한작지(Korean J. Crop Sci.), 65(1): 40~46(2020)
DOI : https://doi.org/10.7740/kjcs.2020.65.1.040

ISSN 0252-9777(Print)
ISSN 2287-8432(Online)

Original Research Article

벼 품종 특성에 따른 쌀어묵의 품질 특성

김현주[1] · 이유영[1] · 이병원[1] · 우관식[2] · 조준현[3] · 이지혜[4] · 이병규[5,†]

Quality Characteristics of Fish Cakes Containing Flour Derived from Eight Rice Varieties

Hyun-Joo Kim[1], Yu-Young Lee[1], Byong Won Lee[1], Koan Sik Woo[2], Jun Hyeon Cho[3], Jihae Lee[4], and Byoungkyu Lee[5,†]

ABSTRACT In this study, we examined the quality of fish cakes prepared using the flour obtained from the following different rice varieties: Baekogchal, Dodamssal, Hangaru, Jeogjinju 2, Josaengheugchal, Saeminyeon, Saeilmi, and Shingil. The moisture content of the fish paste containing rice flour ranged from 67.40% to 69.90%, and was highest in the paste prepared using Baekogchal flour. The lipid and protein contents of the paste ranged from 0.05% to 0.43% and 11.36% to 11.69%, respectively, whereas the carbohydrate content was between 10.36% and 12.32%, and was highest in the paste prepared using Jeogjinju 2 flour. Fish cakes prepared using the flour from Baekogchal, Jeogjinju 2, and Josaengheugchal rice were found to have the hardest consistency. Sensory evaluations indicated that fish cakes prepared using Shingil flour had the best texture. Furthermore, the total polyphenol content was significantly higher in the fish cakes prepared using Josaengheugchal flour (165.12 mg GAE/100 g), whereas the DPPH and ABTS radical scavenging activities were significantly higher in the fish cakes prepared using Josaengheugchal flour (39.37 and 175.37 mg TE/100 g, respectively). In conclusion, we confirmed that the quality of fish cakes is affected by the characteristics of the flours obtained from different rice varieties. Among the varieties assessed, the quality of Shingil and Josaengheugchal varieties was suitable for preparing rice-containing fish cakes.

Keywords : cultivar, fish cake, quality, rice

쌀(Rice, *Orzya sativa* L.)은 세계 인구의 60% 이상이 소비하고 있으며, 아시아를 중심으로 약 40% 이상이 이를 주식으로 이용하고 있다(Huh *et al*., 2012). 하지만 국내 밥쌀용 쌀 소비량은 식생활의 서구화, 여성의 사회진출 및 맞벌이 부부 증가 등과 같은 다양한 사회적 변화로 2011년 71.2 kg에서 2016년 61.9 kg으로 매년 약 1~2 kg씩 계속 감소하고 있다(KOSIS, 2016). 또한 FTA 체결 등으로 인한 수입물량 증가 및 쌀 생산량 증가로 쌀의 신 수요창출을 위한 노력이 지속적으로 요구되고 있다. 쌀 소비 촉진을 위하여 다양한 종류의 즉석밥을 비롯하여 쌀쿠키, 쌀국수, 쌀음료 등과 같은 간편 제품이 꾸준히 개발되고 있다(Shin *et al*., 2016). 또한 밥쌀용뿐만 아니라 가공용도에 적합한 쌀을 이용한 가공제품 개발을 통해 쌀 소비 촉진을 위한 많은 연구결과가 발표되고 있으며 빨대, 점토 등과 같은 비식용 소재로서의 이용 가능성 연구도 추진되고 있다(Park *et al*., 2018).

