

## 도정도에 따른 쌀가루 및 쌀국수의 품질 특성

이란숙 · 김창희 · 최은지 · 성정민 · 최현욱 · 최윤상 · 금준석 · 박종대

한국식품연구원

### Effect of Degree of Milling on Physicochemical Properties of Rice Flour and Rice Noodles

Lan-Sook Lee, Chang-Hee Kim, Eun-Ji Choi, Jung-Min Sung, Hyun-Wook Choi,  
Yun-Sang Choi, Jun-Seok Kum, and Jong-Dae Park

Korea Food Research Institute

**ABSTRACT** The objective of this study was to investigate the physicochemical properties of rice flour at different degrees of milling (DOM) and their influence on cooking, color, textural, and sensory properties of rice noodles. Higher DOM flour resulted in higher value of lightness and lower value of yellowness. Transition temperatures of rice flour were not significant, whereas the enthalpy of gelatinization increased with an increase in milling degree. Rice noodles were prepared with rice flours of DOM, and their quality and sensory properties were investigated. Cooking properties of rice noodles were not affected by DOM; however, color values were affected by DOM. In textural properties, values of hardness and chewiness of rice noodles were significantly reduced with an increase in milling degree. The sensory scores for overall acceptability, appearance, and texture were highest in higher DOM noodles (DOM 10% and DOM 12%)

**Key words:** degree of milling, rice flour, rice noodle, thermal property, textural property

## 서 론

쌀(*Oryza sativa* L.)은 밀, 옥수수과 더불어 세계 3대 곡물 중의 하나인 중요한 식량자원으로서 우리나라를 비롯한 여러 아시아 국가에서 주식으로 이용하고 있다. 쌀은 식물 종실 조직으로 외부는 겨층, 내부는 호분층, 배아 및 배유로 구성되어 있으며, 도정 과정을 통해 주로 호분층과 배아가 제거된 백미를 얻게 된다(1). 도정은 쌀의 수율 및 쌀의 품질과 밀접한 관계가 있으며 도정도란 현미의 쌀겨 층의 제거 정도를 말한다. 쌀의 도정 정도는 분도나 현백율로도 표기하는데 현미를 100%로 간주할 경우 쌀겨 층과 배를 제거한 이론적인 현백율은 92%로 이때를 10분도라고 하며 도정도로 표기하면 8%가 된다. 즉 10분도는 쌀겨 층과 배가 완전히 제거된 이론적인 쌀을 의미한다(2).

쌀의 영양성분은 재배 환경, 품종, 토지, 저장 기간, 도정도에 따라 차이가 있으나, 주성분은 전분, 지방 및 단백질로 구성되어 있다. 전분은 쌀의 배유 세포 대부분을 차지하는 성분으로서 전분 입자들이 뭉쳐진 다면체의 복합 전분립의 형태로 존재하고 있으며, 단백질은 과립상의 단백질체의

형태로 주로 존재한다(1,3). 지방질은 전분립 표면에 붙어 있는 유리된 상태 또는 아밀로스 나선구조 내에 단단하게 결합되어 있는 상태로 소량 존재한다(4,5). 쌀을 이용한 쌀밥 및 쌀 가공식품의 품질은 전분, 단백질, 지방 등 이들 성분 간의 조화에 의하여 결정되며 품종, 재배 환경, 저장, 도정 등 여러 가지 요인들에 의해 영향을 받는다(6,7).

