

유산발효 쌀가루의 혼합비율에 따른 전(煎)의 품질특성

장영은 · 김진숙[†] · 이지현 · 김경미 · 김기창

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Quality Characteristics of Korean Pan-fried Food (*Jeon*) Added with Lactic-fermented Rice Flour

Young-Eun Chang, Jin-Sook Kim[†], Ji-Hyun Lee, Kyung-Mi Kim, and Gi-Chang Kim

Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Gyeonggi 441-853, Korea

ABSTRACT This study was performed to investigate the effects of lactic-fermented rice flour on the quality characteristics of pan-fried food (*Jeon*). Pan-frying flour containing 5~20% lactic fermentation rice flour mixture was prepared. In rapid visco analyzer examination, peak viscosity, trough, final viscosity, breakdown, and setback of the lactic-fermented rice flour mixture were lower than those of rice flour or wheat flour. The L-value (lightness) of *Jeon* decreased with increasing the ratio of lactic-fermented rice flour. On the other hand, a-value (redness) and b-value (yellowness) increased with increasing ratio of lactic-fermented rice flour. Texture profiles showed that *Jeon* prepared with lactic-fermented rice flour mixture had higher springiness and gumminess than 100% rice flour. The oil absorptions of *Jeon* prepared with 100% rice flour and 20% lactic-fermented rice flour were 7.5% and 6.33%, respectively. For digestive properties, *Jeon* prepared with lactic-fermented rice mixture showed a greater amount of rapidly digestible starch and lower amount of slowly digestible starch. In the sensory evaluation, *Jeon* prepared with lactic-fermented rice mixture showed higher scores for appearance, flavor, and taste than others (rice flour and wheat flour). Especially, *Jeon* prepared with 10% lactic-fermented rice mixture showed the highest overall preference. In conclusion, the results demonstrate that lactic-fermented rice flour may prove quite useful as a pan-frying flour with desirable qualities properties.

Key words: pan-fried food (*Jeon*), lactic fermentation rice flour, oil absorption, starch digestibility

서 론

쌀은 우리나라뿐만 아니라 세계 주요 국가에서 주식으로 이용되고 있으며, 특히 동남아를 비롯한 우리나라 국민의 주식으로 중요한 위치를 차지하고 있다(1). 그러나 경제발전과 더불어 소득수준의 증가, 주 5일제 근무, 독신가정 증가 등의 여러 요인으로 인해 생활양식에 많은 변화를 가져왔으며, 특히 식생활 분야에 있어서 편의화 및 다양화를 추구하면서 쌀의 주 소비 형태인 밥 대신 밀가루를 이용하여 제조한 제과, 제빵 및 라면, 국수와 같은 면류식품에 대한 소비자의 선호도 및 소비가 꾸준히 증가하고 있다(2). 이런 이유로 1인당 쌀의 소비량은 2009년의 경우 74.0 kg으로 1999년의 96.9 kg보다 22.9 kg이 감소하여 연평균 2.4%가 감소하였고(3), 지속적으로 감소하고 있는 추세이다(2). 이렇게 밥의 형태로 소비되는 쌀의 소비량이 크게 감소하게 되자 쌀 소비량을 증가시키기 위해 정부는 2008년 11월 쌀 가공식품 활성화 대책을 발표한 바 있으며(4), 쌀을 이용한 다양한

가공식품의 개발 연구가 증가하고 있다(5,6).

우리나라에서 생산되는 쌀은 대부분이 자포니카형의 단립종으로 생산량의 95% 이상이 주식인 쌀밥용으로 소비되고 있어(1) 가공용으로 소비되는 쌀은 매우 적다(7). 쌀 가공품으로는 떡류, 한과류, 음료류, 쌀빵, 쌀국수, 시리얼, 쌀과자, 주류 등을 들 수 있으며, 우리나라 쌀의 가공 이용형태를 보면 쌀떡과 면류 및 주류가 시장의 70% 이상을 점유하고 있어(8) 쌀 관련 제품의 다양화를 통해 소비자의 가공식품에 대한 다양한 욕구를 충족시킬 수 있는 제품 개발이 필요하다. 또한 알레르기 질환으로 알려진 셀리악병(Celiac disease)의 원인이 밀을 포함한 곡물의 글루텐에 의한 것으로 알려지면서 글루텐이 없는 식품을 개발하려는 연구가 활발하게 진행되고 있고(9,10), 쌀은 옥수수, 수수 및 메밀과 더불어 gluten-free 식품을 제조하기 위한 좋은 원료로 인식되고 있다(11).

그러나 쌀에는 접착과 팽창을 촉진시키는 밀가루의 글루텐과 같은 점성 단백질이 없고 끈적이는 부착성이 강하여 조식감이 떨어지며 노화가 빠르게 진행되므로 가공식품에 적용하기에는 가공적성이 좋지 않아, 대부분 제과 제빵, 프리믹스, 국수, 부침가루 등에 밀가루와 혼합한 형태로 제한적으로 사용되고 있다. 다양한 쌀 가공식품을 개발하기 위해

Received 15 January 2014; Accepted 29 April 2014

[†]Corresponding author.

E-mail: preetyjs@korea.kr, Phone: +82-31-299-0470

서는 쌀을 낱알 형태뿐만 아니라 분말화한 쌀가루로 만들어 쌀 제품 개발을 위한 가공원료로 이용해야 한다. 따라서 쌀 가공식품의 가공적성에 맞는 쌀가루를 제조하기 위하여 쌀 가루 제분방법, 제분조건, 건조조건, 입도 크기 및 수분함량 등에 대한 연구가 진행되고 있고(12-15), 쌀 가공식품의 품질은 쌀가루 제분 시의 이화학적·물리적 특성 변화와 전분 특성에 의해 결정되는 것으로 보고되고 있다(16-18).

