

파쇄미 쌀가루를 이용한 즉석 쌀국수의 품질특성

최은지¹ · 김창희¹ · 김영봉¹ · 금준석¹ · 정윤희² · 박종대¹

¹한국식품연구원
²단국대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Instant Rice Noodles Manufactured with Broken Rice Flour

Eun-Ji Choi¹, Chang-Hee Kim¹, Young-Boong Kim¹, Jun-Seok Kum¹,
Yoonhwa Jeong², and Jong-Dae Park¹

¹Korea Food Research Institute

²Department of Food Science and Human Nutrition, Dankook University

ABSTRACT This study investigated the quality characteristics of instant rice noodles manufactured with broken rice flour as an application of rice-processed products. We examined the physicochemical characteristics of common rice flour (CRF), broken rice flour (BRF), and CRF mixed with BRF (CBRF). Furthermore, instant rice noodles were manufactured with these three types of rice flour, and their quality and sensory characteristics were also investigated. Damaged starch content and water-binding capacity of rice flour were highest in BRF. Particle size of rice flour was significantly different among the three types. RVA pasting viscosities of BRF and CBRF were higher than that of CRF. Volume after cooking of instant rice noodles increased in rice noodles made with broken rice flour (BRN). Turbidity and cooking loss of BRN were higher than those of common rice noodles (CON). For texture properties, CON displayed the highest hardness, adhesiveness, and chewiness. In the sensory evaluation, springiness and overall acceptability values of CON were significantly higher than those of other rice noodle types (BRN and CBRN). In conclusion, BRN showed increased cooking loss and turbidity with reduced texture and overall acceptability values. The results of this study suggest that added amount of CRF may significantly increase the overall quality of instant rice noodles prepared with BRF.

Key words: rice flour, broken rice, rice noodle, instant noodle, quality characteristics

서 론

쌀(rice, *Oryza sativa* L.)은 전 세계 인구의 절반 이상이 주식으로 이용하고 있는 곡물이며(1), 우리나라에서도 오래 전부터 주식으로 사용되어 온 중요한 식량자원이다. 식생활이 다양해지고 식품소비방식이 간편해지면서 밥을 주식으로 섭취하던 예전과 달리 밥 대신 빵이나 면 등 대체식품의 섭취가 증가하고 있어 밥쌀용 쌀 소비는 감소하고 있다(2). 반면에 의무수입물량의 증가, 대북지원의 중단 등으로 쌀의 재고량은 증가하고 있는 추세이다(3). 현재 국내 1인당 연간 쌀 소비량은 2002년 87.0 kg에서 2012년 69.8 kg으로 최근 10년간 지속적으로 감소하고 있으며(4), 이에 따라 쌀 소비를 위한 대책이 시급한 실정이다. 또한 쌀의 공급량이 증가하면서 쌀을 가공하는 과정에서 부서지거나 손상된 쌀

알인 쇄미의 생산량 또한 증가하고 있다. 이는 전립미보다 저렴한 가격으로 쇄미 자체 또는 분말로 사용되고 있지만, 미량만이 식품 소재로 이용되고 있어 이들 쌀을 소비할 수 있는 쌀 가공제품 개발이 필요한 실정이다(5). 쌀 가공제품 중에서 쌀을 이용한 면류는 국수, 라면 등에 밀가루 대체 소재로 쌀가루를 일부 첨가하는 수준으로 출발하여 최근에는 쌀생면 및 인디카 품종을 활용한 베트남 쌀국수 등 다양한 제품이 생산되고 있다(6,7). 이 중에서 즉석면은 생면을 건조시키거나 주정을 처리하여 장기 보존할 수 있도록 한 면으로 뜨거운 물을 부어 간단히 조리할 수 있는 장점으로 인해 한 끼 식사대용으로 이용 가치가 높아지고 있다(8). 지금까지 쌀을 이용한 국수의 연구에서 쌀국수를 제조하기 위해 일부 밀가루를 첨가하거나(9), 분리대두단백(10), 홍삼(11), 연잎(12) 등의 기능성 물질을 쌀가루와 혼합하였으며 국내산 일반미 또는 특수미(13)를 사용하였다. 또한 주원료인 쌀가루의 물리적 성질을 변형시키기 위해 전처리(14,15)를 하거나 첨가제(16)를 이용한 쌀국수 제조를 통해 쌀의 가공적성을 증대시키기 위한 연구가 진행되어 왔으며, 쌀가

Received 28 March 2014; Accepted 9 July 2014

Corresponding author: Jong-Dae Park, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea
E-mail: jdpark@kfri.re.kr, Phone: +82-31-780-9211

루 제조 조건, 배합비, 공정개선 등(17-19)에 관한 내용이 대부분으로 쌀 부산물이나 품질에 따른 쌀국수의 가공적성에 관한 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 쌀 가공 부산물인 과쇄미에 대한 연구는 탁주 제조(20)와 쇄미 쌀가루의 품질에 관한 연구(21), 기타 곡물 과쇄립을 이용한 제품 개발(22)에 관한 연구가 대부분이다.

본 연구에서는 일반미 쌀가루와 활용도가 낮은 과쇄미 쌀가루 및 일반미와 과쇄미 쌀가루 복합분의 이화학적 특성과 이들 쌀가루를 이용해 즉석 쌀국수를 제조하여 품질과 관능 특성을 평가함으로써 과쇄미 쌀가루의 이용 가능성을 증대시키고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 주재료인 쌀은 2012년산 일반미 쌀가루(DaesunFM Co. Ltd., Hampyeong, Korea)와 2012년산 과쇄미 쌀가루(DaesunFM Co. Ltd.)를 사용하였다. 쌀국수 제조에 필요한 부재료로 타피오카 전분(Matsutani chemical industry Co. Ltd., Hyogo, Japan), 초산타피오카 변성 전분(Matsutani chemical industry Co. Ltd.), 옥수수전분 (Ingredion Incorporated, Bridgewater, NJ, USA), 정제염 (Hanju Co., Ulsan, Korea), 탄산수소나트륨(SDBNI Co. Ltd., Hwaseong, Korea)을 구입하여 사용하였다.

