 꽃향기 성분인 D-nerolidol이 많이 들어 있어 향에 긍정적인 영향을 주었으나 6% 이상 첨가하게 되면 이러한 향이 짙어져서 기호도가 낮아지는 것으로 보여진다(Bae와 Shim, 1998). 조직감에 대한 기호도는 비파잎 4.5% 첨가군이 5.13점으로 가장 높았고, 비파잎 1.5% 첨가군과 3% 첨가군의 경우 동일하게 4.93점으로 4.5% 첨가군보다는 낮았지만 대조군의 4.46점과 6% 첨가군의 3.07점보다 높았다. 이는 강도 특성 검사에서 비파잎 분말 첨가량이 6%로 높을 경우에 증편의 촉촉한 정도가 낮아졌기 때문으로 생각되며, 촉촉한 정도가 감소함에 따라 조직감에 대한 기호도가 낮아지는 것으로 생각된다. 맛은 대조군의 경우 3.80점으로 낮았으나 비파잎 3% 첨가군과 4.5% 첨가군이 동일하게 5.2점, 비파잎 6% 첨가군이 2.87점으로 낮았다. 비파잎에는 glutamic acid 및 aspartic acid 등 다양한 유리아미노산이 들어있어 맛을 좋게 하지만 6% 이상 첨가할 경우 이러한 맛이 강해져서 기호도가 낮아지는 것으로 보여진다(Hwang 등, 2010). 전체적인 기호도는 대조군이 3.73점이었고, 비파잎 4.5% 첨가군은 5.27점으로 가장 높았다. 이상의 결과를 종합적으로 고려해 볼 때 증편 제조 시 비파잎의 첨가로 인해 증편의 품질 및 관능적 특성이 개선되고 항산화능이 우수하여 기능성 증편으로서의 개발이 바람직할 것으로 기대된다. 또한, 강도 특성 및 기호도 검사를 실시한 관능검사 결과를 고려할 때 증편에 첨가하는 비파잎의 양은 4.5% 첨가가 적당한 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 비파잎을 기능성 소재로 활용 가능성을 알아보고 비파잎 분말을 이용한 기능성 식품으로 증편 개발을 위해 비파잎 분말을 각각 0%, 1.5%, 3%, 4.5%, 6%를 첨가한 증편을 제조하여 증편의 항산화 활성 및 품질 특성을 분석하였다. 비파잎 분말의 총 폴리페놀은 169.30 mg GAE/g이었으며, 이를 증편에 첨가한 경우 시료 첨가량에 비례하여 총 폴리페놀 함량이 증가했다. 비파잎 분말의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정한 결과 IC₅₀값은 각각 9.76 µg/g, 86.63 µg/g으로 나타났다. 또한, 제조된 증편의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성도 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 결과를 나타내었다. 비파잎 분말을 첨가한 증편의 품질 평가로는 pH, 당도, 수분함량, 조직감, 주사전자현미경(SEM) 관찰을 실시하였다. 증편의 pH 및 당도는 첨가량에 따라 증가하는 결과를 나타내었으며, 수분함량은 비파잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 증편의 색도는 비파잎 분말 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아지고 a값과 b값은 증가하는 유의적인 차이를 보였다. 조직감 중 경도와 겹침성은 감소하는 결과를 나타내었으며, 응집성과 탄력성은 증가하는 결과를 나타내었다. 증편의 주사전자현미경(SEM) 관찰에서는 비파잎 분말 첨가량에 따라 기공 크기가 커지고 불규칙적으로 변하는 결과를 관찰하였다. 증편의 특성 강도 검사에서는 비파잎 분말의 첨가량이 증가할수록 비파잎의 색과 향, 쓴맛이 증가하였고, 촉촉한 정도는 감소하는 결과를 얻었다. 기호도 검사에서는 전반적으로 비파잎 분말 4.5% 첨가군에서 가장 높게 평가되었고 다음으로 3% 첨가군이 높은 점수를 받았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 증편에 비파잎 분말을 첨가하는 것은 항산화능이 증가하여 증편의 가치를 높일 수 있고, 건강지향적인 측면을 고려한 증편 개발이 가능할 것으로 생각된다. 특히 비파잎 분말 4.5% 첨가 수준이 전반적인 기호도와 생리활성 측면에서 증편의 가치를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Bae YI, Jeong CH, Shim KH. Nitrite-scavenging antimutagenic effects of various solvent extract from different parts of loquat (*Eriobotrya japonica*, Lindl.). Korean J Food Preserv. 2002. 9:92-96.