쌀이 갖고 있는 본래의 특성을 쌀 가공기술 개발을 통해 변성시킴으로써 쌀의 가공적성을 개선시켜 쌀퍼핀, 쌀쿠키, 쌀케이크, 쌀빵 등 밀가루를 대체하여 쌀가루를 이용하고자 하는 노력이 있으나 전통식품에 응용한 사례는 많지 않다. 따라서 전통식품 중 밀가루를 이용한 대표적 전통식품인 전의 주원료로 쌀가루를 적용해 보고자 하였다. 전류는 다양한 부재료를 혼합하여 이용할 수 있어 영양적인 면에서 우수한 전통음식일 뿐만 아니라 내국인은 물론(19,20) 외국인에게도(21,22) 선호도가 높고 다양한 연령층에서 기호성이 좋으나(23,24), 주재료인 탄수화물과 조리과정중 유지의 흡수로 인한 열량의 증가가 문제시 되는 음식중의 하나이다. 시판되고 있는 부침가루는 밀가루가 주를 이루고 곡류가 혼합된 형태가 대부분이며, 부침가루의 바삭함을 부여하고 웰빙 이미지를 부여하기 위해 밀가루의 일부를 쌀가루로 대체하는 제품이 판매되고 있으나 100% 쌀가루로 만든 제품은 없다.

본 연구에서는 유산발효 쌀가루를 이용하여 전을 제조한 후 물성특성, 흡유율, 소화율 및 기호도 등을 분석함으로써 품질이 향상된 쌀 부침가루의 이용 가능성을 검토하고, 다양한 쌀 가공제품 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 발효 쌀가루 제조

본 연구에 사용한 전 제조용 쌀가루는 시중에 유통되고 있는 쌀가루(Daedoo Foods Co., Ltd, Seoul, Korea)를 사용하였고, 대조구로 밀가루(Samyang Corp., Seoul, Korea)를 구입하여 사용하였다. 소금은 재제염(Sempio Foods Co., Ltd, Seoul, Korea)으로 순도 90% 이상의 것을, 식용유는 백설 콩기름(CJ Cheiljedang Corp., Seoul, Korea)을 사용하였다. 전의 전분소화율 측정을 위해서 pepsin, amyloglucosidase, porcine pancreatin, glucose assay kit (GAGO-20)는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다. 전의 물성 개량을 위해 혼합한 유산발효 쌀가루는 쌀가루와 유산균(*Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus longum*, *Streptococcus thermophilus*)을 섞어 물을 넣고 교반하면서 25°C에서 3~4일 발효시킨 후 진공 건조시켜 분말화한 것을 냉장 보관하며 시료로 사용하였다.

전의 제조방법

발효 쌀가루를 혼합한 쌀가루전의 적절한 배합비, 온도,

시간 등은 예비 실험을 통해 수용범위를 결정하였고, 쌀가루 및 발효 쌀가루의 수분량을 각각 측정된 후 반죽의 수분이 63%가 되도록 물을 추가하여 각종 전을 만들기 위한 반죽을 제조하였다. 전의 물성 및 품질특성 측정의 재현성을 높이기 위해 지름 8 cm, 높이 0.5 cm의 원형의 stainless steel 틀을 실험용으로 제조하여 사용하였고, 이 틀에 5 mL의 충분한 기름을 두른 후 반죽 25 mL를 부어 크기와 두께가 균일한 전을 제조하였다. 온도가 일정하게 유지되는 전기 프라이팬(Princess Corp., Seoul, Korea)을 이용하여 일정한 온도(150~160°C)에서 5분간 전을 구워내고 10분간 식힌 후 무게를 달고, 물성 및 품질특성 측정을 위한 시료로 사용하였다.

발효 쌀가루의 호화특성 분석

쌀가루의 호화특성은 신속점도측정기(RVA, Rapid Visco Analyser-4, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood NSW, Australia)를 사용하여 측정하였다. RVA 측정용 알루미늄 용기에 시료(14% 수분함량 기준) 3 g을 증류수 25 mL에 분산시킨 다음 빠르게 교반시켜 시료액을 제조하였다. 부침가루, 밀가루, 쌀가루 및 발효 쌀가루의 수분을 각각 측정하여 수분 14% 기준의 매뉴얼에 따라 첨가되는 증류수 양을 달리하여 총 수분량을 보정하였다. 호화조건은 초기온도를 50°C에서 1분간 유지한 다음 분당 12°C씩 95°C까지 가열하고 95°C에서 2분 30초간 유지시킨 다음, 1분당 12°C씩 50°C까지 냉각시켜 2분간 유지시키면서 값을 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity), 최종점도(final viscosity), 강하점도(breakdown), 치반점도(setback), 최고점도시간(peak time) 및 호화개시온도(pasting temperature)를 구하여 비교하였다. 이때의 점도 단위는 Rapid Visco Unit(RVU)로 표시하였고, 실험은 최소 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

전의 색도 측정

전의 색도(CIE value)는 전 시료를 제조하고 10분 후 색차계(X-Rite, Grand Rapids, MI, USA)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 L^* 값, 적색도(redness)를 나타내는 a^* 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^* 값을 측정하였다. 색도의 차이 즉, 색차(color difference) ΔE 는 $(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ 으로 계산하였다. 모든 시료는 반복적으로 5회 측정하여 평균값을 표시하였고, 이때 사용된 표준색은 L^* 값은 +95.74, a^* 값은 -0.17, b^* 값은 +2.81인 백색 표준판을 사용하였다.

전의 물성 측정

유산발효 쌀가루의 혼합비율을 달리하여 제조한 전의 물성특성은 Texture analyser(TA-XT.plus, Stable Micro Systems Co. Ltd., London, England)를 사용하여 Table

Table 1. Texture analyzer conditions for *Jeon* added with different amount of lactic fermentation rice flour

Parameter	Operating condition
Pretest speed	3 mm/sec
Test speed	1 mm/sec
Posttest speed	1 mm/sec
Strain	80%
Time	5 sec
Trigger type	auto 5 g
Probe	p/50 (φ50 mm cylinder probe)

1과 같은 조건에서 2회 compression test를 실시하였다. 시료는 전을 제조하고 10분 후 일정한 크기(20×20 mm)로 절단하여 사용하였고, 압착시켰을 때 나타난 force-time curve로부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 등의 TPA(texture profile analysis) 특성을 계산하였으며 이것을 9회 반복 측정하여 통계처리 하였다.