쌀국수 제조

즉석 쌀국수는 시험 생산용 쌀국수 제조 장치(Hwanhi Co., Gwangju, Korea)를 이용하여 제조하였다. 실험에 사용한 반죽은 쌀가루 60%, 타피오카 전분 16%, 옥수수 전분 17.8%, 초산타피오카 변성전분 4%, 탄산수소나트륨 1.2% 및 소금 1%로 배합하여, 원재료 35%(w/w)의 물을 첨가하면서 10분간 반죽하였다. 각각의 반죽은 압출 성형기를 통하여 증숙과 동시에 면대를 형성하였고, 압출성형은 스크루 회전 속도를 700~750 rpm, 증숙온도를 80~85°C로 설정하여 실시하였다. 토출부에는 1.2 mm 규격의 원형 토출구멍을 장착하여 면대를 성형하였으며, 각각의 원재료 투입 후의 일정량의 면은 실험 시료에서 제외시켜 이전 원료의 영향을 받지 않도록 하였다. 압출 성형된 면은 송풍냉각을 통하여 냉각시키고 면의 무게가 130 g이 되도록 일정량 절단하였다. 즉석 국수로 처리하기 위하여 24시간 동안 실온에서 자연건조 및 숙성을 한 후 75% 주정에 2회 침지하고 폴리에틸렌 백에 밀봉하여 4°C에 저장하면서 실험에 사용하였다. 이때 쌀가루는 일반미 쌀가루(CRF), 과쇄미 쌀가루(BRF) 및 일반미 쌀가루와 과쇄미 쌀가루를 50%(w/w)의 비율로 혼합한 쌀가루(CBRF)를 이용하였다.

쌀가루의 특성 분석

쌀가루의 수분함량은 수분측정기(MB45 moisture ana-

lyzer, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 아밀로오스 함량은 Choi 등(23)의 방법으로 620 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수분결합능력(water binding capacity, WBC)은 Lee와 Shin(24)의 방법을 변형하여 측정하였다. 입도는 쌀가루를 증류수에 분산시켜 particle size analyzer(CILAS 1190, CILAS, Orleans, France)를 이용하여 측정하였다. 손상전분은 손상전분측정기(SD Matic, Chopin Technologies, Villeneuve-la-Garenne, France)를 이용하여 측정하였으며, 요오드 흡수율(Absorption of the iodine, AI%)을 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값으로 표시하였다. 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 직경 3 cm, 높이 1 cm의 용기에 담아 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타내었다. 쌀가루의 호화점도 특성은 신속점도계(RVA Super-4, Newport Scientific, Sydney, Australia)를 이용하여 측정하였으며, 최종 현탁액의 수분함량이 14%가 되도록 시료에 따라 양을 조금씩 변화시키면서 처음 1분 동안 50°C까지 가열한 다음 95°C까지 상승시키고 95°C에서 2.5분 동안 유지한 후 50°C까지 냉각하여 2분 동안 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 호화개시온도(pasting temperature: PT), 최고점도(pasting viscosity: PV), 최저점도(hot paste viscosity: HPV), 최종점도(final viscosity: FV), breakdown(BD, PV-HPV), setback(SB, FV-HPV)을 측정하여 Rapid Visco Unit(RVU)으로 나타내었다.

쌀국수의 조리특성

즉석 쌀국수의 조리특성은 Yang과 Kim(2)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉석 쌀국수 20 g을 300 mL 끓는 물에 넣어 3분간 복원 후 흐르는 물로 30초간 행구고 3분간 탈수한 다음 조리 후 중량을 측정하였다. 조리한 즉석 쌀국수의 부피는 200 mL mess-cylinder에 100 mL의 증류수를 채운 후 탈수한 즉석 쌀국수를 담가 증가하는 물의 부피로 측정하였다. 조리한 즉석 쌀국수의 수분흡수율은 조리 전 국수 중량에 대한 조리 전후의 국수 중량 차의 백분율로 나타내었다(25). 조리손실률은 즉석 쌀국수를 삶은 국수물을 비커에 담아 105°C 건조오븐에서 건조시켜 증가한 무게를 용출 고형분으로 정의하고 쌀국수의 중량에 대한 용출 고형분의 백분율로부터 구하였다(2). 조리수의 탁도는 쌀국수를 익혀낸 물을 실온에서 냉각한 후 Spectrophotometer(V-650, Jasco, Tokyo, Japan)를 이용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다(2).

기계적 조직감

즉석 쌀국수의 조직감은 Texture Analyzer(TA-XT-2, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 Texture Profile Analysis(TPA) test를 실시하였다. 조리한 국수는 네 가닥을 평행하게 배열시켜 2 cm로 자른 후 랩으로 감싸 수분증발을 방지하면서 15분 이내에 측정을 완료하였다.

TPA는 국수가닥을 plate에 올려놓고 직경 25 mm의 plunger를 사용하여 압착실험 하였으며, 측정 조건은 pre-test speed 2.0 mm/sec, test speed 0.5 mm/sec, post-test speed 0.5 mm/sec, strain 75%로 하였다. 측정은 10회 반복하여 평균값을 구하였다.

미세구조

즉석 쌀국수의 미세구조는 주사전자현미경(S2380, Hitachi, Tokyo, Japan)을 사용하여 검정하였다. 각각의 쌀국수는 -70°C 에서 동결하여 동결건조기(Freeze Dryer, ILSIN lab Co., Seoul, Korea)에서 48시간 동안 건조한 것을 gold-palladium으로 ion sputter(C1010 Hitachi)를 이용하여 도금한 후 가속전압 20 kV에서 표면과 절단면의 미세구조를 각각 500배, 1,000배의 배율로 관찰하였다.