- Bae YI, Shim KH. Nutrition components in different parts of Korean loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Korean J Postharvest Sci Technol. 1998. 5:57-63.
- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature. 1958. 181:1199-1200.
- Cha GH, Lee HG. Sensory physicochemical characteristics and storage time of *Daechu-Injeulmi* added with various levels of chopping jujube. Korean J Soc Food Sci. 2001. 17:29-42.
- Cho EJ, Kim MJ, Choi WS. Quality properties of *Jeung-pyun* with added with prickly pear (*Cheonnyuncho*) powder. J East Asian Soc Diet Life. 2007. 17:903-910.
- Cho HS, Kim KH. Quality characteristics of cookies prepared with *Loquat* (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:1799-1804.
- Choi BK, Park SY, Ha SD, Kum JS, Lee HY, Park JD. Effect of drying methods of rice flour on growth properties of *Bacillus cereus* and *Enterobacter sakazakii*. Korean J Food Sci Technol. 2007. 39:295-298.
- Choi E, Chung L. Quality characteristics of *Jeung-Pyun* added with purple sweet potato. J Korean Soc Food Cult. 2017. 32:323-331.
- Choi ES, Park YM, Yoon HH. Quality characteristics of *Jeung-Pyun* Added with *Citrus junos* powder. Culi Sci & Hos Res. 2019. 25(8):112-118.
- Choi JJ, Seo BH. A study on quality characteristics of *Jeung-pyeon* with added *Rubus coreanus* Miquel. J East Asian Soc Diet Life. 2012. 22:52-61.
- Choi SE, Lee JM. Standardization for the preparation of traditional *Jeung-Pyun*. Korean J Food Sci Technol. 1993. 25:655-665.
- Choi WS, Chae KY. Quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of apricot paste. Korean J Food Cook Sci. 2012. 28:695-701.
- Chung HJ, Joo SY, Kim WJ. Preparation of *Jeung-Pyun* added with ultrafiltered power of sunmul. Korean J Food Cook Sci. 2005. 21:647-654.
- Gheldof N, Engeseth NJ. Antioxidants capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. J Agric Food Chem. 2002. 50:3050-3055.
- Hwang YG, Lee JJ, Kim AR, Lee MY. Chemical components and antioxidative effects of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf. Korean J Life Sci. 2010. 20:1625-1633.
- Jang SO. A study on consumer awareness, preference, and consumption behavior regarding rice cakes – with a focus on college students in Busan and the Yeongnam region –. Korean J Food Cook Sci. 2014. 30:547-555.
- Jeong SY, Park MJ, Lee SY. Quality characteristics of brown rice *Jeung-pyun*. Korean J Food Cult. 2011. 26:86-93.
- Jeong YZ, Jin SY, Han YS. Functional and quality characteristics of glutinous barley *Jeung-pyun* added with beet (*Beta vulgaris* L.) powder. Korean J Food & Nutr. 2014. 27:1-9.
- Jung JS, Park GG, Son BG. Physicochemical quality characteristics of *Jeung-pyun* of added with *Sansuyu* (Corni Fructus) fruit powder and wet-milled rice flour. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2020. 49:1121-1129.
- Kang MS, Kang MY. Changes in physicochemical properties of *Jeungpyun* (fermented and steamed rice cake) batter during fermentation time. J Korean Soc Food Nutr. 1996. 25:255-260.
- Kang SH, Lee KS, Yoon HH. Quality characteristics *Jeungpyun* with added rosemary powder. Korean J Food Cook Sci. 2006. 22:158-163.
- Kang YS. Quality characteristics of *Jeolpyun* with different ratios of loquat leaf powder. J East Asian Soc Diet Life. 2015. 25:842-849.
- Kim AR, Hwang YG, Lee JJ, Jung HO, Lee MY. Effects of *Eriobotrya japonica* Lindl. (loquat) leaf ethanol extract on cholesterol and antioxidative activity in rats fed a high-fat/high-cholesterol diet. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:673-681.
- Kim EM. Quality characteristics of *jeung-pyun* according to the level of red ginseng powder. Korean J Food Cook Sci. 2005. 21:209-216.