현재 우리 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 2005년 80.7 kg에서 2015년 62.9 kg으로 최근 10년간 지속해서 감소하는 상황으로 쌀 소비를 위한 대책이 시급한 실정이다(8). 밥을 주식으로 섭취하던 예전과 달리 빵이나 면 등 밥 대체식품의 섭취 증가 등 식생활 행태 변화로 밥쌀 소비량이 지속해서 감소하고 있다. 따라서 쌀 가공식품을 통한 쌀 소비시장 확대가 필요하고, 쌀 가공을 통한 고부가가치화로 농가소득 안정에 기여할 필요가 있다. 쌀 가공산업 분야 중 쌀 면류 시장은 밀가루 면류 시장을 일정 부분 대체할 가능성이 큰 분야로서 쌀 면류 시장 확대를 위해서는 쌀가루의 면류 가공 적성 연구가 중요하다. 쌀 면류 관련 연구로는 미생물 유래 transglutaminase, 세몰리나, 천연 고분자 등 쌀국수 제면 특성 연구(9-11), 파쇄미 쌀가루나 저장미 쌀가루를 이용한 즉석 쌀국수 제조 연구(12,13) 등이 있다. 또한, 쌀 가공식품의 가공적성에 영향을 미치는 도정도 관련 연구로는 쌀이나 쌀가루 등의 특성 연구(14-16)가 대부분이며 이를 이용한 쌀 면류 관련 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 쌀 면류 시장 확대를 위한 면류 가공적성 연구 중 도정도에 따른 영향을 살펴보고자 도정도를 달리한 추청 쌀가루의 이화학적 특성과 이들 쌀가루를 이용하여 제조한 생면 쌀국수의 품질 특성 및 관능 특성 평가에 대한 연구 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 주재료인 쌀가루는 2014년산 추청벼를 미듬영농조합에서 5분도, 10분도 및 12분도로 각각 도정하였다. 벼는 종합식발기(Seongsu ENG, Paju, Korea)를 거쳐 이물질을 선별한 후, 현미기(Seongsu ENG), 현미분리기(Seongsu ENG), 입선별기(Seongsu ENG), 현미식발기(Seongsu ENG)를 통해 정선된 현미를 제조하였다. 현미는 정미기(Seongsu ENG)를 통해 5분도미, 10분도미 및 12분도미로 정미 후 색채선별기(ACS-60, A-Mecs, Ansan, Korea), 진동선별기(Seongsu ENG)를 통해 부적합 시료를 선별하였다. 도정된 쌀은 덕산식품(Goesan, Korea)에 의뢰하여 습식 기류분쇄 방법에 의해 쌀가루로 제조하였다. 생면 쌀국수 제조에 필요한 부재료로 중력분 밀가루(Beksul, CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 정제염(Hanju Co., Ulsan, Korea)과 탄산수소나트륨(SDBNI Co., Ltd., Hwaseong, Korea)을 구입하여 사용하였다.

### 쌀가루의 이화학적 특성

**입도 측정:** 입도는 쌀가루를 증류수에 분산시켜 particle size analyzer(CILAS 1190, CILAS, Orleans, France)를 이용하여 측정하였으며 평균 입자크기로 나타내었다.

**색도 측정:** 쌀가루의 색도는 투명한 플라스틱 원통용기(35×10 mm)에 담아 색차계(CM-2500D, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 L 값(lightness), a 값(+ redness, - greenness), b 값(+ yellowness, - blueness)을 측정하였으며 평균(mean)과 표준편차(SD)로 나타내었다. 표준 색판으로는 백색판(L 값: 93.32, a 값: -0.37, b 값: 2.52)을 사용하였다.

**아밀로스 함량 측정:** 쌀가루의 아밀로스 함량은 Juliano (17)의 방법으로 정량하였다. 쌀가루 100 mg에 95% ethanol 1 mL와 1 N NaOH 9 mL를 넣어 100°C 항온수조에서 10분간 가열한 후 냉각하여 100 mL로 정용하였다. 이 중 5 mL를 취해 1 N acetic acid 1 mL와 요오드-요오드화칼륨 용액(KI 2% 수용액에 I<sub>2</sub>를 0.2% 수준으로 첨가하여 제조한 수용액) 2 mL를 넣은 후 100 mL로 정용하였으며 20분간 방치 다음 620 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 아밀로스 함량은 기준 시료인 potato amylose의 표준곡선으로 측정하였다.

**호화 특성 측정:** 쌀가루의 호화 특성은 thermal analysis data station이 연결된 시차 주사 열량계(Differential Scan-

ning Calorimeter, DSC, Perkin Elmer Co., Norwalk, CT, USA)를 이용하여 쌀가루의 호화 열의 변화를 측정하였다. DSC는 indium을 사용하여 보정하였고, stainless steel pan에 쌀가루 10 mg과 증류수 30 mg을 넣고 밀봉하였다. 이를 실온에서 1시간 방치한 후 30~150°C의 온도 범위에서 10°C/min의 속도로 온도를 올리면서 흡열 peak를 얻었다. 이 peak로부터 호화개시온도(onset temperature, To), 호화정점온도(peak temperature, Tp), 호화종료온도(conclusion temperature, Tc) 및 호화엔탈피(gelatinization enthalpy, ΔH)를 구하였다.

**미세 형태 관찰:** 도정도에 따른 쌀가루의 표면형태를 관찰하기 위해 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope, SEM, S2380, Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하였다. 각각의 시료를 gold-palladium으로 ion sputter(C1010 Hitachi)를 이용하여 도금한 후, 가속전압 20 kV에서 125배 및 1,000배의 배율로 관찰하였다.