관능평가

즉석 쌀국수의 관능평가는 정량적 묘사분석과 기호도 평가로 분류하여 실시하였다. 묘사분석은 평가방법을 인지하도록 세부항목에 대한 용어설명을 충분히 훈련시킨 단국대학교 식품영양학과 학부생 8명을 대상으로 실시하였다. 평가항목은 색(color), 냄새(odor), 맛(taste), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness) 등을 9점 척도를 사용하여 특성 강도가 가장 낮은 것을 1점으로 하고 특성 강도가 가장 강한 것을 9점으로 평가하도록 하였다. 각 즉석 쌀국수 시료는 조리특성의 조리방법과 동일하게 조리하였으며, 조리한 국수는 일정량씩 흰색 컵에 물에 잠기도록 담아 시료로 제공하였다. 1회에 1개 시료를 차례로 평가하도록 하였으며 2회 반복 실시하였다.

즉석 쌀국수의 기호도 평가는 단국대학교 식품영양학과 대학원생 20명과 한국식품연구원 20대 직장인 10명을 대상으로 실시하였으며, 전반적 기호도(overall acceptability), 색, 냄새, 맛, 경도, 탄력성에 관하여 9점 척도를 사용하여 1점이 '매우 싫다'에서 9점은 '매우 좋다'로 표시하도록 하였다. 각 즉석 쌀국수 시료는 조리특성의 조리방법과 동일하게

조리하였으며 조리한 국수는 일정량씩 흰색 컵에 육수에 잠기도록 담아 시료로 제공하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SPSS 17.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA 분산분석을 실시했으며, 각 측정 평균값의 유의성($P<0.05$)을 Duncan's multiple range test를 사용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

쌀가루의 특성

쌀국수 제조를 위해 사용된 쌀가루의 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 쌀가루의 수분함량은 13.57~14.12%이었으며 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 아밀로오스 함량은 21.76~23.83%로 시료 간에 유의적인 차이가 없었으며, 이는 빵, 국수 제조에 쌀가루의 아밀로오스 함량이 22% 이상이어야 한다고 보고한 Han 등(26)의 연구와 일치하여 쌀국수를 제조하는 가공용으로 사용하기에 적합한 아밀로오스 함량이었다. 수분결합능력은 시료와 수분과의 친화성을 나타내는 지표로 쌀가루에 함유된 전분의 비결정형 부분으로 침투되거나 표면에 흡착되는 수분의 양과 비례한다(27). 쌀가루 시료 중 BRF의 수분결합능력이 가장 높았으며 BRF와 CRF를 혼합한 CBRF의 수분결합능력은 CRF, BRF보다 낮은 값을 보였다. 쌀가루의 수분결합능력이 크면 쌀가루 입자 내에 물을 많이 흡수하여 가열과정에서 열전달을 도와줄 수 있으며 이는 반죽형성이나 가공 및 조리특성 개선에 영향을 미친다고 보고되었다(28). 따라서 파쇄미 쌀가루는 쌀국수 제조를 위한 반죽형성이나 쌀국수의 조리 중 품질이 일반미 쌀가루만으로 제조한 쌀국수와 비교하여 차이를 나타내는 것으로 사료된다. 쌀가루의 평균 입도는 19.03~20.89 μm 이었으며, CRF가 20.89 μm 로 유의적으로 가장 높았다. 또한 모든 원료 쌀가루의 평균 입도가 유의적인 차이가 있었으며 이러한 결과는 paste 특성과 gel consistency 등 쌀가루의 이화학적 특성을 변화시킴

Table 1. Physicochemical properties of different type of rice flour

Rice flour ¹⁾	CRF	BRF	CBRF	
Moisture (%)	13.67±0.46 ^{a2)}	14.12±0.38 ^a	13.57±0.31 ^a	
Amylose (%)	22.12±1.44 ^a	23.83±0.19 ^a	21.76±3.43 ^a	
Water binding capacity (%)	183.67±6.03 ^a	214.67±7.23 ^a	152.00±25.24 ^b	
Particle size (μm)	20.89±0.15 ^a	19.03±0.49 ^c	20.26±0.13 ^b	
Absorption of iodine (%)	91.82±0.53 ^b	92.81±0.05 ^a	91.88±0.44 ^b	
Damaged starch (%)	3.47±0.31 ^b	4.05±0.03 ^a	3.50±0.26 ^b	
Color value	L	93.18±0.02 ^a	92.41±0.06 ^c	92.65±0.00 ^b
	a	-0.08±0.01 ^a	-0.25±0.02 ^c	-0.20±0.01 ^b
	b	2.98±0.01 ^c	3.91±0.04 ^a	3.58±0.01 ^b

¹⁾CRF: common rice flour 100%, harvested in 2012, BRF: broken rice flour 100%, harvested in 2012, CBRF: common rice flour 50%+broken rice flour 50%.

²⁾Means with each row followed by different superscripts are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

로써 최종제품의 품질에 직접적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(29). Lee와 Shin(30)은 습식제분한 쌀가루의 입자크기가 작을수록 물결합력이 증가한다고 보고하였으며 이는 입자크기가 작은 BRF의 수분결합능력이 가장 높아 본 연구 결과와 일치하였다. 쌀가루 중의 손상된 전분입자는 손상되지 않은 전분입자보다 요오드 흡수가 빠르기 때문에 전분 현탁액의 요오드 흡수율은 손상전분입자 특성에 따라 달라진다(31). 요오드 흡수율은 BRF가 92.81%로 유의적으로 가장 높았으며 CBRF는 BRF보다 유의적으로 낮았다. 손상전분 함량은 BRF가 유의적으로 가장 높았으며 CRF의 손상전분 함량은 BRF보다 낮았다. BRF와 CRF를 혼합한 혼합 쌀가루 CBRF는 BRF의 손상전분 함량보다 낮아 CRF의 혼합으로 인해 손상전분 함량이 감소하였다. 전분의 손상 정도는 전분 구조, 수분함량, 제분기 형태 및 속도 등에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(15), BRF는 쌀의 가공 과정에서 발생하기 때문에 기계적인 원인에 의해 전분의 손상 정도가 큰 것이라 생각된다. 또한 Chiang과 Yeh(32)는 전분의 손상 정도와 수분흡수력이 양의 상관관계($R^2=0.93$)가 있다고 보고하였다. 이는 손상전분 함량이 높은 쌀가루는 수분 흡수가 커서 반죽형성 및 쌀국수의 조리품질에 영향을 미치는 것으로 여겨진다.