어묵은 어육의 염용성 단백질을 용출시킨 고기풀에 각종

[1)]국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과 농업연구사 (Researcher, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea)
[2)]농촌진흥청 연구정책국 연구성과관리과 농업연구사 (Researcher, Research Policy Bureau, Rural Development Administration, Jeonju 55365, Korea)
[3)]국립식량과학원 남부작물부 논이용작물과 농업연구사 (Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 50424, Korea)
[4)]국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과 농업연구사 (Researcher, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Jeonju 55365, Korea)
[5)]국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과 농업연구관 (Senior Researcher, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon 16613, Korea)

[†]Corresponding author: Byoungkyu Lee; (Phone) +82-31-695-0620; (E-mail) bklee@korea.kr
<Received 28 November, 2019; Revised 13 January, 2020; Accepted 20 January, 2020>

ⓒ 본 학회지의 저작권은 한국작물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

첨가물 및 조미료 등의 부원료를 혼합하여 성형, 가열, 냉각시켜 만든 가공제품으로 어육 함량이 50% 이상 함유된 것을 말한다(Han & Lee, 2014). 어묵 가공을 위해 제조한 반죽은 가공형태에 따라 사용범위가 넓고 다양한 부원료의 배합이 가능하며 즉시 섭취할 수 있다는 장점과 더불어 비교적 저렴한 가격으로 인해 다양한 연령층이 즐겨 섭취하고 있다(Kim & Byun, 2009).

어묵의 품질은 색, 향, 탄력성 등에 의해 좌우되며, 특히 탄력성에 영향을 미치는 요인으로는 주원료인 어육의 선도와 어종, 부원료의 종류와 첨가량 및 수분함량 등이 있다. 어묵에 사용하는 부원료에는 전분, 식물성 및 동물성 단백질, 유지, 탄력증강제, 조미료, 보존료 등이 있으며, 이 중 전분은 어묵의 탄력을 보강하면서 중량을 늘리는 데에 많이 사용된다(Kwon & Lee, 2013). 특히, 어묵에 전분을 사용하게 되면 수분을 흡수하여 팽윤 및 호화된 전분이 보관 과정 중에서 이수되는 현상을 방지하여 어묵의 품질을 유지시켜준다(Han & Lee, 2014). 어묵은 단백질과 칼슘이 풍부하여 저칼로리, 저지방의 식품으로서 기호도가 매우 높아 소비자의 기호도에 맞춰 기능성 어묵이 개발되고 있다(Seo & Cho, 2012). 현재까지 기능성 증진 및 어묵의 가공적성 개선을 위해 발표된 연구는 단백질 첨가(Chung & Lee, 1996), 황기분말(Kim, 2011), 홍어분말(Cho & Kim, 2011), 마 분말(Kim & Byun, 2009) 및 양파(Park *et al*., 2004) 등이 있다. 어묵의 주요 부재료인 전분을 쌀가루로 대체하기 위한 연구(Kwon & Lee, 2013)는 시도된 바 있으나, 어떤 쌀 품종으로 만든 쌀가루가 어묵 제조에 적합한가에 관한 연구는 보고된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 쌀의 소비촉진의 일환으로 어묵의 부원료 중 하나인 전분을 쌀가루 대체하기 위하여 벼 품종 특성별로 쌀가루를 첨가하여 어묵을 제조하고, 이에 따른 이화학적 품질 특성 및 기능성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서는 고아밀로스(도담쌀, 새미면), 쌀가루 전용(신길, 한가루), 찰벼(백옥찰), 유색미(적진주2호, 조생흑찰) 품종을 이용하였다. 한가루는 국립식량과학원 중부작물부(경기 수원), 그 외 품종은 국립식량과학원 남부작물부(경남 밀양) 시험포장에서 재배 및 수확한 것을 사용하였다. 유색미의 경우 수확한 정조에서 왕겨를 분리한 현미 상태로, 다른 품종은 현미 중량비 92% 표준 도정한 백미를 100 mesh로 분쇄하여 사용하였다.