### 생면 쌀국수 제조

생면 쌀국수는 시험 생산용 쌀국수 제조장치(Hwanhi Co., Gwangju, Korea)를 이용하여 제조하였다. 반죽기(Hwanhi Co.)에 쌀가루 50%, 밀가루 48.8%, 탄산수소나트륨 0.2% 및 정제염 1.0%를 혼합한 후, 원재료의 35%(w/w)의 물을 첨가하면서 10분간 반죽하였다. 반죽은 압출 성형기(스크루 회전 속도 720 rpm, 증숙온도 90~95°C, 원형 토출구멍 1.2 mm)를 통하여 증숙과 동시에 면대를 성형하였다. 압출 성형된 면은 송풍 냉각을 통하여 냉각시키고 130 g씩 절단하였으며, 수분 함량이 38~40%가 되도록 2차 송풍 건조 후 폴리 에틸렌 백에 밀봉하여 4°C에 저장하면서 실험에 사용하였다. 이때 쌀가루는 5분도미, 10분도미 및 12분도미를 이용하였다.

### 생면 쌀국수의 품질 특성

**중량, 부피 및 수분흡수율:** 쌀국수의 조리 특성은 Choi 등(12)의 방법으로 측정하였다. 쌀국수 시료 20 g을 300 mL의 끓는 물에 넣어 3분간 끓인 후 흐르는 물로 30초간 행구고 3분간 탈수한 다음 조리 후 중량을 계산하였다. 조리한 쌀국수의 부피는 100 mL의 증류수가 채워진 200 mL 눈금 실린더에 담가 증가하는 물의 부피로 측정하였다. 조리한 쌀국수의 수분흡수율은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{수분흡수율(\%)} = \frac{\text{조리면의 중량} - \text{생면의 중량}}{\text{생면의 중량}} \times 100$$

**색도 측정:** 쌀국수의 색도는 조리 전과 조리 후에 각각 색차계(CM-2500D, Minolta)를 이용하여 L 값(lightness), a 값(+ redness, - greenness), b 값(+ yellowness, - blueness)을 측정하였으며 평균(mean)과 표준편차(SD)로 나타내었다. 표준 색판으로는 백색판(L 값: 96.86, a 값: -0.07, b 값: 2.02)을 사용하였다.

**기계적 조직감 측정:** 쌀국수의 조직감 특성은 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Co., Surrey, UK)를 사용하여 TPA(texture profile analysis)로 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness)에 대해 측정하였다. 조리한 쌀국수 가락을 plate에 올려놓고 직경 25 mm의 plunger를 사용하여 압착실험 하였으며, 측정 조건은 pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 0.5 mm/s, post-test speed 0.5 mm/s, strain 50%로 하였다. 측정은 10회 반복하여 평균값을 구하였다.

**기호도 평가:** 쌀국수의 기호도 평가는 한국식품연구원 20대 직원 30명을 대상으로 칸막이가 되어 있는 개인 검사대를 갖춘 관능검사실에서 외관(appearance), 맛(flavor), 조직감(texture) 및 전반적 기호도(overall acceptability)에 대해 시행하였다. 평가방법은 1회에 1개 시료를 차례로 평가하도록 하였으며 9점 척도를 사용하여 1점이 '매우 싫다'에서 9점은 '매우 좋다'로 표시하도록 하였다. 각 쌀국수 시료는 조리특성의 조리방법과 동일하게 조리하였으며 조리한 국수는 일정량씩 흰색 용기에 담아 시료로 제공하였다

### 통계처리

모든 분석 결과는 SPSS program(SPSS version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 시행하였으며, 5% 수준에서 Duncan의 다중범위검정을 시행하거나 독립 t-test를 시행하여 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 쌀가루의 입도, 색도 및 아밀로스 함량

생면용 쌀국수 제조를 위해 사용된 도정도에 따른 쌀가루의 입도, 색도 및 아밀로스 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 쌀가루의 평균 입도는 13.14~14.14  $\mu\text{m}$ 로 모든 시료 간에 유의적 차이가 없었다.

색도 중 명도 L 값은 12분도미 쌀가루가 91.51로 가장 높았고, 5분도미는 88.70으로 가장 낮았으며 도정도에 따라 유의한 차이가 있었다. 적색도 a 값은 -0.41로 10분도미에서 유의적으로 가장 낮았으나 도정도에 따른 경향은 보이지 않았다. 황색도 b 값은 도정도가 가장 낮은 5분도미에서 6.11로 유의적으로 가장 높게 나타났고, 12분도미에서 4.32

로 가장 낮은 값을 나타냈다. 색도 측정 결과 쌀가루의 색도는 쌀국수 제조 시 제품의 색 및 외관에 영향을 줄 것으로 생각되었다. 일반적으로 도정도(milling degree)는 현미의 도정 과정 중 미강의 제거 정도를 나타내는 척도로서 Jung과 Choi(14)의 드래찬 쌀품종의 도정도를 달리한 쌀가루의 이화학적 특성 연구에 따르면 도정도가 높을수록 L 값은 증가하고 b 값은 감소한다고 보고하였다. 또한, 장립종을 이용한 Lamberts 등(15)의 연구에서도 도정도가 높아질수록 L 값은 증가하고 a 및 b 값은 감소한다고 보고한 바 있다. Kim 등(18)도 도정도에 따른 쌀의 칼라 모델링 연구에서 품종에 상관없이 도정도가 높을수록 L 값은 높게 나타난다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 보였다.