쌀가루의 색도

쌀가루의 색도 측정 결과(Table 1), 명도(L)는 CRF가 유의적으로 가장 높았으며 BRF의 L값은 유의적으로 가장 낮았다. 이는 BRF는 도정과정에서 생산되므로 도정 부산물 등이 혼입되어 L값이 감소한 것으로 사료된다. CBRF는 BRF보다 L값이 높아 BRF와 CRF의 혼합으로 L값이 증가한 것으로 여겨진다. 황색도를 나타내는 b값은 BRF가 유의적으로 가장 높았으며 CRF가 가장 낮았다. CBRF의 b값은 BRF보다 낮아 CRF의 혼합으로 b값이 감소한 것으로 보인다.

RVA 호화 점도특성

RVA로 측정된 쌀가루의 호화점도 변화는 Table 2와 같다. 호화개시온도(PT)는 BRF가 89.08°C로 유의적으로 가장 높았으며 CRF가 86.82°C로 유의적으로 가장 낮았다. CBRF의 PT는 BRF보다 낮아 BRF와 CRF의 혼합으로 PT

가 낮아진 것을 확인할 수 있었다. PT 이상으로 온도가 상승하면 전분입자는 부풀기 시작하며 점도가 상승하기 시작한다고 알려져 있다(33). 이로부터 BRF는 다른 쌀가루에 비하여 PT가 상승하여 호화가 지연되는 것을 확인할 수 있었으며 CRF는 같은 온도에서 호화되기 쉬울 것으로 사료된다. 최고점도(PV)는 BRF가 CRF보다 유의적으로 낮았으며 이는 호화된 불완전미(과쇄미) 쌀가루가 완전미 쌀가루의 점도에 비해 낮았다고 보고한 Kwak 등(34)의 연구와 유사하였다. 또한 Kim(35)은 입자크기가 작을수록 팽윤이 일찍 일어나 빠른 점도변화로 인해 최고점도가 감소한다고 하여, 본 연구에서 사용한 BRF의 입자크기가 쌀가루 시료 중 가장 작아 최고점도에 영향을 미친 것이라 생각된다. BRF, CBRF의 최저점도(HPV), 최종점도(FV)는 CRF보다 낮으나 노화 정도를 반영하는 setback(SB)은 높은 특성을 보여 CRF보다 노화가 빠르게 진행되는 것으로 예측된다. SB가 감소하면 전분의 노화가 지연되어 조리면이 굳어지는 현상을 경감시킬 수 있다고 보고된 바 있으며(25), 이에 따라 BRF 및 BRF와 CRF를 1:1 비율로 혼합한 CBRF를 이용한 쌀국수는 CRF로 제조한 쌀국수와 비교하여 조리면의 노화가 빠르게 진행됨을 예측할 수 있다.

쌀국수의 조리특성

즉석 쌀국수의 조리 후 중량, 수분흡수율, 부피, 조리손실률, 조리수의 탁도는 Table 3과 같다. 조리손실률과 조리 후 중량 및 부피증가는 국수의 조리품질을 나타내는 주요 인자이다(2). 조리 후 중량은 과쇄미 쌀가루로 제조한 BRN이 29.54 g으로 가장 높았으나 일반미 쌀가루로 제조한 CON과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 일반미와 과쇄미 혼합 쌀가루로 제조한 CBRN은 조리 후 수분흡수로 인한 중량증가가 CON, BRN보다 낮아 면의 조직감에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 즉석 쌀국수의 조리 후 수분흡수율은 제품의 복원력에 영향을 미치는데(12), 수분흡수가 적으면 국수의 조직감이 단단하고 거칠어지며 수분흡수가 지나칠 경우에는 부드럽고 끈적끈적한 식감을 유도한다고 알려져 있다(36). 수분흡수율은 CON과 BRN이 유의적으로 가장 높고 CBRN이 낮아 CON과 BRN보다 조리 중 수분흡수가 느렸다. 이는 혼합 쌀가루 CBRF의 수분흡수능력이 CRF나 BRF보다 낮아 쌀국수의 조리 중 수분흡수 정도가 낮은 것으로

Table 2. RVA pasting properties of different type of rice flour

Rice flour ¹⁾	PT (°C) ²⁾	Viscosity (RVU)				
		PV	HPV	FV	Breakdown	Setback
CRF	86.82±0.46 ³⁾	142.14±2.73 ^a	106.61±2.27 ^a	197.17±2.65 ^a	35.53±0.63 ^a	90.56±0.47 ^b
BRF	89.08±0.36 ^a	112.50±2.17 ^c	78.94±2.50 ^c	174.86±4.06 ^c	33.56±1.42 ^a	95.92±1.83 ^a
CBRF	87.93±0.25 ^b	126.28±2.77 ^b	90.89±2.12 ^b	186.08±1.99 ^b	35.39±0.97 ^a	95.19±0.13 ^a

¹⁾CRF: common rice flour 100%, harvested in 2012, BRF: broken rice flour 100%, harvested in 2012, CBRF: common rice flour 50%+broken rice flour 50%.

²⁾PT: pasting temperature (°C), PV: peak viscosity, HPV: hot paste viscosity, FV: final viscosity, breakdown: PV-HPV, setback: FV-HPV.

³⁾Means with each column followed by different superscripts are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

Table 3. Cooking qualities of instant rice noodles manufactured with broken rice flour

Rice noodles ¹⁾	Weight of cooked noodle (g)	Water absorption (%)	Cooking loss (%)	Volume (mL)	Turbidity
CON	29.48±0.28 ^{a2)}	43.54±2.28 ^a	5.75±0.13 ^b	26.33±1.15 ^b	2.26±0.04 ^b
BRN	29.54±0.26 ^a	45.19±0.94 ^a	5.68±0.09 ^b	31.00±1.73 ^a	2.02±0.02 ^c
CBRN	26.44±0.10 ^b	29.38±0.93 ^b	6.16±0.18 ^a	23.67±1.15 ^b	2.38±0.03 ^a

¹⁾CON: rice noodles with common rice flour, BRN: rice noodles with broken rice flour, CBRN: rice noodles with mixed (common rice flour+broken rice flour) rice flour.