- Kim NM, Choi JH, Choi HY. Antioxidant activity and quality

- characteristics of cookies prepared with cacao bean husk (*Theobroma cacao* Linn.) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2021. 50:45-53.
- Kim SH, Park GS. Qualitative characteristics of *Jeung-Pyun* following the addition of lotus leaf powder. J East Asian Soc Diet Life. 2010. 20:60-68.
- Ko YS, Sim KH. Quality characteristics and antioxidant activity of *Jeung-pyun* added with *Ju-bak* powder. J East Asian Soc Diet Life. 2014. 24:190-200.
- Lee BY, Park EM, Kim EJ, Choi HD, Kim IH, Hwang JB. Analysis of chemical components of Korean loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. Korean J Food Sci Technol. 1996. 28: 428-432.
- Lee GS, Park GS. Quality characteristics of *jeungpyun* prepared with different ratios of *Polygonum multiflorum* Thunb powder. Korean J Food Cook Sci. 2011. 27:35-46.
- Lee H, Kim YK, Lee HJ, Lee JJ. Effects of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) ethanol extracts of different aerial parts on antioxidant activity and antiproliferation of human cancer cells. Korean J Community Living Sci. 2016a. 27:211-220.
- Lee HJ, Lee KH. Study of characteristics of Jeung-Pyun with leavening agent. J Korean Soc Food Cult. 2012. 27:751-758.
- Lee J, Kim SM. Quality characteristics of Jeung-Pyun manufactured with dutch coffee extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019. 48:328-334.
- Lee KI, Kim SM. Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2009. 38:267-273.
- Lee S, Park M, Kim OK, Lee J, Jun W. Anti-obesity effect of *Eriobotrya japonica* leaves extract on obese mice induced by high-fat diet. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2016b. 45:1202-1207.
- Lee SO, Kim MJ, Kim DG, Choi HJ. Antioxidative activities of temperature-stepwise water extracts from *Inonotus obliquus*. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2005. 34:139-147.
- Min OJ, Oh J, Kim HA, Kim MS, Baek HY, Kim YJ, et al. Effect of *Eriobotrya japonica* leaf and seed extracts on adipogenesis. Korean J Pharmacogn. 2010. 41:270-274.
- Pack ID, Cho HS. Quality characteristics of dried noodles with added loquat leaf powder. Korean J Food Cult. 2011. 26: 709-716.
- Pack ID. Quality characteristics of tofu added with *Loquat* (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. Korean J Food Cult. 2012. 27:521-527.
- Park GS, Park EJ. Quality characteristics of Jeungpyun added *Paecilomyces japonica* powder according to fermentation time. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2004. 33:1703-1708.
- Park YM, Yoon HH. Quantitative descriptive analysis of *Jeung-Pyun* added with *Citrus junos* powder. J East Asian Soc Diet Life. 2020. 30:226-234.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999. 26:1231-1237.
- 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. 2017. 30:635-643.
- Shin HJ, Kim KH, Hwang HR, Kim NY, Kim SH, Yook HS. Antioxidant activities of extract fractions of leaves from loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) by cultivars. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2012. 41:1029-1034.
- Shin SM, Joung KH. Quality characteristics of *Jeung-Pyun* added with turmeric powder. J Korea Acad Ind Coop Soc. 2018. 19:427-434.
- Siddhuraju P, Becker K. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. Food Chem. 2007. 101:10-19.
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic. 1965. 16:144-158.
- Um HJ, Kim GH. Studies on the flavonoid compositions of *Elsholtzia* spp.. Korean J Food & Nutr. 2007. 20:103-107.
- Villaño D, Fernández-Pachón MS, Moyá ML, Troncoso AM, García-Parrilla MC. Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. Talanta. 2007. 71:230-235.
- Woo KJ, Shin KS, Hahn YS. The study of changes of microbes during fermentation and qualittical properties in Jeung-Pyun added soybean. J East Asian Soc Diet Life. 1998. 8:162-172.
- Yang MO, Choi WS, Cho EJ. The quality properties of *Jeung-pyun* added with Citrus Fruits. J East Asian Soc Diet Life. 2007. 17:719-726.
- Yoo CH, Shim YH. Quality characteristics of *Jeung-pyun* with tapioca flour. Korean J Food Cook Sci. 2006. 22:396-401.