도정도에 따른 쌀가루의 아밀로스 함량은 21.41~24.72%로 도정도가 높을수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. Monks 등(19) 및 Rosniyana 등(20)은 도정도가 증가함에 따라 미강 층에 존재하는 단백질, 회분, 섬유질 등의 제거로 상대적으로 쌀가루 내의 전분의 비율이 증가함에 의해 아밀로스 함량이 증가한다고 보고하였다. 일반적으로 멥쌀은 아밀로스 함량에 따라 저 아밀로스 쌀(<20%), 중간 아밀로스 쌀(20~25%) 및 고 아밀로스 쌀(>25%)로 구분(21)할 수 있으며 본 실험에 사용된 쌀은 중간 아밀로스 쌀임을 알 수 있었다.

### 쌀가루의 호화 특성

도정도가 다른 쌀가루의 DSC 측정 장치에 따른 호화개시 온도( $T_o$ ), 호화정점온도( $T_p$ ), 호화종결온도( $T_c$ ) 및 호화엔탈피( $\Delta H$ ) 등 호화 특성을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 호화개시온도, 호화정점온도 및 호화종결온도는 각각 59.63~60.25°C, 67.02~68.12°C 및 74.73~76.30°C로 유의적 차이는 없었지만 도정도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였다. 호화 상전이에 필요한 에너지량을 나타내는 호화엔탈피는 9.79~11.18 J/g으로 12분도미에서 유의적으로 높게 나타났으며 5분도미와 10분도미 간에는 유의한 차이가 없었다. Yoon과 Kim(22)의 보고에 의하면 오대, 황송 및 일품 품종에 대한 호화 특성 측정 결과 모든 품종에서 도정도가 현미에서 15분도미로 높아질수록 호화개시온도 및 호화정점온도는 감소하였고 호화엔탈피는 증가하였음을 보여주었다. Jung과 Choi(14)의 드래찬 품종에 대한 호화 특성 측정 결과 또한 현미에서 10분도미로 도정도가 증가할수록 호화개시온도, 호화정점온도 및 호화종결온도는 감소하고 호화

**Table 1.** Particle size, color values, and amylose content of rice flours with different milling degrees

Degree of milling (%)	Particle size ( $\mu\text{m}$ )	Color value			Amylose content (%)
		L	a	b	
5	14.14±0.80 <sup>a</sup>	88.70±0.03 <sup>c</sup>	-0.34±0.02 <sup>b</sup>	6.11±0.03 <sup>a</sup>	21.41±0.57 <sup>c</sup>
10	13.72±0.01 <sup>a</sup>	90.99±0.06 <sup>b</sup>	-0.41±0.01 <sup>c</sup>	4.88±0.02 <sup>b</sup>	22.81±0.55 <sup>b</sup>
12	13.14±1.22 <sup>a</sup>	91.51±0.02 <sup>a</sup>	-0.29±0.01 <sup>a</sup>	4.32±0.02 <sup>c</sup>	24.72±0.29 <sup>a</sup>

All values are mean±SD.

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

**Table 2.** Thermal properties of rice flours with different milling degrees

Degree of milling (%)	To (°C)	Tp (°C)	Tc (°C)	ΔH (J/g)
5	60.25±0.59 <sup>NS</sup>	68.12±0.98 <sup>NS</sup>	76.30±0.21 <sup>NS</sup>	9.79±0.05 <sup>b</sup>
10	59.95±0.73	68.01±0.96	76.11±1.02	10.06±0.31 <sup>b</sup>
12	59.63±0.16	67.02±0.09	74.73±0.27	11.18±0.74 <sup>a</sup>

To: onset temperature, Tp: peak temperature, Tc: conclusion temperature, ΔH: gelatinization enthalpy of rice flour.

All values are mean±SD.

Values with different letters within a column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at *P*<0.05. NS: not significant.

엔탈피는 증가함을 보여주었다. Marshall(23)의 장립중에 대한 호화 특성 측정 결과 도정도 20%까지 도정도가 증가할수록 호화개시온도, 호화정점온도 및 호화종결온도는 감소하고 호화엔탈피는 증가함을 보여주었다. 이는 도정에 의해 전분 입자로의 물의 침투를 지연시키는 현미의 과피와 종피의 waxy layer 제거 및 전분과 상호 작용을 일으키는 단백질과 지방의 감소에 의한 결과라고 보고하였다.