²⁾Means with each column followed by different superscripts are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

판단된다. 조리 후 부피는 BRN이 유의적으로 가장 높아 손상전분 함량의 특성에 따라 수분흡수 정도가 큰 것으로 사료된다. 조리손실률은 CBRN이 유의적으로 가장 높아 조리시 조리수로의 전분용출이 증가하는 것을 확인하였다. 높은 조리손실률은 조리수의 높은 탁도와 국수의 끈적끈적한 식감을 유도하여 바람직하지 못하다고 보고되었으며(36), 이러한 쌀국수의 조리 중 품질지표는 CBRN의 조리 후 국수의 조직감에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 조리수의 탁도는 국수를 조리하는 동안 고형분이 손실되는 정도를 나타내는 척도로(37) CBRN의 탁도가 유의적으로 가장 높았고 CON, BRN 순으로 높았다. BRN은 완전립인 일반미 쌀가루로 제조한 CON 쌀국수와 달리 불완전한 파쇄미 쌀가루로 제조하여 전분 등의 용출이 적은 것으로 사료된다. 한편 CBRN의 경우 CRF와 BRF의 혼합 제조로 인해 전분결합이 상승하여 조리 중 국수 겉표면에 호화된 전분의 용해 정도가 커서(38) 용출되는 전분의 양이 증가한 것으로 사료된다. 또한 CBRN의 조리 중 용출 고형분의 증가는 CON과 비교하여 조리 후 중량과 부피변화 감소에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 따라서 일반미 쌀가루로 제조한 쌀국수와 비교하여 파쇄미 쌀가루만으로 국수를 제조할 경우 조리 후 부피변화가 증가하였으며, 일반미와 파쇄미 쌀가루를 혼합하여 쌀국수를 제조할 경우 조리손실률과 탁도 등의 조리품질이 저하되므로 일반미 쌀가루의 첨가량을 조절하여 쌀국수를 제조하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

기계적 조직감

즉석 쌀국수의 기계적 조직감 측정 결과는 Table 4와 같다. 조리한 국수의 조직감은 국수제품에 대한 소비자 수용도를 결정하는 가장 중요한 특성이다(14). 경도는 CON이 유의적으로 가장 높아 파쇄미 쌀가루를 이용한 쌀국수보다 국수 표면의 단단함이 높았으며 BRN과 CBRN의 경도는 유의

적인 차이가 없었다. 이는 CBRN의 조리 중 수분흡수가 CON, BRN보다 낮아 경도가 비교적 높을 것이라는 추측과 반대되었다. 부착성은 CON이 유의적으로 가장 높았으며, 파쇄미 쌀가루만으로 제조한 BRN과 파쇄미 쌀가루와 일반미 쌀가루를 혼합하여 제조한 CBRN은 CON보다 유의적으로 부착성이 낮았다. 탄력성은 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없어 일반미 쌀가루와 파쇄미 쌀가루를 이용한 쌀국수가 유사한 탄력성을 나타내었다. 씹힘성은 CON이 유의적으로 높아 상대적으로 끈기가 있는 조직감을 갖는 것으로 여겨졌으며, 파쇄미 쌀가루를 이용한 BRN과 CBRN은 CON보다 씹힘성이 낮았다. 이상으로부터 일반미 쌀가루만으로 제조한 CON은 경도, 부착성, 탄력성 및 씹힘성이 유의적으로 높아 딱딱하고 쫄깃한 쌀국수 식감을 가지는 것으로 판단된다. 파쇄미 쌀가루만으로 제조한 BRN과 파쇄미와 일반미 쌀가루를 혼합하여 제조한 CBRN은 CON보다 경도, 부착성 및 씹힘성이 낮았으나 탄력성이 유사한 조직감 특성을 나타내었다.

미세구조

즉석 쌀국수의 표면(A)과 단면(B)의 미세구조는 Fig. 1과 같다. CON의 표면 미세구조는 비교적 부드럽고 완만하게 덩어리진 형태를 띠었으며, BRN은 CON에 비하여 표면이 거칠고 울퉁불퉁하며 약간의 기공이 존재하였다. 이렇게 표면에 존재하는 작은 기공이나 균열은 조리 중 수분 침투를 용이하게 한다고 알려져 있으며(39), 이는 BRN의 수분흡수율 및 조리 후 부피가 CON에 비하여 높은 것과 일치하였다. CRF와 BRF를 혼합하여 제조한 CBRN의 표면 미세구조는 CON과 유사한 형태를 띠지만 표면에 쌀가루 알갱이들이 잔류해 있는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 구조는 표면에 잔류된 알갱이들이 조리 중 용출되어 조리손실률과 탁도를 증가시키는 것으로 사료되며 조리특성에서 조리손실률 및

Table 4. Texture of cooked instant rice noodles manufactured with broken rice flour

Rice noodles ¹⁾	Hardness (g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
CON	3,817.57±634.88 ^{a2)}	-500.63±244.08 ^b	0.90±0.03 ^a	0.65±0.05 ^a	2,061.95±430.32 ^a
BRN	3,042.37±372.62 ^b	-158.37±115.01 ^a	0.88±0.03 ^a	0.65±0.04 ^a	1,733.54±181.43 ^b
CBRN	3,052.27±641.45 ^b	-252.64±165.56 ^a	0.88±0.02 ^a	0.57±0.04 ^b	1,489.39±302.38 ^b

¹⁾CON: rice noodles with common rice flour, BRN: rice noodles with broken rice flour, CBRN: rice noodles with mixed (common rice flour+broken rice flour) rice flour.