전의 흡유율 및 수분 측정

발효 쌀가루를 이용한 전의 흡유율을 측정하기 위해 AOAC(25) 방법에 준하여 부침가루와 전의 수분함량은 105°C 상압 가열건조법으로 분석하였고, 지방은 조지방측정기(Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 Soxhlet 추출법에 의해 분석하였다. 흡유율은 일정량의 반죽이 전을 제조하는 동안 흡수한 기름의 양으로 다음과 같은 식으로 계산하였다. 이때 일정량의 반죽으로부터 제조된 전의 무게를 측정하고 반죽과 전의 무게비를 구하여 흡유율 계산에 이용하였고, 각 시료를 3회 반복 측정하여 평균값을 %로 나타내었다.

$$\text{흡유율(\%)} = \frac{\text{전 } 100 \text{ g의 지방(g)} \times \text{반죽과 전의 무게비율}}{\text{반죽 } 100 \text{ g의 지방(g)}}$$

전의 전분 소화율 분석

유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전의 소화율은 Englyst 등(26)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 1 g을 정확하게 측정하여 0.1 M HCl-KCl(pH 1.5) 완충용액 10 mL로 균질화한 후 0.1 mg의 pepsin으로 30분간 반응시켜 단백질을 제거하고, amyloglucosidase와 porcine pancreatin 혼합 효소용액 5 mL를 첨가하여 37°C에서 반응시키면서 0, 20, 120분에 시료를 채취하여 유리된 glucose 함량을 glucose assay kit(GAGO-20, Sigma-Aldrich Co.)을 이용하여 측정하였다. 이때 반응 0분, 20분, 120분 동안 유리된 glucose 함량을 FG, G20, G120으로 하였다. 총 전분(total starch, TG)은 시료를 20분간 끓이고 7 M KOH로 30분간 반응시킨 후, 반응액 1 mL에 0.5 M 아세트산과 amyloglucosidase 용액을 가하고 55°C에서 40분간 반응시킨 다음 glucose 함량을 위와 같은 방법으로 측정하였다. 각 시간마다 측정된 glucose 양과 total starch 양을 이용하

여 소화특성에 따라 빨리 소화되는 전분(rapidly digestible starch, RDS), 천천히 소화되는 전분(slowly digestible starch, SDS), 소화되지 않는 전분(resistant starch, RS)을 다음 식에 의해 계산하였다. 또한 전분분획 함량으로부터 식품 시료 내 신속히 분해될 수 있는 전분의 상대적 비율(starch digestion index, SDI) 값을 계산하였다.

$$TS = (TG - FG) \times 0.9$$

$$RDS = (G20 - FG) \times 0.9$$

$$SDS = (G120 - G20) \times 0.9$$

$$RS = TS - (RDS + SDS)$$

$$SDI = RDS / TS \times 100$$

관능검사

관능검사요원은 농촌진흥청에 근무하는 26~39세 여성 15명을 대상으로 이들에게 실험목적 및 평가항목들에 대해 설명한 후 유산발효 쌀가루를 혼합한 전의 관능검사를 실시하였다. 각 시료는 제조하고 10분 경과 후 일정한 크기로 잘라 흰색의 동일한 접시에 담아 동시에 제공하였으며 평가 사이에 입을 헹글 수 있도록 정수한 물과 함께 제시하였다. 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 다른 전에 대하여 기호도 검사를 실시하였고, 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적 기호도(overall preference)에 대하여 각각 9점 척도로 평가하였다.

통계처리

각 실험에서 얻은 모든 자료의 통계분석은 SAS program (Statistics Analytical System, Version 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였고, 각 처리군의 평균값 간의 유의성 비교는 Duncan's multiple range test를 사용하여 $P < 0.05$ 수준에서 통계적 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

유산발효 쌀가루의 혼합비율에 따른 쌀가루의 소화특성

쌀가루의 특성을 변화시켜 품질이 개선된 쌀 부침가루를 제조하기 위해 유산발효 쌀가루의 혼합비율에 따른 소화특성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 모든 쌀가루들의 최고 점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 치반점도는 밀가루보다 낮았고 유산발효 쌀가루의 혼합에 의해 더욱 낮아지는 것으로 나타났다. 최고점도시간은 쌀가루가 밀가루보다 빨랐으나 유산발효 쌀가루의 혼합에 의한 차이는 없었고 호화개시온도는 모든 그룹에서 차이가 없었다.

Choi(27)의 연구에서 유산발효 시킨 쌀의 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 치반점도는 대조구에 비하여 감소하였다고 보고하였는데, 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 증가할수록 점도값이 감소하는 본 연구의 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 유산발효 쌀가루의 혼합에 의해 점도가

Table 2. RVA pasting properties of flour added with lactic fermentation rice flour

	Peak viscosity (RVU)	Trough (RVU)	Final visc (RVU)	Breakdown (RVU)	Setback (RVU)	Peak time (min)	Pasting temp (°C)
Wheat flour	235.2±0.8 ^{a2)}	149.1±1.1 ^a	259.6±0.9 ^a	86.1±0.4 ^a	110.5±2.0 ^a	6.3±0.0 ^a	64.1±1.9 ^{ns3)}
Rice flour	206.3±5.8 ^b	116.2±0.1 ^b	219.5±0.6 ^b	88.6±2.5 ^a	103.8±0.1 ^b	5.8±0.0 ^b	67.7±0.1
LFRE ¹⁾ 5%	186.1±0.1 ^c	107.9±5.5 ^c	206.6±8.1 ^c	78.2±5.6 ^b	98.7±2.5 ^c	5.8±0.1 ^b	67.8±1.1
10%	182.7±0.0 ^{cd}	103.0±0.8 ^{cd}	199.5±0.4 ^{cd}	79.7±0.8 ^b	96.6±1.2 ^{cd}	5.7±0.0 ^b	68.6±0.0
15%	179.3±2.8 ^d	100.1±0.1 ^d	193.9±1.5 ^{de}	79.1±2.8 ^b	93.8±1.5 ^{de}	5.7±0.0 ^b	67.8±3.4
20%	178.8±0.8 ^d	98.5±0.5 ^d	189.2±0.5 ^e	80.3±0.2 ^b	90.7±0.1 ^e	5.7±0.0 ^b	61.4±11.2

¹⁾Flour mixed with lactic fermentation rice flour.

²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ns: not significant.

감소하는 것은 유산발효에 의한 전분입자의 붕괴 및 손상전분 함량 증가(28)로 인한 것으로 사료된다. 따라서 전분 입자에 대한 물 흡수 능력이 감소되고 팽윤이 억제됨으로써 호화 시 최고점도가 감소되고 열 및 전단력에 대한 저항력으로 최저점도와 최종점도가 낮아지며, 호화전분 입자구조의 파괴 및 팽윤전분입자의 단단한 정도의 약함에 의해 강하점도와 치반점도가 낮아지는 것으로 판단되었다(29).