쌀어묵 제조

품종별 쌀가루를 이용한 어묵 제조를 위해 냉동연육 270 g을 해동시킨 후 마쇄하고 소금 1 g을 첨가한 후 30 g의 쌀가루를 첨가하여 어묵 반죽을 제조하였다. 반죽이 끝난 후 직경 3 cm, 길이 15 cm 크기로 성형한 후 대두유를 이용하여 140~160°C에서 5분간 튀긴 후 냉각하여 성분분석 및 식미검정 시료로 활용하였다. 품종별 쌀가루로 제조한 어묵의 단면은 Fig. 1에 제시하였다.

Fig. 1. Images of fish cakes prepared using flour derived from different rice varieties.

일반성분

쌀 품종별로 제조한 어묵의 일반성분(수분, 조회분, 조지방, 조단백, 탄수화물) 분석은 AOAC 방법(AOAC, 2000)에 따라 수행하였다. 수분함량은 어묵을 잘게 자른 후 적외선 수분 측정기(Moisture analyzer MOC63u, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 측정하였다. 조회분, 조지방 및 조단백 함량 측정은 동결건조한 시료를 사용하였다. 조회분 함량은 600°C 직접 회화법으로 회화 후 측정하였으며, 조지방 함량은 에틸에테르를 용매로 Soxhlet 추출기(Soxtec System HT 1043 extraction unit, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)로 분석하였다. 조단백 함량은 Kjeldahl 법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Mulgrave, Australia)로 측정하였다. 탄수화물 함량은 100 중량부에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백 함량을 뺀 나머지로 표시하였다(Jeong *et al*., 2014).

물성

쌀가루 첨가에 따른 어묵의 물성 변화를 측정하기 위하여 물성 측정기(Texture analyzer (TestXpert II, Zwick Roell, Ulm, Germany)를 이용하였다(Kwon & Lee, 2013). 측정조건은 Pre-test speed 2 mm/sec, Post-test speed 2 mm/sec, Strain 20%이었고, 직경 4 mm probe를 사용하였다. 측정항목은 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 및 응집성(cohesiveness) 6가지였으며, 시료 당 10회 반복 측정하였다.

식미검정

제조된 쌀어묵의 기호도 검사는 식미검정 사전 교육을 받은 20명을 패널로 선정하여 실시하였다. 어묵의 색, 향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도를 7점 척도법(7: 가장 좋다, 1: 가장 싫다)으로 평가하였다. 시료는 난수표로 표기되어 접시에 제공하였다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

쌀 품종별로 제조한 어묵의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Woo *et al*. (2015)의 방법에 따라 분석하였다. 각 시료 50 g에 250 mL의 80% 에탄올을 넣고 균질화시킨 후, 상온에서 24시간동안 진탕추출(WiseCube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)한 다음 여과하고 잔사에 다시 용매를 가하여 추출한 후 두 추출물을 합쳐 -20°C 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 추출물 10 μL에 2% Na_2CO_3 용액 200 μL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 10 μL를 가하였다. 30분 후, 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고 표준물질인 gallic acid (Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 100 g 중의 mg gallic acid equivalents (GAE, dry basis)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 추출물 50 μL에 증류수 200 μL와 5% $NaNO_2$ 15 μL를 가한 다음, 5분 후 10% $AlCl_3{\cdot}6H_2O$ 30 μL를 가하여 6분 방치하고 1 N NaOH 100 μL를 첨가하고, 11분 후 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin (Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 100 g 중의 mg catechin equivalents (CE, dry basis)으로 나타내었다.

항산화활성

항산화 활성은 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) 및 ABTS 2,2'-azino -bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) radical 소거활성을 측정하였다(Woo *et al*., 2015). DPPH radical 소거활성은 0.2 mM DPPH 용액(99.9% ethanol에 용해) 200 μL에 시료 10 μL를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 몰 흡광계수(ε=3.6×10^4 M^{-1}cm^{-1})를 이용하여 에탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 200 μL에 추출액 10 μL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 시료 100 g당 mg TE (Trolox equivalent antioxidant capacity)로 표현하였다.