**쌀가루의 미세 형태**

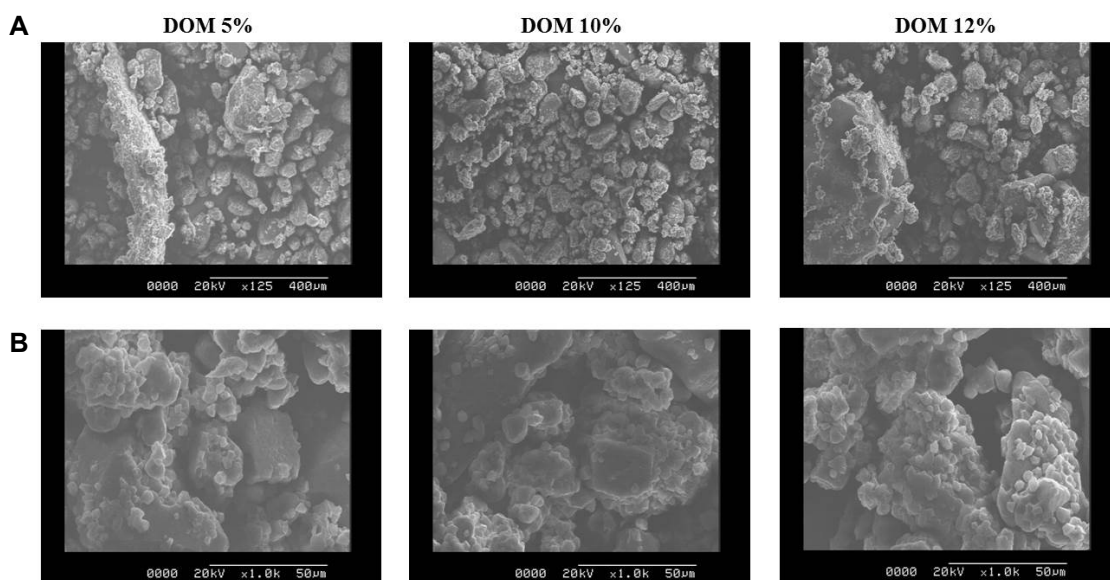
도정도에 따른 쌀가루의 미세 형태를 SEM을 이용하여 125배율 및 1,000배율로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 5분도미 쌀가루를 125배율로 관찰시 도정 중 현미로부터 제거된 미강층에 주로 존재하는 식이섬유 등의 성분이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 1,000배율로 관찰시 5분도미 쌀가

루 표면에 배유세포들이 뭉쳐 있는 덩어리 상태의 다각형 입자 형태가 관찰되었다. 모든 시료에서 1,000배율로 관찰시 습식 쌀가루의 주요 특징인 다각형 전분 입자를 확인할 수 있었으며(24,25), 도정도가 높아질수록 쌀 전분 고유의 다각형 입자가 단백질체로부터 분리되어 많이 노출되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

**쌀국수의 중량, 부피, 수분흡수율 및 색도**

쌀국수의 조리 후 중량, 수분흡수율 및 부피에 대한 조리 특성은 Table 3에 나타낸 바와 같이 도정도에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 국수의 조리 특성은 국수의 품질을 나타내는 주요 요인이며, 특히 수분 흡수율은 제품의 복원력에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(26).

도정도에 따른 쌀국수의 색도는 조리 전과 조리 후에 각각



**Fig. 1.** Scanning electron microphotographs of rice flours with different milling degrees at the magnification of ×125 (A) and ×1,000 (B). DOM: degree of milling.

**Table 3.** Cooking quality of rice noddles prepared from rice flours with different milling degrees

Degree of milling (%)	Weight of uncooked noodle (g)	Weight of cooked noodle (g)	Water absorption (%)	Volume (mL)
5	20.53±0.18 <sup>NS</sup>	26.84±0.54 <sup>NS</sup>	30.74±1.53 <sup>NS</sup>	22.35±0.92 <sup>NS</sup>
10	20.50±0.11	27.06±0.26	31.94±0.59	22.55±0.07
12	20.61±0.09	27.03±0.37	31.16±1.24	22.45±0.07

All values are mean±SD. NS: not significant.

**Table 4.** Color values of uncooked and cooked noodles prepared from rice flours with different milling degrees

		Degree of milling		
		5%	10%	12%
Color <i>L</i>	Uncooked noodle	55.37±0.16 <sup>b*</sup>	57.71±0.61 <sup>a</sup>	58.68±0.21 <sup>a</sup>
	Cooked noodle	56.68±0.15 <sup>c</sup>	58.79±0.05 <sup>a</sup>	58.48±1.07 <sup>ab</sup>
Color <i>a</i>	Uncooked noodle	-1.15±0.07 <sup>a*</sup>	-1.74±0.01 <sup>c***</sup>	-1.49±0.01 <sup>b***</sup>
	Cooked noodle	-1.78±0.10 <sup>a</sup>	-2.50±0.01 <sup>b</sup>	-2.29±0.02 <sup>c</sup>
Color <i>b</i>	Uncooked noodle	12.22±0.14 <sup>a**</sup>	11.81±0.01 <sup>a***</sup>	11.10±0.18 <sup>b***</sup>
	Cooked noodle	8.40±0.08 <sup>a</sup>	6.95±0.04 <sup>b</sup>	5.69±0.16 <sup>c</sup>

All values are mean±SD (n=3).