현미 식이섬유를 첨가한 튀김가루의 호화특성을 분석한 연구(30)에 의하면 현미 식이섬유 첨가 시 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도가 감소되었는데, 이는 현미 식이섬유 첨가에 따른 전분 농도의 희석 효과 및 겔 형성 능력의 감소, 열 및 전단력에 대한 저항력이 상승했기 때문으로 해석되었다. 그러나 효소처리에 의한 쌀가루의 호화특성을 분석한 연구(31,32)에 따르면 효소처리 한 쌀가루가 무처리보다 최고점도, 최종점도, 강하점도, 치반점도의 증가를 나타냈는데, 이는 효소처리에 의해 전분의 붕괴가 일어나기 전 미세입도분포가 증가하고 손상전분 함량이 낮기 때문이다. 이로 인해 팽윤력과 용해도 증가에 따른 최고점도 상승과 더불어 전분입자 내 구조의 약화로 치반점도 증가 등의 전분 호화특성을 나타내는 것으로 판단하였다(31,33-35).

한편 Choi(30)와 Lee(36)는 튀김가루의 호화특성 중 최고점도와 강하점도가 낮을 경우 튀김의 견고성 및 바삭함이 좋다고 하였는데, 본 연구에서 유산발효 쌀가루를 혼합했을 때 최고점도와 강하점도가 낮게 나타나 전의 바삭한 질감에 영향을 줄 것으로 생각된다. 또한 치반점도는 겔 안정성을 반영하고(36) 노화 정도를 예측할 수 있는데, 치반점도가 감소할수록 노화가 지연되며 가공적성 향상에 도움이 된다

는 사실로 볼 때, 유산발효 쌀가루를 이용할 경우 품질 향상에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전의 색도

유산발효 쌀가루의 혼합비율에 따른 전의 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 모든 쌀가루전의 L값이 밀가루전보다 높았다. 일반쌀가루전과 비교 시 5% 유산발효 쌀가루가 혼합된 전의 L값은 유의적으로 높았으나 발효 쌀가루의 혼합비율이 증가할수록 낮은 L값을 나타내었다. 적색도 a값은 모든 쌀가루전이 밀가루전보다 낮은 값을 나타내었고, 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 증가할수록 적색도가 높게 나타났다. 황색 정도를 나타내는 b값은 모든 쌀가루전이 밀가루전보다 유의적으로 낮았고 유산발효 쌀가루를 혼합한 경우 황색도 b값은 증가하였으나 10% 이상 혼합한 경우 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Choi(27)의 유산균을 이용한 발효 쌀가루 연구에 따르면 유산발효 쌀가루의 명도값 L값과 적색도 a값은 대조군과 유의적인 차이가 없었고, 유산발효 쌀가루의 황색도 b값은 대조군보다 크게 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서 유산발효 쌀가루를 혼합하여 전을 제조했을 때 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 증가할수록 전의 L값이 감소하고 적색도와 황색도가 증가하는 것은 쌀가루의 유산발효에 의해 생성된 당이 전의 제조 시 가열에 의해 캐러멜화 반응을 일으키는 것으로 보인다. 또한 5% 혼합 시 발효 쌀가루의 영향으로 L값이 증가하나, 혼합비율이 증가할수록 당의 양이 많아지고 그것이 캐러멜 반응을 촉진시키는 결과로 사료

Table 3. CIE color values of Jeon added with lactic fermentation rice flour

	CIE color values			
	L*	a*	b*	ΔE
Wheat flour	70.12±1.19 ^{d2)}	0.91±0.25 ^a	35.98±1.15 ^a	41.94±1.38 ^a
Rice flour	74.53±1.43 ^{bc}	-2.88±0.12 ^c	12.64±0.83 ^d	23.54±1.39 ^c
LFRE ¹⁾ 5%	78.11±1.60 ^a	-1.94±1.47 ^d	14.68±1.35 ^c	21.35±1.91 ^d
10%	75.07±2.48 ^{bc}	-1.45±0.48 ^c	18.06±2.61 ^b	25.78±2.98 ^b
15%	75.47±1.53 ^b	-0.87±0.26 ^b	16.70±2.29 ^b	24.71±1.14 ^{bc}
20%	73.58±1.03 ^c	-1.11±0.19 ^b	16.52±1.42 ^b	26.11±1.38 ^b

¹⁾Jeon prepared with lactic fermentation rice flour mixture.

²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Textural properties of *Jeon* added with lactic fermentation rice flour

	Hardness (g)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)	Chewiness (g)
Wheat flour	20,995.5±908.1 ^{a2)}	0.96±0.10 ^a	0.45±0.03 ^a	9,823.7±623.3 ^a	9,997.1±1963.4 ^a
Rice flour	17,285.3±1011.6 ^b	0.41±0.04 ^c	0.37±0.02 ^c	6,265.9±323.7 ^c	2,941.7±617.6 ^b
LFRF ¹⁾ 5%	17,259.9±1941.5 ^b	0.42±0.06 ^c	0.39±0.01 ^b	6,375.7±265.0 ^{bc}	3,156.5±595.2 ^b
10%	16,986.4±1453.3 ^b	0.61±0.06 ^b	0.36±0.01 ^c	6,416.7±207.3 ^{bc}	3,285.8±383.0 ^b
15%	16,860.7±896.8 ^b	0.58±0.14 ^b	0.37±0.01 ^c	6,582.4±357.6 ^b	3,309.7±1106.3 ^b
20%	16,830.9±599.4 ^b	0.59±0.13 ^b	0.37±0.01 ^c	6,544.1±605.1 ^b	3,476.3±626.9 ^b

¹⁾*Jeon* prepared with lactic fermentation rice flour mixture.

²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

된다.

유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전의 물성 특성

유산발효 쌀가루의 혼합비율을 달리하여 제조한 전의 물성 특성을 TPA(Texture Profile Analysis)를 이용하여 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 쌀가루로 제조한 모든 전은 밀가루전에 비해 경도가 유의적으로 낮았다. 일반쌀가루만으로 만들어진 전과 비교할 때 유산발효 쌀가루를 혼합한 전은 첨가되는 유산발효 쌀가루의 양이 5%에서 20%로 증가할수록 경도는 각각 17,259.9 g와 16,830.9 g로 나타났다. 쌀가루전은 밀가루로 제조한 전보다 탄력성, 응집성, 점착성, 씹힘성이 유의적으로 낮았다. 쌀가루전에 있어서 유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조된 전의 경우 탄력성과 점착성은 유의적으로 증가되었고 씹힘성은 유산발효 쌀가루의 혼합에 의한 유의적인 차이가 없었다.