통계분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 12.0 (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range tests에 의해 실험군간의 차이를 5% 유의수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

쌀가루 품종별로 제조한 어묵의 일반성분 분석 결과를 Table 1에 제시하였다. 수분함량은 67.40~69.90%의 범위로 나타났으며, 백옥찰이 가장 높았다. 조회분 함량은 8.25~8.73%, 조지방 함량은 0.05~0.43%로 확인되었으며, 조회분

Table 1. Proximate composition (%) of fish cakes prepared using flour derived from different rice varieties.

	Moisture	Ash	Lipid	Protein	Carbohydrate
Baekogchal	69.90±0.14[a]	8.63±0.05[b]	0.11±0.01[e]	11.64±0.13[ab]	10.77±0.04[c]
Dodamssal	69.13±0.08[a]	8.73±0.05[a]	0.17±0.03[cd]	11.36±0.15[c]	10.57±0.06[c]
Hangaru	67.54±0.15[b]	8.25±0.04[e]	0.05±0.01[f]	11.36±0.04[c]	12.22±0.06[a]
Jeogjinju2	67.40±0.20[b]	8.37±0.02[d]	0.43±0.03[a]	11.62±0.10[ab]	12.32±0.14[a]
Josaengheugchal	69.17±0.09[a]	8.63±0.05[b]	0.22±0.05[bc]	11.69±0.12[a]	10.36±0.11[c]
Saemimyeon	69.11±0.04[a]	8.76±0.01[a]	0.23±0.05[b]	11.41±0.09[bc]	10.57±0.09[c]
Saeilmi	68.14±0.16[ab]	8.34±0.03[d]	0.16±0.04[de]	11.67±0.25[a]	11.51±0.15[b]
Shingil	68.37±0.13[ab]	8.53±0.03[c]	0.04±0.01[f]	11.54±0.05[abc]	11.47±0.06[b]

[a-f]Different superscript letters within the same column indicate significant differences ($p<0.05$).
[1)]Mean±standard deviation (n=3).

Table 2. Texture properties of fish cakes prepared using flour derived from different rice varieties.

	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness	Cohesiveness
Baekogchal	23.90±0.08[a]	0.86±0.01[c]	0.90±0.01[a]	11.36±0.11[a]	10.27±0.16[a]	0.48±0.01[a]
Dodamssal	21.35±1.59[b]	0.60±0.14[d]	0.81±0.02[b]	9.56±0.68[b]	7.71±0.61[cd]	0.45±0.01[b]
Hangaru	17.78±0.70[d]	0.87±0.03[c]	0.88±0.02[a]	8.24±0.42[c]	7.23±0.36[cd]	0.46±0.01[ab]
Jeogjinju2	24.48±1.56[a]	1.52±0.33[a]	0.83±0.03[b]	11.82±0.92[a]	9.76±0.88[a]	0.48±0.01[a]
Josaengheugchal	24.30±1.03[a]	0.75±0.11[cd]	0.91±0.01[a]	11.35±0.64[a]	10.26±0.58[a]	0.47±0.01[ab]
Saemimyeon	18.33±1.84[cd]	0.86±0.16[c]	0.82±0.02[b]	8.38±0.91[c]	6.82±0.70[d]	0.46±0.01[ab]
Saeilmi	20.00±0.62[bc]	1.23±0.22[b]	0.82±0.02[b]	9.54±0.45[b]	7.84±0.50[bc]	0.48±0.01[a]
Shingil	20.18±1.20[bc]	0.96±0.08[c]	0.90±0.01[a]	9.66±0.66[b]	8.67±0.62[b]	0.48±0.01[a]

[a-d]Different superscript letters within the same column indicate significant differences ($p<0.05$).
[1)]Mean±standard deviation (n=3).

은 새미면, 조지방은 적진주2호가 다른 품종에 비해 높은 경향을 보였다. 조지방 함량은 모든 시료에서 1% 미만으로 나타났는데, 이는 쌀 어묵에 적합한 품종 선정을 위해 다른 부재료를 배제하고 냉동연육과 쌀가루만 혼합하여 어묵을 제조하였기 때문이라고 판단된다. 조단백 함량은 11.36~11.69% 범위로 조생흑찰이 가장 함량이 높았으며, 탄수화물 함량은 10.36~12.32%로 적진주2호가 다른 품종에 비해 높은 값을 보였다.