²⁾Means with each column followed by different superscripts are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

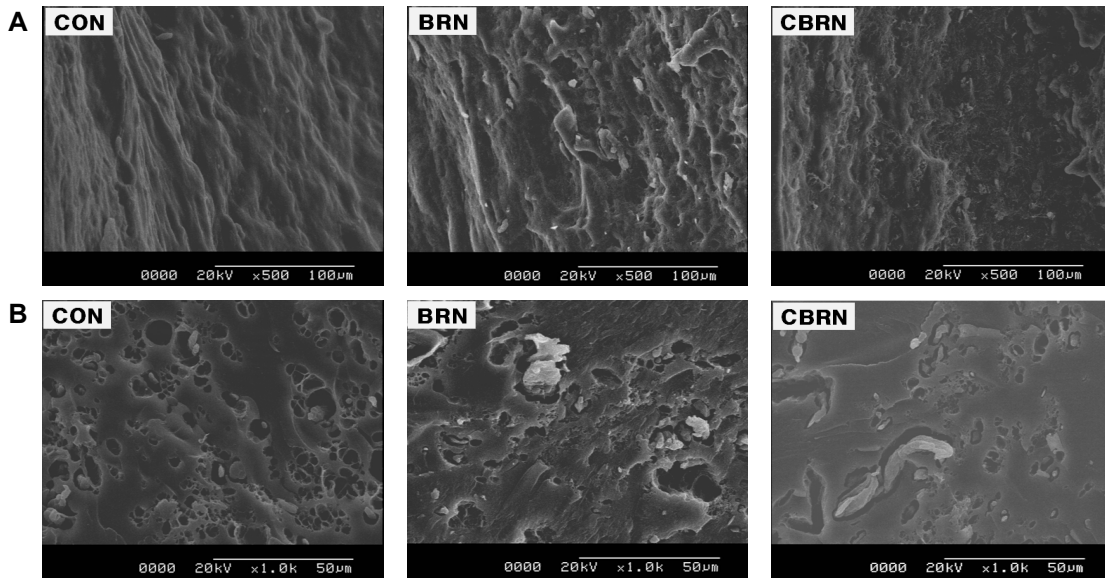


Fig. 1. Scanning electron micrographs of surface (A) and cross section (B) of instant rice noodles manufactured with broken rice flour. CON, rice noodles with common rice flour; BRN, rice noodles with broken rice flour; CBRN, rice noodles with mixed (common rice flour+broken rice flour) rice flour.

탁도 측정 결과와 같은 경향이였다. 쌀국수의 단면 미세구조 분석 결과 CON은 BRN 및 CBRN보다 기공이 균일한 형태를 띠었고, 파쇄미 쌀가루로 제조한 BRN은 CON보다 단면이 거칠었다. 파쇄미와 일반미 쌀가루를 혼합하여 제조한 CBRN은 단일 파쇄미 쌀가루로 제조한 BRN보다 부드러우며 기공이 작아지고 균일해진 형태로 관찰되었다. 이상으로부터 파쇄미 쌀가루를 이용하여 즉석 쌀국수를 제조할 때 일반미의 첨가가 쌀국수 단면의 완만한 구조와 기공의 균일성을 향상시키는 것을 확인하였다.

관능특성

조리한 즉석 쌀국수의 정량적 묘사분석 결과는 Table 5와 같다. 색은 모든 시료에서 유의차가 없어 파쇄미 쌀가루 첨가에 따른 외관 색의 차이를 나타내지 않았다. 냄새는 CON이 유의적으로 가장 높아 쌀 향이 높게 평가되었으며, CBRN의 냄새는 BRN보다 높아 파쇄미 쌀가루만으로 제조한 쌀국수와 비교하여 쌀 향이 높은 것을 확인할 수 있었다. 맛은 CON이 5.75로 BRN보다 유의적으로 높아 쌀 맛이 높게 인지되는 것으로 평가되었다. CBRN은 BRN보다 쌀 맛이 높게 평가되어 파쇄미와 일반미 쌀가루의 혼합으로 쌀 특유의 맛이 높아진 것을 확인하였다. 조리한 국수의 조직감은

국수를 씹으면서 입안에서 느껴지는 국수의 저항으로 인식된다(26). CBRN의 경도는 CON과 BRN보다 낮았는데, 이는 일반미와 파쇄미 쌀가루의 혼합으로 인해 조리 중 용출고형분이 많아지면서 전분용출이 증가하여 쌀국수 표면의 단단함이 감소한 것으로 여겨진다. 부착성은 CON과 BRN은 유의적 차이가 없었으며, CBRN에서 가장 높게 나타나 CBRN의 부착성이 CON보다 낮은 기계적 조직감 결과와는 반대되었다. 이는 CBRN의 경우 일반미와 파쇄미 쌀가루의 혼합이 쌀국수의 조리 중 전분용출을 증가시켜 무르고 끈적 끈적한 식감을 유도하는 것으로 판단된다. 탄력성은 CON이 6.25로 유의적으로 가장 높았으며, 파쇄미 쌀가루를 첨가한 BRN, CBRN의 탄력성은 CON보다 낮아 기계적 조직감 측정에서 쌀국수 시료 간에 유의차가 없는 결과와는 상이하였다. 씹힘성은 CON이 5.88로 유의적으로 가장 높았으며, 파쇄미 쌀가루를 첨가한 즉석 쌀국수 BRN과 CBRN의 씹힘성은 CON보다 낮아 탄력성과 유사한 조직감 특성을 나타내었다. Jang 등(40)은 국수는 얇고 발이 가는 외형상 특징 때문에 기기적 시험이 용이하지 않아 국수표면의 성질이나 씹는 과정 중에 느껴지는 특성은 기계적으로 측정하기가 어렵다고 보고하였다. 따라서 국수의 경우 기기적 시험과 관능적 측정 결과와 잘 일치하지 않는 문제점을 가지고 있다고 하였

Table 5. Quantitative descriptive analysis (QDA) of instant rice noodles manufactured with broken rice flour

Rice noodles ¹⁾	Color	Odor	Taste	Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	Springiness	Chewiness
CON	5.75±1.73 ^{a2)}	6.25±1.53 ^a	5.75±1.57 ^{ab}	4.06±1.39 ^b	5.50±1.32 ^b	4.94±1.61 ^b	6.25±1.48 ^a	5.88±1.36 ^a
BRN	6.44±1.41 ^a	4.81±1.88 ^b	4.94±1.88 ^b	5.50±1.21 ^a	5.13±1.67 ^b	5.25±1.65 ^{ab}	4.63±1.71 ^b	4.25±1.57 ^b
CBRN	6.00±1.10 ^a	5.50±1.55 ^{ab}	6.56±1.55 ^a	3.38±2.16 ^b	7.13±1.20 ^a	6.31±1.58 ^a	3.31±1.70 ^c	3.75±1.61 ^b

¹⁾CON: rice noodles with common rice flour, BRN: rice noodles with broken rice flour, CBRN: rice noodles with mixed (common rice flour+broken rice flour) rice flour.