유산발효 쌀가루는 발효 시 유산균에 의해 생성된 protease, amylase 등의 효소에 의해 전분이나 단백질을 분해되고 조직의 결합이 약해져 쌀가루의 입자크기가 작아진다고 보고되었다(27). 또한 Lee 등(28)과 Kim 등(31)도 효소처리 또는 수침 중에 생성된 amylase 등의 효소에 의해 쌀 전분의 손상도가 증가하고 미세입도분포가 증가한다는 결과를 보고하였다. 이렇듯 유산발효에 의해 쌀가루의 입자가 작아지면 물 결합능력이 증가하고 이것은 조직의 경도를 감소시킬 수 있다(14). 또한 유산발효 쌀가루를 혼합한 전의 탄력성과 점착성이 증가하는 것은 유산발효 시 작아진 쌀가루 입자로 인해 다공성 조직이 감소하고 치밀해졌기 때문으로 생각된다. 한편 Lee 등(37)은 빈대떡의 재료 혼합비율 최적화를 위한 연구에서 대두를 첨가하여 빈대떡을 제조하였을 때, 대두가 식품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘에 대해 저해작용을 하고, α -amylase에 의해 전분입자가 분해되어(38) 응집성이나 점착성이 감소된다고 보고하였다.

유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전의 흡유율

유산발효 쌀가루의 혼합비율에 따른 전의 흡유율을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 일정량의 반죽으로 전을 제조했을 때 반죽무게 대비 기름을 흡수하는 비율은 밀가루전이 6.61%, 쌀가루전이 7.96%로 분석되었으나 유의적인 차이

Table 5. Oil absorption of *Jeon* added with lactic fermentation rice flour

	Oil absorption (%)	Moisture contents (%)	Total lipid (%)
Wheat flour	6.61±0.45 ^{ns2)}	47.08±1.17 ^{a3)}	7.83±0.52 ^{ns}
Rice flour	7.96±1.92	39.64±2.83 ^b	9.57±2.28
LFRF ¹⁾ 5%	7.50±0.36	45.09±0.44 ^a	9.13±0.43
10%	7.17±1.22	45.28±0.80 ^a	8.64±1.46
15%	6.87±0.72	45.51±2.14 ^a	8.05±0.83
20%	6.33±0.05	46.74±0.76 ^a	7.39±0.06

¹⁾*Jeon* prepared with lactic fermentation rice flour mixture.

²⁾ns: not significant.

³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

는 없었다. 또한 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 5%에서 20%로 증가할수록 흡유율은 7.5%에서 6.33%로 분석되었으나 통계적 유의성은 없었다. 유산발효 쌀가루를 혼합하지 않은 쌀가루전의 수분보유량은 밀가루전 또는 유산발효 쌀가루를 혼합한 경우보다 유의적으로 낮았다. 반면에 전의 지방량은 쌀가루전이 9.57%, 밀가루전이 7.83%로 분석되었고, 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 증가할수록 9.13%에서 7.39%로 분석되었으나 통계적 유의성은 없는 것으로 나타났다.

전을 비롯한 튀김, 부침 등 기름을 이용하여 조리하는 음식의 문제점은 기름의 지나친 흡수로 인한 느끼한 맛과 지방으로 인한 열량의 과잉섭취이다. 따라서 흡유율을 낮추고자 하는 다양한 시도들(39,40)이 연구되고 있는데, 일반적으로 흡유량은 식품재료의 구성과 성분, 가열온도와 시간, 식품재료의 표면적에 따라 달라진다(41). Moon 등(40)은 유화제를 함유한 기능성 식용유가 유화제가 식품소재와의 표면에서 조리 시 쉽게 친수성의 막을 형성하여 기름이 식품내로 흡수되는 것을 막아주기 때문에 흡유량 감소 효과를 나타낸다고 보고하였고, methylcellulose(MC) 및 hydroxypropyl methylcellulose(HPMC)와 같은 셀룰로오스 유도체는 필름 형성능(film-forming properties) 및 열에 의한 젤 형성능이 좋아 튀김식품의 흡유량을 감소시키는 용도로 많이 이용되며(42), 돈가스 튀김반죽의 흡유량을 연구한 Kim과 Lee(39)의 연구에서도 셀룰로오스 첨가량에 비례하여 흡유량이 감소하는 경향을 보고하였다. 본 연구에서는 유산발효 쌀가루의 혼합에 의한 전의 흡유율 감소 효과가 유의적인

차이는 없었으나, 반죽 내의 수분은 전의 제조과정에서 수분과 유지의 상호 교환반응이 일어나기 때문에(43) 유산발효 쌀가루를 혼합한 전에서 수분함량이 유의적으로 높게 나타난 것은 유지의 흡유에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

또한 조리 후 전의 수분함량 및 지방함량은 전의 물성이나 관능적 특성에 영향을 미칠 것으로 생각되는데, Lee(36)는 튀김의 조직감에 수분과 지방 함량이 적을수록 견고성과 바삭함이 좋다고 보고하였고, Kim과 Lee(39)는 조리 후 튀김의 수분보유량과 흡유량은 물성이나 관능특성에 크게 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구에서 가열온도 및 시간을 일정하게 유지하고 전의 표면적과 중량을 일정하게 제조함으로써 전 반죽재료의 종류 및 유산발효 쌀가루의 혼합비율에 의한 전의 수분함량과 지방함량 차이를 알아보고자 하였다. 쌀가루는 밀가루보다 물 결합능력이 낮아 쌀가루전의 수분함량이 밀가루전보다 낮은 것으로 생각되며, 입자가 작은 유산발효 쌀가루에 의해 물 결합능력이 증가하고(14) 따라서 유산발효 쌀가루를 혼합한 전의 수분보유력이 혼합하지 않은 전보다 유의적으로 높은 것으로 나타나는데, 이런 특성이 전 제조 시 기름의 흡수를 저해한 것으로 사료된다.