물성

어묵의 품질은 외관, 향미와 함께 탄력과 응집성 등의 물성은 어묵의 품질을 결정하는 중요한 요인이 된다(Son *et al*., 2001). 품종별 쌀 첨가에 따른 어묵의 물성변화를 측정한 결과 경도는 백옥찰, 적진주2호, 조생흑찰이 가장 높았으며, 부착성은 적진주2호가 가장 높았다. 탄력성의 경우 백옥찰, 한가루, 조생흑찰, 신길이 가장 높았으며, 점착성은 백옥찰, 적진주2호, 조생흑찰이 높았다. 씹힘성의 경우 새미면이 가장 낮았으며, 응집성의 경우 도담쌀이 가장 낮은 값을 보였다(Table 2). 다른 연구 결과에 따르면 구기자(Shin *et al.*, 2008), 멸치(Bae & Lee, 2007) 및 마 분말(Kim & Byun, 2009) 등 다양한 부재료 첨가에 의해 어묵의 경도에 영향을 미치지 않았으나, 쌀가루 첨가량이 증가함에 따라 어묵의 경도가 낮아졌다는 결과(Kwon & Lee, 2013)도 발표된 바 있다. 본 실험 결과 벼 품종 특성에 따라 어묵의 물성 변화가 다양하게 나타났는데, 찰벼인 백옥찰, 조생흑찰과 연질미 중 신길이 경도가 낮지 않으면서 탄력성이 높은 경향을 보여 어묵 제조에 적합한 품종 후보군으로 판단되었다. 이를 통해 어묵의 품질 결정 요인에 물성이 크게 작용한 것으로 판단되며, 쌀어묵 제조에 적합한 품종으로 신길이 적합할 것으로 판단되었다.

식미검정

쌀 품종별로 제조한 어묵의 식미검정 결과를 Table 3에 제시하였다. 맛, 조직감 항목에서 신길이 다른 품종에 비해

Table 3. Sensory attributes of fish cakes prepared using flour derived from different rice varieties.

	Color	Flavor	Taste	Texture	Acceptability
Baekogchal	5.30±1.35[ab]	5.00±0.89[a]	5.10±1.22[ab]	4.70±1.62[a]	4.80±1.56[a]
Dodamssal	5.40±1.12[ab]	5.10±0.70[a]	4.70±0.79[b]	4.60±0.92[a]	4.90±1.17[a]
Hangaru	5.70±1.19[a]	5.10±1.30[a]	5.40±1.21[ab]	5.10±1.33[a]	5.20±1.58[a]
Jeogjinju2	4.40±1.69[abc]	5.10±0.94[a]	5.00±1.26[ab]	4.80±1.25[a]	5.10±1.29[a]
Josaengheugchal	3.70±1.66[c]	5.10±0.94[a]	5.10±0.94[ab]	5.00±0.77[a]	5.00±1.58[a]
Saemimyeon	4.10±0.98[bc]	4.80±1.08[a]	4.30±0.92[b]	4.80±0.98[a]	4.60±1.13[a]
Saeilmi	4.90±0.94[abc]	4.80±1.17[a]	5.10±0.83[ab]	4.90±1.17[a]	4.50±1.44[a]
Shingil	5.00±1.55[abc]	4.90±1.22[a]	5.90±1.08[a]	5.50±1.43[a]	5.30±1.17[a]

[a-e]Different superscript letters within the same column indicate significant differences ($p<0.05$).
[1)]Mean±standard deviation (n=3).

Table 4. Total polyphenol and flavonoid contents of fish cakes prepared using flour derived from different rice varieties.