Different letters within a row indicate significant differences ( $P<0.05$ ) and asterisks indicate significant differences between uncooked and cooked noodles at the same milling degree (\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , \*\*\* $P<0.001$ , respectively).

**Table 5.** Instrumental textural properties of rice noddles prepared from rice flours with different milling degrees

Degree of milling (%)	Hardness (g)	Adhesiveness (g·s)	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
5	781.53±76.91 <sup>a</sup>	-41.24±16.61 <sup>NS</sup>	0.95±0.01 <sup>NS</sup>	0.73±0.02 <sup>NS</sup>	543.27±50.72 <sup>a</sup>
10	642.58±91.96 <sup>b</sup>	-41.40±13.48	0.95±0.01	0.76±0.04	471.09±73.52 <sup>a</sup>
12	447.14±51.24 <sup>c</sup>	-31.80±15.07	0.94±0.03	0.76±0.04	289.71±82.64 <sup>b</sup>

All values are mean±SD.

Values with different letters within a column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at  $P<0.05$ . NS: not significant.

측정하였으며 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 조리 전 쌀국수의 L 값은 도정도에 따라 유의적으로 증가하였으나 b 값은 감소하는 경향을 보여 원재료 쌀가루의 색도 특성과 유사하였다. 조리 후 쌀국수 색도 값은 조리 전 쌀국수의 색도와 유사한 경향을 보였으며, 도정도에 따라 a 값과 b 값이 유의적으로 감소하였다. 쌀국수의 조리 전과 조리 후의 각 색도 값에 대해 *t*-test를 실시한 결과 L 값은 조리에 의해 증가하는 경향을 보였으나 5분도미에서만 유의적인 차이를 나타냈으며, 색도 a 값과 b 값은 모든 처리구에서 조리 과정에 의해 유의적으로 감소하였다. 이는 습열처리 쌀가루로 제조한 쌀국수는 조리 후 수분흡수에 의한 부피 상승으로 색도 a 값과 b 값이 감소하였다는 보고와 일치하였다(27,28).

#### 쌀국수의 기계적 조직감

조리한 쌀국수의 조직감은 소비자의 국수 제품에 대한 선호도를 결정하는 중요한 특성(29)으로 도정도에 따라 제조된 쌀국수의 기계적 조직감을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 쌀국수의 경도 값은 5분도미로 제조된 쌀국수에서 781 g으로 가장 높았으며 12분도미 쌀국수가 447 g으로 가장

낮았다. 일반적으로 경도는 단백질 함량과 높은 상관관계가 있다고 알려져 있는데 본 실험에서의 도정도 증가에 따른 경도 감소가 도정에 의한 미강층의 제거에 의한 단백질 함량의 감소에 의한 것으로 생각한다(30,31). 이는 단백질이 전분입자와 network를 형성하여 물의 흡수를 억제함으로써 국수의 조직감에 영향을 끼친 결과이며, 특히 Kang 등(32)은 단백질 함량이 다른 국내산 및 미국산 품종의 밀가루로 제조된 22종류의 국수에서 단백질 함량과 조리된 국수의 경도와의 상관관계가 0.862~0.942로 매우 높음을 보고하였다. 도정도에 따른 쌀국수의 부착성, 탄력성 및 응집성 값은 시료 간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 경도의 영향을 많이 받는 씹힘성은 도정도 증가에 따라 감소하는 경향을 보였고 12분도미에서 유의적으로 가장 낮게 나타났다.

#### 쌀국수의 기호도 평가

도정도를 달리하여 제조한 쌀국수의 기호도 검사 결과는 Table 6에 나타내었다. 외관의 기호도는 5분도미 쌀국수가 5.00으로 가장 낮았으며, 10분도미와 12분도미 시료 간에는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 5분도미는 색도 측정

**Table 6.** Sensory evaluation of rice noddles prepared from rice flours with different milling degrees

Degree of milling (%)	Appearance	Taste	Texture	Overall acceptability
5	5.00±1.41 <sup>b</sup>	5.50±1.29 <sup>NS</sup>	3.75±0.50 <sup>b</sup>	4.25±0.50 <sup>b</sup>
10	6.75±0.50 <sup>a</sup>	5.50±0.58	5.00±0.82 <sup>a</sup>	5.50±0.58 <sup>a</sup>
12	6.75±0.51 <sup>a</sup>	6.25±0.96	6.00±0.82 <sup>a</sup>	6.25±0.50 <sup>a</sup>

All values are mean±SD.