유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전의 전분 소화율

유산발효 쌀가루의 혼합비율을 달리하여 제조한 각 전의 전분 소화율은 Table 6에 제시하였다. TS는 쌀가루전과 밀가루전 간에 유의적인 차이가 없었으나 유산발효 쌀가루를 혼합하여 전을 제조한 경우 TS가 감소하였다. 유산발효 쌀가루의 혼합에 의해 RDS 비율이 유의적으로 증가했으나 유산발효 쌀가루 5%에서 20%의 혼합비율에 의한 유의적인 차이는 없었다. SDS는 유산발효 쌀가루를 5%~15% 혼합하여 전을 제조한 경우는 유산발효 쌀가루를 혼합하지 않은 쌀가루전 또는 밀가루전의 SDS 비율과 유의적인 차이가 없었다. 그러나 20%의 유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전의 경우 SDS 비율이 유의적으로 낮아졌다. RS는 유산발효 쌀가루를 혼합하지 않은 쌀가루전의 경우 5.32%에서 유산발효 쌀가루를 혼합한 경우 2.43%까지 RS 비율이 감소하였으나 유의적인 차이는 없었다. SDI(starch digestion rate index)는 식품속의 총 전분 중 신속히 분해될 수 있는 전분

의 상대적인 비율을 나타내는데, 이는 *in vitro* 전분분해속도에 대한 한 척도로 이용된다(26). SDI는 유산발효 쌀가루를 혼합하지 않은 전과 5%~20% 혼합하여 제조한 전에서 유의적인 차이를 나타내었고 20% 혼합한 경우 가장 높은 SDI 비율을 나타내었다.

전분의 소화율에 영향을 미치는 요인은 전분의 출처, 입자크기, 결정성 정도, 가공조건 등 다양한 요인이 알려져 있다(44-46). 또한 호화특성에서 노화도가 높을 경우 결정성 영역이 많으므로 효소작용이 쉽지 않고 낮은 소화율을 나타낸다(47). Choi와 Sohn(48)은 열처리와 효소 처리에 의해 쌀가루의 가수분해율이 증가됨에 따라 소화율이 증가한다고 하였고 이는 열처리와 효소에 의해 쌀가루의 반응면이 노출되면서 소화 효소의 작용을 더 쉽게 받을 수 있기 때문인 것으로 설명하였다. 대조군인 밀가루전 또는 쌀가루전은 단백질, 식이섬유, 지방 등 비 전분물질이 전분의 소화를 방해하여 소화율에 영향을 미칠 수 있다(1). 하지만 유산발효 쌀가루가 혼합된 전은 유산발효 시 전분의 소화를 방해하는 단백질 등이 효소에 의해 분해되고(27) 전분분해 효소에 의해 쌀 전분입자의 분해 및 손상도가 증가된다(28). 또한 단단한 조직의 결합이 약화되고 연화되어 작은 입자 비율이 증가한다(27). 이것은 효소의 작용을 받기 쉬운 상태로 가수분해율이 증가됨에 따라 소화율을 증가시킨다.

본 연구에서 유산발효 쌀가루를 20% 혼합하여 제조한 전의 소화율은 혼합하지 않은 전과 비교해 볼 때 RDS는 8.3%에서 9.8%로 증가하고 SDS는 22.1%에서 20.2%로 유의적으로 감소하였으며 이로 인해 SDI 비율도 23.4%에서 29.5%로 유의적으로 증가하였는데, 이것은 쌀가루전에 혼합된 유산발효 쌀가루의 단백질과 전분입자가 붕괴되고 낮은 치반점도 값에 따른 소화율의 증가에 기인하는 것으로 사료된다.

유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전의 관능적 특성 평가

유산발효 쌀가루를 5%에서 20%까지 혼합하여 전을 제조한 후 15명의 패널을 대상으로 전의 관능검사를 실시한 결과를 Table 7에 제시하였다. 전의 외관은 쌀가루전이 밀가루전보다 기호도가 낮았으나 유산발효 쌀가루를 혼합하여

Table 6. Starch digestibility of *Jeon* added with lactic fermentation rice flour

	Starch fraction ²⁾ (%)				SDI
	TS	RDS	SDS	RS	
Wheat flour	36.17±1.10 ^{a3)}	9.10±0.36 ^{ab}	22.21±0.46 ^a	4.87±1.46 ^{ns4)}	25.17±1.29 ^{bc}
Rice flour	35.80±1.76 ^a	8.33±0.73 ^b	22.14±0.83 ^a	5.32±2.02	23.35±2.76 ^c
LFRF ¹⁾ 5%	34.65±0.33 ^{ab}	9.68±0.91 ^a	22.54±0.56 ^a	2.43±1.09	27.96±2.85 ^{ab}
10%	34.11±1.03 ^b	9.41±0.87 ^a	22.20±0.71 ^a	2.49±1.50	27.65±3.09 ^{ab}
15%	33.61±0.94 ^b	9.53±0.32 ^a	21.11±1.26 ^{ab}	2.96±1.28	28.37±0.76 ^{ab}
20%	33.27±1.21 ^b	9.80±0.23 ^a	20.20±1.78 ^b	3.27±2.71	29.51±1.59 ^a

¹⁾ *Jeon* prepared with lactic fermentation rice flour mixture.

²⁾ TS: total starch, RDS: rapidly digestible starch, SDS: slowly digestible starch, RS: resistant starch, SDI: starch digestion index (as % of total starch, RDS/TS×100).

³⁾ Values within a column with different superscripts are significantly different at *P*<0.05 by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ ns: not significant.

Table 7. Sensory characteristics of *Jeon* added with lactic fermentation rice flour

	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
Wheat flour	6.25±1.39 ^{ab2)}	5.50±1.20 ^b	5.00±1.20 ^b	5.63±1.60 ^{ns3)}	5.25±1.16 ^b
Rice flour	5.25±1.28 ^b	5.88±1.25 ^b	5.75±1.04 ^{ab}	5.75±1.28	5.94±1.27 ^b
LFRF ¹⁾ 5%	5.75±1.04 ^{ab}	6.63±1.06 ^{ab}	6.13±0.99 ^{ab}	5.63±1.77	6.25±1.04 ^b
10%	6.38±0.92 ^{ab}	7.25±0.46 ^a	6.88±0.83 ^a	6.88±0.64	7.56±0.73 ^a
15%	6.50±0.93 ^{ab}	6.38±0.92 ^{ab}	6.75±1.39 ^a	5.88±1.25	6.31±0.96 ^b
20%	6.75±1.16 ^a	6.50±1.31 ^{ab}	6.00±1.77 ^{ab}	6.00±1.85	6.19±1.73 ^b

¹⁾*Jeon* prepared with lactic fermentation rice flour mixture.

²⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ns: not significant.

전을 제조한 경우 기호도가 상승하였고 유산발효 쌀가루를 20% 혼합했을 때는 혼합하지 않은 전보다 외관의 기호도가 유의적으로 높아졌다. 기계적인 색도 측정 결과 유산발효 쌀가루 혼합비율이 높을수록 명도 L값은 감소하고 적색도 a값과 황색도 b값이 커지는 것으로 나타났는데, 유산발효 쌀가루 함량이 가장 높은 전의 경우 먹음직스러운 열은 갈색을 나타내고 외관의 기호도에 영향을 미친 것으로 생각된다. 전의 풍미는 유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전이 유산발효 쌀가루를 혼합하지 않은 쌀가루전이나 밀가루전보다 기호도가 높았고 특히 10% 유산발효 쌀가루를 혼합했을 때 가장 풍미가 좋은 것으로 나타났다. Choi 등(27)의 연구에 따르면 발효 쌀가루 중 수침발효는 불쾌한 냄새가 발생하는 반면 37°C에서 2~3일간 유산발효 한 경우는 양호한 냄새를 지닌다고 하였다. 본 연구의 예비실험에서 유산발효 쌀가루를 20% 이상 혼합할 경우 전의 이취 면에서 부정적인 영향을 주었으나 20% 이하로 혼합했을 경우는 유산발효 쌀가루를 혼합하지 않은 밀가루전 또는 쌀가루전보다 전의 풍미에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보인다. 또한 유산발효 쌀가루의 혼합은 전의 맛에도 영향을 주었으며 유산발효 쌀가루를 10%~15% 혼합한 전의 맛에 대한 기호도가 가장 높았다. 전의 질감에 대한 기호도는 유산발효 쌀가루의 혼합유무나 혼합비율에 따른 차이를 나타내지 않았다. 유산발효 쌀가루의 혼합은 전의 기계적인 질감에는 영향을 미쳤으나 전의 바삭거림과 쫄깃함에 대한 기호도는 개인마다 달라 유의적인 차이를 나타내지는 않은 것으로 생각된다.

전의 전반적인 기호도는 유산발효 쌀가루 10%를 혼합한 전에서 유의적으로 높았다. 유산발효 쌀가루를 10% 정도 첨가함으로써 전의 외관과 맛의 기호도를 상승시키고 풍미에 바람직한 영향을 주어 전반적인 기호도를 상승시킨 것으로 사료된다.

요 약

유산발효 쌀가루가 전의 품질특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 유산발효 쌀가루를 5~20% 혼합한 전을 제조한 후 조직감, 흡수율, 소화율 및 기호도 등을 검토하였다. 호화 특성을 분석한 결과 모든 쌀가루들의 최종점도, 최저점도,

최종점도, 강하점도, 치반점도는 밀가루보다 낮았고 유산발효 쌀가루의 혼합에 의해 더욱 낮아지는 것으로 나타났다. 전의 색도 측정에서 모든 쌀가루전은 밀가루전보다 명도를 나타내는 L값이 높았고 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 낮았으나, 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 증가할수록 전의 L값은 낮아지고 a값과 b값은 증가하였다. 쌀가루로 제조한 전은 밀가루전에 비해 경도, 탄력성, 응집성, 점착성, 씹힘성이 유의적으로 낮았고, 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 증가할수록 탄력성과 점착성이 유의적으로 증가되었다. 일정량의 반죽으로 전을 제조했을 때 반죽무게 대비 기름을 흡수하는 비율은 밀가루전이 6.61%, 쌀가루전이 7.96%로 분석되었고, 유산발효 쌀가루의 혼합비율이 5%에서 20%로 증가할수록 흡수율은 7.5%에서 6.33%로 분석되었으나 통계적 유의성은 없었다. 유산발효 쌀가루의 혼합에 의해 전의 RDS 비율이 유의적으로 증가하였고 20%의 유산발효 쌀가루를 혼합하여 전을 제조했을 때 SDS 비율이 유의적으로 감소하였다. 유산발효 쌀가루를 혼합하여 제조한 전은 쌀가루전이나 밀가루전보다 전의 외관, 풍미, 맛에 대한 기호도가 상승하였고 특히 10% 발효 쌀가루를 혼합했을 때 전반적인 기호도가 유의적으로 상승하였다. 유산발효 쌀가루의 이용은 전의 품질을 향상시키고 품질특성에 바람직한 영향을 주는 결과를 보였다. 이것은 쌀의 이용 증대 효과를 가져 올 것으로 기대되며, 쌀 가공품의 다양성을 부여하고 다양한 소비패턴에 부응할 수 있으리라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 박사후연수과정지원 사업(과제번호: PJ009747)의 지원 및 농촌진흥청 공동연구 사업(과제번호: PJ007551)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Han JA. 2009. Digestive, physical and sensory properties of cookies made of dry-heated OSA-high amylose rice starch. *Korean J Food Sci Technol* 41: 668-672.
- Lee MK, Shin M. 2006. Characteristics of rice flours pre-