	Total polyphenol contents (mg gallic acid equivalents/100 g sample)	Total flavonoid contents (mg catechin equivalents/100 g sample)
Baekogchal	120.70±1.13[b]	8.26±0.15[b]
Dodamssal	120.44±1.09[b]	7.34±0.00[c]
Hangaru	97.16±0.72[d]	4.78±0.35[e]
Jeogjinju2	123.43±1.17[b]	8.51±0.38[b]
Josaengheugchal	165.12±1.29[a]	24.97±1.45[a]
Saemimyeon	114.29±1.43[c]	8.36±0.17[b]
Saeilmi	120.29±1.78[b]	6.64±0.20[d]
Shingil	99.20±2.29[d]	4.66±0.07[e]

[a-e]Different superscript letters within the same column indicate significant differences ($p<0.05$).
[1)]Mean±standard deviation (n=3).

높은 기호도를 보였다. 색, 향, 맛, 조직감 결과를 토대로 한 전체적인 기호도에서도 신길이 가장 높은 점수를 보였으나, 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 이는 물성 분석결과와 유사하였다. 기존 연구결과에서는 쌀가루를 전분 대비 50%를 첨가하는 것이 어묵의 질감에 대한 기호도를 떨어뜨리지 않았다고 발표(Kwon & Lee, 2013)하였으나, 예비 시험 시 쌀가루 함량이 많을수록 어묵 고유의 식감이 나타나지 않았다(data not shown). 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 어묵의 조직감이 식미특성에 미치는 주요 요인으로 확인되었으며, 신길이 쌀어묵에 적합한 품종이라고 판단되었다.

총 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성

쌀가루 품종별로 제조한 어묵의 항산화 성분으로 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정하였으며, 항산화 활성은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였다. 폴리페놀 화합물은 항산화활성을 비롯한 다양한 생리활성이 높은 것으로 보고되고 있으며, 이는 자유라디칼을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring을 가지고 있기 때문이라고 할 수 있다(Middleeton & Kandaswami, 1994). 기능성이 향상된 쌀어묵 가공을 위해 쌀 품종별로 제조한 어묵의 기능성분 및 항산화 활성측정은 매우 중요하다고 할 수 있다. 쌀 품종별 어묵의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 분석 결과는 Table 4에 제시하였다. 총 폴리페놀 함량의 경우 검정색의 유색미인 조생흑찰이 165.12 mg GAE/100 g으로 유의적으로 높게 나타났으며, 적진주2호는 24.97 mg GAE/100 g으로 조사되었다. 다른 품종 중에서는 쌀가루 전용 품종인 한가루 및 신길이 각각 97.16 및 99.20 mg GAE/100 g으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 폴리페놀 함량과 마찬가지로 조생흑찰이 24.97 mg CE/100 g으로 유의적으로 높게 나타났으며, 다른 품종은 4.66~8.51 mg CE/100 g으로 확인되었다.

체내의 신진대사 및 산패된 식품 섭취로 인해 생성되는

Table 5. DPPH and ABTS radical scavenging activities of fish cakes prepared using flour derived from different rice varieties (unit : mg trolox/100 g sample).

	DPPH radical scavenging activity	ABTS radical scavenging activity
Baekogchal	4.00±0.54[f]	123.72±5.81[b]
Dodamssal	5.36±0.36[e]	129.30±1.20[b]
Hangaru	4.09±0.43[f]	110.83±8.03[c]
Jeogjinju2	10.66±0.35[c]	123.81±6.93[b]
Josaengheugchal	39.37±0.94[a]	175.37±2.50[a]
Saemimyeon	7.59±0.12[d]	122.53±4.66[b]
Saeilmi	11.68±0.74[b]	125.90±0.72[b]
Shingil	3.64±0.41[f]	106.57±5.02[c]

[a-e]Different superscript letters within the same column indicate significant differences ($p<0.05$).
[1)]Standard errors of the mean (n=3).