Values within each column with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at  $P<0.05$ . NS: not significant.

A 9-point hedonic scale was used with 9=like extremely; 8=like very much; 7=like moderately; 6=like slightly; 5=neither like nor dislike; 4=dislike slightly; 3=dislike moderately; 2=dislike very much; 1=dislike extremely.

결과에서 10분도미와 12분도미에 비해 명도가 낮고 황색도가 높은 것을 확인할 수 있었으며, 이는 외관 기호도에 부정적으로 영향을 미친 것으로 사료된다. 맛에 대한 기호도는 쌀국수 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 조직감 기호도는 기계적 조직감 측정에서 경도와 씹힘성이 높게 나타난 5분도미에서 3.75로 가장 낮게 나타났다. 전반적 기호도 또한 외관과 조직감에서 가장 낮게 나타난 5분도미에서 4.25로 가장 낮게 나타났으며 10분도미와 12분도미는 각각 5.50 및 6.25로 유의적인 차이가 없었다. 본 연구 결과에서 외관 및 조직감은 쌀국수의 전반적 기호도에 영향을 미치는 것으로 생각하였다.

## 요 약

추정비를 5분도미, 10분도미, 12분도미로 도정하여 쌀가루를 제조하였으며, 도정도에 따른 쌀가루의 이화학적 특성을 분석하고, 생면 쌀국수를 제조한 후 색도, 물성, 조리 특성 및 기호도 검사 등을 실시하였다. 도정도에 따른 쌀가루의 평균 입도는 13.14~14.14  $\mu\text{m}$ 로 모든 시료 간에 유의적 차이가 없었으며, 색도 L 값은 12분도미 쌀가루가 91.51로 가장 높았고, 황색도 b 값은 5분도미에서 6.11로 가장 높게 나타났다. 시차 주사 열량계에 의한 호화개시온도, 호화점온도 및 호화종결온도는 도정도에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았고, 호화엔탈피는 12분도미에서 11.18 J/g으로 가장 높게 나타났다. 쌀가루의 미세 형태는 모든 시료에서 다각형 전분 입자를 확인할 수 있었으며, 도정도가 높아질수록 쌀 전분 고유의 다각형 입자가 많이 노출되어 있었다. 쌀국수의 조리 후 중량, 수분흡수율 및 부피에 대한 조리 특성은 도정도에 따른 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 쌀국수 색도 측정 결과 5분도미는 10분도미와 12분도미에 비해 명도가 낮고 황색도가 높은 것을 확인할 수 있었으며, 조리 전과 후의 각 색도 값에 대해 *t*-test를 실시한 결과 a 값과 b 값은 모든 처리구에서 조리 과정에 의해 유의적으로 감소하였다. 기계적 조직감에서 경도와 씹힘성은 5분도미 쌀국수에서 가장 높았으며 부착성, 탄력성 및 응집성 값은 시료 간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 외관의 기호도는 5분도미 쌀국수가 5.00으로 가장 낮았으며 맛에 대한 기호도는 도정도에 따른 유의적인 차이가 없었다. 전반적 기호도는 5분도미에서 4.25로 가장 낮게 나타났으며 10분도미와 12분도미는 각각 5.50 및 6.25로 유의적인 차이가 없었다.