- pared by moisture-heat treatment. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 147-157.
3. Shin M. 2010. Activation of the rice processing industry. *Food Preservation and Processing Industry* 9: 16-37.
 4. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2008. *The strategies for promoting of rice processed foods*. Press Release. Seoul, Korea.
 5. Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 232-237.
 6. Kee HJ, Lee ST, Park YK. 2000. Preparation and quality characteristics of Korean wheat noodles made of brown glutinous rice flour with and without aroma. *Korean J Food Sci Technol* 32: 799-805.
 7. Cho JH, Koh BK. 2003. A survey on the rice-based processed food consumption of the housewives at Daegu. *Korean J Soc Food Sci* 19: 300-307.
 8. Kum JS. 2010. Nutrition of rice and rice processed foods. *Food Preservation and Processing Industry* 9: 38-54.
 9. Song JY, Shin M. 2007. Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. *Food Sci Biotechnol* 16: 759-764.
 10. Pruska-Kędzior A, Kędzior Z, Gorący M, Pietrowska K, Przybylska A, Sychalska K. 2008. Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulation. *Eur Food Res Technol* 227: 1523-1536.
 11. Blanco DA, Ronda F, Perez B, Pando V. 2011. Improving gluten free bread quality by enrichment with acidic food additives. *Food Chem* 127: 1204-1209.
 12. Choi BK, Kum JS, Lee HY, Park JD. 2005. Quality characteristics of rice cake (Baksulki) according to milling type and particle size. *Korean J Food Preserv* 12: 230-234.
 13. Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1076-1083.
 14. Lee SH, Shin M. 2009. Characteristics of preparation of rice manju and rice flours with soaking and different particle sizes. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 427-434.
 15. Kim HY, Lee BY, You HS, Ham SS. 1999. Milling and rice flour properties of tempering condition on moisture content of rice. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 76-80.
 16. Juliano BO. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. In *Rice Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p 443-524.
 17. Shin MS. 2009. Rice-processed food. *Food Sci Industry* 42: 2-18.
 18. Kum JS. 1998. Effects of amylose content on quality of rice bread. *Korean J Food Sci Technol* 30: 590-595.
 19. Lee JJ. 1985. A study on the changes of food habit for Seoul residents. *MS Thesis*. Chung-Ang University, Seoul, Korea.
 20. Jang EJ, Lee YK, Lee HG. 1996. The study for consciousness, dietary life behaviors on Korean traditional food. *Korean J Dietary Culture* 11: 179-206.
 21. Chang MJ, Cho MS. 2000. Recognition and preference to Korean traditional food for foreign visitors in Korea. *Korean J Dietary Culture* 15: 215-223.
 22. Jung BM, Kim ES, Rhee KC. 2001. Physical and chemical properties of cornmeal extrudates by addition of defatted soy flour and squid. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 292-298.
 23. Lee JH. 1999. Survey on food preference in Gyeongnam area. *Korean J Soc Food Sci* 15: 338-352.
 24. Kim KJ, Cha EJ. 1994. Survey on utilization of pan-fried food items at institutional foodservice establishments in Pusan. *Korean J Soc Food Sci* 10: 309-314.
 25. AOAC. 1990. *Official methods of analysis of AOAC International*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 8-35.
 26. Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur J Clin Nutr* 46: S33-S50.
 27. Choi YH, Kim SB, Cho YS, Kim EM, Park SY, Kim TY. 2010. Physicochemical properties of rice flour by lactic acid fermentation. *Korean J Community Living Science* 21: 509-515.
 28. Lee YH, Kum JS, Ku KH, Chun HS, Kim WJ. 2001. Changes in chemical composition of glutinous rice during steeping and quality properties of *Yukwa*. *Korean J Food Sci Technol* 33: 737-744.
 29. Han XZ, Hamaker BR. 2001. Amylopectin fine structure and rice starch paste breakdown. *J Cereal Sci* 34: 279-284.
 30. Choi SI, Kim TJ, Park JH, Lim CS, Kim MY. 2011. Quality characteristics of frying mix added with brown rice fiber. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 671-680.
 31. Kim RY, Park JH, Kim CS. 2011. Effects of enzyme treatment in steeping process on physicochemical properties of wet-milled rice flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1300-1306.
 32. Egawa K. 1992. Recipe and baking technology of rice flour for making bread. *New Technol North Agric* 5: 95-101.
 33. Park JD, Choi BK, Jum JS, Lee HY. 2006. Physicochemical properties of brown rice flours produced under different drying and milling conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 495-500.
 34. Medcalf SL, Luned DB. 1985. Factors affecting water uptake in the milled rice. *J Food Sci* 50: 1674-1679.
 35. Choi EJ, Kim HS. 1997. Physicochemical and gelatinization properties of glutinous rice flour and starch steeped at different conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 17-24.
 36. Lee MJ. 2005. Utilization of starch to improve quality of deep-fat fried batter. *MS Thesis*. Korea University, Seoul, Korea.
 37. Lee JH, Shin ES, Kweon BM, Ryu HS, Jang DH. 2005. Optimizing ingredients mixing ratio of mungbean pancake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1274-1283.
 38. Shin KS, Woo KJ. 1999. Changes in adding soybean on quality and surface structure of Korean rice cake (Jeung-Pyun). *Korean J Soc Food Sci* 15: 249-257.
 39. Kim BS, Lee YE. 2009. Effect of cellulose derivatives to reduce the oil uptake of deep fat fried batter of pork cutlet. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 488-495.
 40. Moon SJ, Oh HS, Lee MH. 1996. Cooking characteristics of emulsifier-containing oil—Degree of oil absorption and spattering during cooking, and standard recipe for fried foods. *Korean J Soc Food Sci* 12: 99-107.
 41. Song TH, Yoo JH. 2009. *Understanding food chemistry*. Hyoilbooks press, Seoul, Korea. p 153-200.
 42. Sanz T, Salvador A, Fiszman SM. 2004. Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters application to battered, fried seafood. *Food Hydrocolloids* 18: 127-131.
 43. Ahn MS. 2004. *Food and cookery science*. Shinkwang press, Seoul, Korea. p 167.
 44. Snow P, O'Dea K. 1981. Factors affecting the rate of hydrolysis of starch in foods. *Am J Clin Nutr* 34: 2721-2727.
 45. Holm J, Bjorck I, Ostrowska S, Eliasson AC, Asp NG, Larsson K, Lundquist I. 1983. Digestibility of amylose-lipid

- complexes *in-vitro* and *in-vivo*. *Starch* 35: 294-297.
46. Wursch P, Dal Vedovo S, Koellreuter B. 1986. Cell structure and starch nature as key determinants of the digestion rate of starch in legume. *Am J Clin Nutr* 43: 25-29.
47. Heijnen MLA, Amelvoort JMM, Deurenberg P, Beynen AC. 1998. Limited effect of consumption of uncooked (RS) or retrograded (RS3) resistant starch on putative risk factors for colon cancer in health men. *Am J Clin Nutr* 67: 322-331.
48. Choi JS, Sohn KH. 1997. Physicochemical properties of modified rice powder for rice-based infant foods—Thermal-enzymatic treatment on rice powder. *Korean J Dietary Culture* 12: 375-382.