자유 라디칼은 반응성이 강하고 다른 생체물질과 쉽게 화학반응을 일으켜 지방, 단백질과 같은 체내 주요 물질의 비가역적 손상을 일으키며, 노화를 비롯한 만성질환을 유발하게 된다(Halliwell, 1996). 따라서 품종별로 제조한 쌀어묵의 항산화활성 유무를 판단하기 위해 라디칼 소거능을 측정하였다. 쌀 어묵의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 검정색의 유색미인 조생흑찰이 각각 39.37 및 175.37 mg trolox/100 g으로 유의적으로 높게 나타났다. 쌀가루 전용 품종인 한가루 및 신길은 다른 품종에 비해 활성이 낮은 것으로 나타났다(Table 5). 유색미는 다양한 안토시아닌, 탄닌과 같은 천연 색소를 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Huang & Lai, 2016). 특히 흑미는 페놀성화합물을 비롯한 플라보노이드, 안토시아닌, 감마오리자놀 등의 기능성분을 함유하고 있어 산화방지활성이 높고(Hou *et al*., 2013), 적미는 탄닌계 색소 뿐만 아니라 카테킨 및 카테콜 탄닌 등의 다양한 기능성분을 함유하고 있어 항암활성, 항노화 효과 등의 생리활성이 있다고 보고된 바 있다(Gunaratne *et al*., 2013; Choi & Lee, 2018).

이상의 결과를 종합하여 볼 때 쌀어묵 제조 시 적합한 품종으로 조직감 측면에서는 신길, 기능성 측면에서는 조생흑찰이 가장 적합하다고 판단되었다. 쌀의 다양한 용도 개발을 위하여 쌀어묵의 부재료 첨가, 저장 중 품질 특성 등과 같은 후속 연구와 산업적으로 적용하기 위한 응용 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

적 요

본 연구에서는 쌀어묵 제조에 적합한 쌀 품종을 선정하기 위해 고아밀로스(도담쌀, 새미면), 쌀가루 전용(신길, 한가루), 찰벼(백옥찰), 유색미(적진주2호, 조생흑찰) 품종을 이용하여 어묵 품질특성을 분석하였다. 쌀 어묵의 수분함량은 67.40~69.90%의 범위로 백옥찰이 가장 높았다. 조회분 함량은 8.25~8.73%, 조지방 함량은 0.05~0.43%로 확인되었다. 조단백 함량은 11.36~11.69% 범위로 조생흑찰이 가장 높았으며, 탄수화물 함량은 10.36~12.32%로 적진주2호가 높았다. 쌀어묵의 물성 측정 결과 경도는 백옥찰, 적진주2호, 조생흑찰이 가장 높았으며, 탄력성은 백옥찰, 한가루, 조생흑찰, 신길이 가장 높았다. 품종별로 제조한 쌀어묵의 식미검정 결과 조직감 항목에서 신길이 가장 높은 점수를 받았다. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 검정색의 유색미인 조생흑찰이 각각 165.12 mg GAE/100 g 및 24.97 mg GAE/100 g으로 유의적으로 높게 나타났다. 쌀 어묵의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 조생흑찰이 각각 39.37 및 175.37 mg TE/100 g으로 유의적으로 높게 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 쌀어묵 제조에 적합한 품종은 조직감 측면에서는 신길, 기능성 측면에서는 조생흑찰로 확인되었다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업(과제번호:PJ01026803)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(REFERENCES)

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Method pp.991.43. Association of Official Analytical Communities, Washington, DC. USA.

Bae, M. S. and S. C. Lee. 2007. Quality characteristics of fried fish paste containing anchovy powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36 : 1188-1192.

Cho, H. S. and K. H. Kim. 2011. Quality characteristics of fish paste prepared with *Astragalus membranaceus* powder. J. East Asian Soc. Dietary Life 21 : 808-146.

Choi, E. Y. and J. T. Lee. 2018. The effects of antioxidant and anti-aging treatment of UVB-irradiated human HaCaT keratinocytes with ethanol extracts of colored rice varieties. Korean J. Food Sci. Technol. 50 : 653-659.