²⁾Means with each column followed by different superscripts are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

Table 6. Sensory evaluation of instant rice noodles manufactured with broken rice flour

Rice noodles ¹⁾	Color	Odor	Taste	Texture		Overall acceptability
				Hardness	Springiness	
CON	5.13±1.38 ²⁾	5.13±1.41 ^a	5.17±1.05 ^a	5.50±1.25 ^a	5.00±1.39 ^a	5.57±1.48 ^a
BRN	4.63±1.54 ^a	5.37±1.38 ^a	5.13±1.38 ^a	4.67±1.81 ^a	3.97±1.30 ^b	4.57±1.61 ^b
CBRN	4.57±1.83 ^a	5.47±1.28 ^a	5.43±1.41 ^a	4.80±1.88 ^a	3.70±1.78 ^b	3.87±1.96 ^b

¹⁾CON: rice noodles with common rice flour, BRN: rice noodles with broken rice flour, CBRN: rice noodles with mixed (common rice flour+broken rice flour) rice flour.

²⁾Means with each column followed by different superscripts are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

으며, 본 연구에서 기계적 조직감과 묘사분석이 상이한 것은 국수류 특유의 외형상 특징 때문인 것으로 여겨진다.

조리한 즉석 쌀국수의 기호도 평가는 Table 6과 같다. 색과 냄새, 맛의 기호도는 쌀국수 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 경도는 CON이 5.50으로 가장 높았으며 모든 시료 간에 유의차는 없어 경도에 따른 기호도의 차이를 나타내지 않았다. 탄력성은 CON이 5.00으로 유의적으로 가장 높았으며 BRN과 CBRN은 CON보다 탄력성이 낮게 나타났다. 따라서 일반미 쌀가루만으로 제조한 쌀국수보다 파쇄미 쌀가루를 이용한 쌀국수에서 탄력성의 기호도가 낮은 것을 확인할 수 있었으며, 이는 기계적 조직감의 탄력성 측정 결과와 일치하였다. 전반적 기호도는 CON이 5.57로 유의적으로 가장 높았고, BRN, CBRN 순으로 전반적 기호도가 높았다. 국수는 삶는 동안 손실이 적어 단단한 조직을 유지하며 삶은 후 끈적이거나 쉽게 불지 않는 것이 바람직하다고 알려져 있으며(41), 본 연구에서 경도, 부착성, 탄력성 및 씹힘성과 같은 쌀국수의 조직감 특성이 최종 전반적 기호도에 영향을 미치는 것으로 사료되었다. 파쇄미 쌀가루를 첨가한 BRN과 파쇄미와 일반미 쌀가루를 혼합하여 제조한 CBRN은 일반미 쌀가루만으로 제조한 CON과 비교하여 색, 맛, 냄새는 유사하였으나 수분흡수와 전분용출의 증가로 인한 탄력성 및 씹힘성의 감소로 전반적 기호도가 비교적 감소한 것으로 판단된다.

요 약

쌀국수 분야에서 쌀의 도정 부산물인 파쇄미의 이용을 증대시키고 쌀국수 소재로서의 가능성을 평가하고자, 일반미 쌀가루, 파쇄미 쌀가루, 일반미와 파쇄미 혼합 쌀가루의 이화학적 특성을 조사하고 이들 쌀가루를 60% 첨가한 즉석 쌀국수를 제조하였으며, 쌀국수의 조리품질과 관능적 품질특성을 비교하였다. 원료 쌀가루의 손상전분 함량과 수분결합능력은 파쇄미 쌀가루가 가장 높았으며, 호화점도에서 set-back은 파쇄미 쌀가루와 일반미 및 파쇄미 혼합 쌀가루가 유의적으로 가장 높았다. 쌀국수의 조리 후 수분흡수율은 대조구로 사용한 일반미 쌀국수가 유의적으로 가장 높았으며 파쇄미 쌀가루로 제조한 쌀국수는 대조구보다 조리 후 부피가 증가하였다. 파쇄미와 일반미 쌀가루를 혼합하여 제조한 쌀국수는 조리손실률과 조리수의 탁도가 대조구보다

높게 나타났다. 기계적 조직감에서 파쇄미 쌀국수와 파쇄미 및 일반미 혼합 쌀국수는 대조구보다 경도, 부착성 및 씹힘성이 낮은 조직감 특성을 나타내었다. 정량적 묘사분석에서 탄력성, 씹힘성은 대조구가 5점 이상을 나타내어 파쇄미 쌀국수와 비교하여 상대적으로 쫄깃한 조직감을 가지는 것으로 평가되었다. 전반적 기호도는 일반미 쌀가루만으로 제조한 대조구가 유의적으로 가장 높게 평가되었다. 이상의 결과로부터 파쇄미와 일반미 혼합 쌀가루로 제조한 쌀국수는 조직감과 전반적 기호도에서 파쇄미 단일 쌀가루로 제조한 쌀국수와 유의차가 없어 일반미 쌀가루를 첨가함으로써 품질개선을 기대하였으나 관능특성에서 큰 차이는 없었다. 따라서 파쇄미 쌀가루를 이용하여 즉석 쌀국수를 제조할 때 조리품질 및 조직감 향상을 위하여 일반미 쌀가루의 혼합량을 조절하는 것이 파쇄미 쌀가루를 이용한 쌀국수 제조에 바람직하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가 식품기술개발사업에 의해 이루어진 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Child NW. 2004. Production and utilization of rice. In *Rice: Chemistry and Technology*. Champagne ET, ed. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, MN, USA. p 1-23.
- Yang HS, Kim CS. 2010. Quality characteristics of rice noodles in Korean market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 737-744.
- Kim MR. 2011. The status of Korea's rice industry and rice processing industry. *Food Industry and Nutrition* 16: 22-26.
- Statistics Korea. 2013. Agricultural database 2012. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/7/10/index.board?bmode=read&aSeq=270147.
- Park JD. 2013. Application of rice by-products for food industry. *Bulletin of Food Technology* 26: 35-40.
- Kim TH. 2010. Rice processing industry and product status. *Food Preservation and Processing Industry* 9: 86-96.
- Park JD, Lee MA. 2011. Vietnamese rice noodle industry. *Food Industry and Nutrition* 16: 27-32.
- Park JD. 2013. Quality characteristics for instant rice noodle marketed in Korea. *Bulletin of Food Technology* 26: 125-131.
- Park WH, Kim HS. 1982. A study on the preparation of