## 감사의 글

본 연구는 2015년 농림축산식품부 고부가가치 식품기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며, 또한 2016년 한국식품연구원 기관고유임무형사업 지원으로 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2002. Composition and functional properties of rice. *Int J Food Sci Tech* 37: 849-868.
- Lee JS, Park NB, Lee JH, Cho JH, Won YJ, Park HM, Chun AR, Jang JK, Hwa WG, Yi GH, Yeo US. 2012. Optimum milling degree for improving sensory quality of cooked rice. *Korean J Crop Sci* 57: 359-364.
- Payakapol L, Moongngarm A, Daomukda N, Noisuwan A. 2010. Influence of degree of milling on chemical compositions and physicochemical properties of jasmine rice. 2010 International Conference on Biology, Environment and Chemistry. *IPCBE* 1: 83-86.
- Kitahara K, Sukanuma T, Nagahama T. 1994. Bound free fatty acids in glucoamylase-digested starches of corn and sweetpotato. *Cereal Chem* 71: 439-443.
- Morrison WR, Tester RF, Snape CE, Law R, Gidley MJ. 1993. Swelling and gelatinization of cereal starches. IV. Some effects of lipid-complexed amylose and free amylose in waxy and normal barley starches. *Cereal Chem* 70: 385-391.
- Juliano BO, Onate LU, del Mundo AM. 1965. Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. *Food Technol* 19: 116-121.
- Sterling C. 1978. Texture qualities and molecular structure of starch products. *J Texture Stud* 9: 225-255.
- Korean Statistical Information Service. 2016. Per capita food grain consumption per day. Available from: [http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1ED0001&vw\\_cd=](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ED0001&vw_cd=) (accessed Jul 2016).
- Shin WS, Seo HS, Woo GJ, Jeong YS. 2005. The effect of microbial transglutaminase on textural and sensory properties of noodles mixed with rice flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1434-1442.
- Kim BK, Park JE, Zu GU. 2011. Effects of semolina on quality characteristics of the rice noodles. *Food Eng Prog* 15: 56-63.
- Cho HJ, Yoo JG, Kang MY, Um IC. 2011. Study on the noodle-making properties of rice added with natural polymers. *Agric Rex Bull Kyungpook Natl Univ* 29: 55-62.
- Choi EJ, Kim CH, Kim YB, Kum JS, Jeong Y, Park JD. 2014. Quality characteristics of instant rice noodles manufactured with broken rice flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1270-1277.
- Choi EJ, Park JD, Kim CH, Kim YB, Kum JS, Jeong Y. 2015. Effect of stored rice on quality characteristics of instant rice noodles. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1356-1363.
- Jung HN, Choi OJ. 2014. The physicochemical characteristics of rice flour with different milling degree of rice cultivar "Deuraechan". *Korean J Food Cook Sci* 30: 139-145.
- Lamberts L, De Bie E, Vandeputte GE, Veraverbeke WS, Derycke V, De Man W, Delcour JA. 2007. Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. *Food Chem* 100: 1496-1503.
- Xia W, Liu C, Luo S, Xu X, Fu G. 2015. Effect of low temperature on the retrogradation behavior of rice gels with different milling degrees. *Starch - Stärke* 67: 1044-1052.
- Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci Today* 16: 334-340.
- Kim OW, Kim H, Lee SE. 2005. Color modeling of milled rice by milling degree. *Korean J Food Preserv* 12: 141-145.
- Monks JLF, Vanier NL, Casaril J, Berto RM, de Oliveira

- M, Gomes CB, de Carvalho MP, Dias ARG, Elias MC. 2013. Effects of milling on proximate composition, folic acid, fatty acids and technological properties of rice. *J Food Compos Anal* 30: 73-79.
20. Rosniyana A, Rukunudin IH, Norin SAS. 2006. Effects of milling degree on the chemical composition, physico-chemical properties and cooking characteristics of brown rice. *J Trop Agric Food Sci* 34: 37-44.
21. Kongseree N, Juliano BO. 1972. Physicochemical properties of rice grain and starch from lines differing in amylose content and gelatinization temperature. *J Agric Food Chem* 20: 714-718.
22. Yoon SH, Kim SK. 2004. Physicochemical properties of rice differing in milling degrees. *Food Sci Biotechnol* 13: 57-62.
23. Marshall WE. 1992. Effect of degree of milling of brown rice and particle size of milled rice on starch gelatinization. *Cereal Chem* 69: 632-636.
24. Lee MK, Shin MS. 2006. Characteristics of rice flours prepared by moisture-heat treatment. *Korean J Food Cook Sci* 22: 147-157.
25. Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35: 85-94.
26. Yang HS, Kim CS. 2010. Quality characteristics of rice noodles in Korean market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 737-744.
27. Kim JS, Hong JS. 2008. Quality characteristics of fresh pasta noodle added with red hot pepper juice. *Korean J Food Cook Sci* 24: 882-890.
28. Seo HI. 2010. Improvement of processing quality of rice noodle made from domestic Korean rices. *MS Thesis*. Changwon National University, Changwon, Korea.
29. Seo HI, Ryu BM, Kim CS. 2011. Effect of heat-moisture treatment of domestic rice flours containing different amylose contents on rice noodle quality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1597-1603.
30. Hu XZ, Wei YM, Wang C, Kovacs MIP. 2007. Quantitative assessment of protein fractions of Chinese wheat flours and their contribution to white salted noodle quality. *Food Res Int* 40: 1-6.
31. Chung HJ, Cho A, Lim ST. 2012. Effect of heat-moisture treatment for utilization of germinated brown rice in wheat noodle. *LWT—Food Sci Technol* 47: 342-347.
32. Kang CS, Seo YW, Woo SH, Park JC, Cheong YK, Kim JG, Park CS. 2004. Influences of protein characteristics on processing and texture of noodles from Korean and US wheats. *J Crop Sci Bio* 10: 133-140.