Chung, K. H. and C. M. Lee. 1996. Moisture-dependent gelation characteristics of nonfish protein affect the surimi gel texture. Korean J. Soc. Sci. 12 : 571-576.

Gunaratne, A., K. Wu, D. Li, A. Bentota, H. Corke, and Y. Z. Cai. 2013. Antioxidant activity and nutritional quality of traditional red-grained rice varieties containing proanthocyanidins. Food Chem. 138 : 1153-1161.

Halliwell B. 1996. Antioxidants in human health and disease. Annu. Rev. Nutr. 16 : 33-49.

Han, J. S. and S. M. Lee. 2014. Improvement of surimi seafood using modified food starches. Food Sci. Ind. 47 : 33-38.

Hou, Z., P. Qin, Y. Zhang, S. Cui, and G. Ren. 2013. Identification of anthocyanins isolated from black rice (*Oryza sativa* L.) and their degradation kinetics. Food Res. Int. 50 : 691-697.

Huang, Y. P. and H. M. Lai. 2016. Bioactive compounds and antioxidative activity of colored rice bran. J. Food Drug Anal. 24 : 564-574.

Huh, C. K., J. W. Lee, and Y. D. Kim. 2012. Fermentation and quality characteristics of *Yakju* according to different rice varieties. Korean J. Food Preserv. 19 : 925-932.

Jeong, M. S., J. Y. Ko, S. B. Song, J. S. Lee, T. W. Jung, Y. H. Yoon, I. S. Oh, and K. S. Woo. 2014. Physicochemical characteristics of *Sikhye* (Korean traditional rice beverage) using foxtail millet, proso millet, and sorghum. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43 : 1785-1790.

Kim, D. H. 2011. Quality characteristics of fish paste prepared with *Astragalus membranaceus* powder. Food Eng. Prog. 15 : 362-369.

Kim, J. S. and G. I. Byun. 2009. Making fish paste with Yam (*Dioscorea japonica* Thumb) powder and its characteristics. Korean J. Culinary Res. 15 : 57-69.

KOSIS. 2015. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info : An output tendency of crops. Available from: http://kostat.go.kr/wnsearch/search.jsp

Kwon, Y. M. and J. S. Lee. 2013. A study on the quality characteristics of fish cakes containing rice flour. Korean J. Human Ecol. 22 : 189-200.

Middleton, E. and C. Kandaswami. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. Food Technol. 48 : 115-119.

Park, J., S. K. Lee, I. Choi, H. S. Choi, D. S. Lee, H. Y. Park, S. I. Han, and S. K. Oh. 2018. Starch content and in vitro hydrolysis index of rice varieties containing resistant starch. Korean J. Crop Sci. 63 : 304-313.

Park, Y. G., H. J. Kim, and M. H. Kim. 2004. Quality characteristics of fried fish paste added with ethanol extract of onion. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33 : 1049-1055.

Seo, J. S. and H. S. Cho. 2012. Quality characteristics of fish paste with shrimp powder. Koream J. Food Preserv. 19 : 519-524.

Shin, D. S., Y. J. Choi, E. Y. Sim, S. K. Oh, S. J. Kim, S. K. Lee, K. S. Woo, H. J. Kim, and H. Y. Park. 2016. Comparison of the hydration, gelatinization and saccharification properties of processing type rice for beverage development. Korean J. Food Nutr. 29 : 618-627.

Shin, Y. J., J. A. Lee, and G. S. Park. 2008. Quality characteristics of fish pastes containing lycii fructus powder. J. East Asian Soc. Dietary Life 18 : 22-28.

Son, J. H., M. G. Choung, H. J. Choi, U. B. Jang, G. M. Son, M. W. Byun, and C. Choi. 2001. Physiological effect of Korean black soybean pigment. Korean J. Food Sci. Technol. 33 : 746-768.

Woo, K. S., S. B. Song, J. Y. Ko, J. S. Lee, T. W. Jung, and H. S. Jeong. 2015. Changes in antioxidant contents and activities of Adzuki beans according to germination time. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 44 : 687-694.