- dried noodle made of composite flours utilizing rice, wheat and gelatinized waxy rice flours. *Korean J Nutro* 15: 83-90.
10. Park HK, Lee HG. 2005. Characteristics and development of rice noodle added with isolate soybean. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 326-338.
 11. Kim EM. 2008. Quality characteristics and shelf-life of rice noodles prepared with red ginseng powder. *Korean J Culinary Research* 14: 161-169.
 12. Woo N, Chung HK, Kim JH, Lee TR. 2010. Development of rice noodles with lotus leaf. *Proceedings of the KAIS Fall Conference*. Jeju, Korea. p 1014-1016.
 13. Han HM, Cho JH, Koh BK. 2011. Processing properties of Korean rice varieties in relation to rice noodle quality. *Food Sci Biotechnol* 20: 1277-1282.
 14. 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.
 15. 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.
 16. Kim KS, Han CW, Joung KH, Lee SK, Kim AJ, Park WJ. 2009. Quality characteristics of rice noodles with organic acid and thickening agents. *J Korea Academia-Industrial Cooperation Soc* 10: 1148-1156.
 17. Park JD, Choi BK, Kum 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.
 18. Lee KH, Kim HS. 1981. Preparation and evaluation of dried noodle products made from composite flours utilizing rice and wheat flours. *Korean J Food Sci Technol* 13: 6-14.
 19. Choi SY, Cho JH, Koh BK. 2012. A rice noodle making procedure for evaluating rice flour noodle-making potential. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1823-1829.
 20. Joung EJ, Paek NS, Kim YM. 2004. Studies on Korean *Takju* using the by-product of rice milling. *Korean J Food & Nutr* 17: 199-205.
 21. Choi SY, Lee SH, Lee YT. 2005. Properties of rice flours prepared from milled and broken rice produced by pre-washing process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1098-1102.
 22. Choi HD, Seog HM, Choi IW, Park MW, Ryu GH. 2004. Preparation of flakes by extrusion cooking using barley broken kernels. *Korean J Food Sci Technol* 36: 276-282.
 23. Choi OJ, Kim YD, Shim JH, Noh MH, Shim KH. 2012. Physicochemical properties of diverse rice species. *Korean J Food Preserv* 19: 532-538.
 24. Lee MK, Shin M. 2006. Characteristics of rice flours prepared by moisture-heat treatment. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 147-157.
 25. Kim BK, Park JE, Zu G. 2011. Effects of semolina on quality characteristics of the rice noodles. *Food Engineering Progress* 15: 56-63.
 26. Han HM, Cho JH, Koh BK. 2011. Processing properties of Korean rice varieties in relation to rice noodle quality. *Food Sci Biotechnol* 20: 1277-1282.
 27. Lee NY. 2012. Starch and pasting characteristics of various rice flour collected from markets. *Korean J Food Preserv* 19: 257-262.
 28. Choi SY, Shin M. 2009. Properties of rice flours prepared from domestic high amylose rices. *Korean J Food Sci Technol* 41: 16-20.
 29. Kim YJ, Kim SS. 1994. Comparison of size distribution of rice flour measured by microscope, sieve, coulter counter, and aerodynamic methods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 184-187.
 30. Lee SH, Shin M. 2009. Characteristics of preparation of rice manju and rice flour with soaking and different particle sizes. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 427-434.
 31. Medcalf D, Gilles KA. 1965. Determination of starch damage by rate of iodine absorption. *Cereal Chem* 42: 546-557.
 32. Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35: 85-94.
 33. Newport Scientific Pty Ltd. 2007. *Applications manual for the Rapid Visco TM Analyser*. Warriewood, Australia. p 58-59.
 34. Kwak YM, Yoon MR, Sohn JK, Kang MY. 2006. Differences in physicochemical characteristics between head and incomplete rice grains. *Korean J Crop Sci* 51: 639-644.
 35. Kim W. 2005. Effect of aging on physicochemical and pasting properties of non waxy rice flour and its starch. *Korean J Human Ecology* 14: 1037-1046.
 36. Horndok R, Noomhorm A. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT - Food Sci Technol* 40: 1723-1731.
 37. Hwang IG, Jeong HS. 2012. Quality characteristics and manufacture of extruded noodles mixed with cereals. *Korean J Food & Nutr* 25: 685-690.
 38. Ko JY, Woo KS, Kim JI, Song SB, Lee JS, Kim HY, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS. 2013. Effects of quality characteristics and antioxidant activities of dry noodles with added sorghum flour by characteristics of endosperm. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1227-1235.
 39. Sung WC, Stone M. 2005. Microstructural studies of pasta and starch pasta. *J Marine Sci Technol* 13: 83-88.
 40. Jang EH, Sohn HS, Koh BK, Lim ST. 1999. Quality of Korean wheat noodles and its relations to physicochemical properties of flour. *Korean J Food Sci Technol* 31: 138-146.
 41. Oh NH, Seib PA, Deyoe CW, Ward AB. 1985. Noodle. II. The surface firmness of cooked noodle from soft and hard wheat flours. *Cereal Chem* 62: 431-436.