

아밀로오스 함량이 다른 국내산 쌀가루의 수분-열처리가 쌀국수 품질에 미치는 영향

서혜인¹ · 류복미² · 김창순^{1*}

¹창원대학교 식품영양학과

²창원대학교 생활과학연구소

Effect of Heat-Moisture Treatment of Domestic Rice Flours Containing Different Amylose Contents on Rice Noodle Quality

Hye-In Seo¹, Bog-Mi Ryu², and Chang-Soon Kim^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition and ²Research Institute of Human Ecology,
Changwon National University, Gyeongnam 641-773, Korea

Abstract

The influence of heat-moisture treatment (HMT) and substitution of rice flour containing different amylose contents on the quality characteristics of rice noodles was investigated. HMT was applied to rice flours with 21% moisture content at 100 and 105°C for 30 min. Three rice cultivars were used, including high amylose of Goami (GM) and intermediate amylose of Choochung (CC) as domestic rice flours and imported rice of Taeguk (TG) as a control. HMT and substitution of rice flour with different amylose contents affected the cooking and texture quality of rice noodles. When rice noodles were made of intermediate amylose rice flour with HMT, cooking properties improved with decreased cooking loss and cooking water turbidity and thus were closer to those of control. Especially, the hardness, adhesiveness, tensile strength, and darkness of rice noodles notably increased when HMT rice flour was used. Based on the results of quantitative descriptive analysis for selected rice noodles, the noodles made of HMT CC at 105°C (CC105) had high scores for resilience and adhesiveness and low scores for hardness compared with imported commercial rice noodles and other experimental noodles such as TG, HMT GM100, TG+CC, and TG+CC105. In conclusion, rice noodles were made of composite flours containing high amylose and intermediate amylose contents or HMT intermediate amylose content rice flour.

Key words: rice flour, amylose, heat-moisture treatment, rice noodle quality

서 론

국내 쌀 생산량 증가와 더불어 국제무역환경의 변화에 따라 쌀시장개방 유예 대신 매년 의무 수입물량 증가로 현재 30만 톤 이상의 쌀이 수입되고 있다. 반면에 연간 쌀 소비량은 빠른 속도로 감소하면서 쌀 재고량은 적정량의 두 배 가까운 잉여물량이 발생하고 있다(1). 이에 쌀의 소비 및 재고량 문제 해결을 위하여 2008년 정부차원에서 쌀 가공식품의 활성화 방안으로 2조원 규모의 육성 계획을 발표한 바 있다. 이러한 쌀 소비의 증대를 위해서는 1조원 이상의 면류제품 시장에서 소비되는 밀가루를 국내산 재고미나 남아도는 수입쌀로의 대체가 불가피하다.

대표적인 쌀국수는 중국남부, 태국, 베트남을 비롯한 동남아 일대에서 많이 섭취되고 있으며, vermicelli 혹은 behoon 이라고 불리고 있다. 밀가루로 만드는 국수류의 품질은 글루텐과 전분 모두에 의해 영향을 받으나 면발형성이나 조리

후 면발의 강도는 글루텐이 일차적으로 더 큰 역할을 한다(2). 그러나 쌀에는 글루텐이 결여되어 있으므로 쌀국수 품질은 전적으로 쌀전분의 이화학적 특성에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 전통적으로 쌀국수 제조에는 쌀가루의 호화과정을 거친 후 강한 겔을 형성하여 국수형태를 만들어줄 수 있는(3) 고아밀로오스 함량(>25 g/100 g)의 인디카쌀 품종이 적합한 것으로 알려져 있다(4,5). 그러나 중간아밀로오스(20~25 g/100 g)의 쌀 품종은 끈적임성이 크고 겔 강도가 낮으며 조리손실률이 높고 조직감이 물러 쌀국수 제조에 부적합하다. 즉 쌀국수 제조에는 고아밀로오스 쌀과 낮은 호화온도, 호화 후 팽윤 전분입자와 수용성 아밀로오스에 의한 연속상의 망상구조의 강한 gel 특성이 매우 중요하다(3,6-9).

지금까지 국내에서 개발된 쌀국수는 밀가루를 50% 이상 포함하거나(10,11) 분리대두단백(12), 글루텐(13), 콩가루(14) 등을 국내산 쌀가루와 혼합 사용하여 밀가루 면류제조법을 그대로 적용 혹은 일부 수정하거나 단순 압출형식으로

*Corresponding author. E-mail: cskim@changwon.ac.kr
Phone: 82-55-213-3512, Fax: 82-55-281-7480

제조하고 있으므로 100% 쌀국수라 칭하기 어려우며, 쌀가루가 많이 포함될수록 국수의 관능적 품질, 특히 조직감이 저하되는 문제점이 있다. 그러므로 쌀국수 제조에 국내산 쌀을 활용하기 위해서는 쌀가루의 가공적성 개선이 먼저 이루어져야 한다.

일반적으로 면류의 물성개선을 위하여 변성전분이 흔히 사용되고 있으나 화학적 변성과정이므로 최근에는 물리적인 방법을 추구하고 있다. 이를 위한 연구로 수분-열처리 즉, annealing과 heat-moisture treatment(HMT)를 들 수 있다. Annealing은 다량의 수분(>60%)과 호화온도 이하의 낮은 온도(<70°C)에서 열처리하는 방법이며, HMT는 35% 이하의 수분함량에서 호화온도 이상의 고온(100~120°C)으로 열처리하는 것이다(15,16). 여러 선행 연구(16-19)에서 곡류가루나 전분을 호화시켜 만드는 쌀국수나 starch noodle과 같은 호화면 제조과정에서 전처리로 원료 가루의 수분-열처리를 실시하여 국수의 조리손실률 및 부착성 감소, 인장강도, 탄력성, 경도 증가 등의 품질 개선을 보였다. 전분입자는 수분-열처리의 수분함량과 가열온도에 따라 결정구조와 아밀로오스 배열이 변하며, 무정형 부분이 조밀하게 되는 구조적인 안정성에 의하여 호화점도 안정성이 개선되고(20,21), 겔 연속상의 결합점 형성이 많아져 겔 강도가 증가한다고 설명되고 있다(22,23). 이러한 결과는 쌀국수 품질에 바람직하며, 고아밀로오스 쌀가루로 만든 쌀국수 제조 시 annealing보다 HMT 쌀가루 혼합이 쌀국수 품질 개선에 더 큰 효과가 있었다(16,17)

전보(24)에서 아밀로오스 함량이 다른 국내산 일반미 및 고아밀로오스 특수미, 태국산 수입쌀의 HMT로 모든 쌀가루 시료의 겔 강도가 증가하였으며, 처리 온도나 시간에 따라 차이를 보였다. 특히 단단한 겔 형성이 어려운 국내산 쌀 품종은 HMT로 겔 강도가 현저히 증가하여 쌀국수 제조 가능성을 제시하였다.

이러한 연구결과를 기초로 본 연구에서는 쌀국수 제조에 HMT한 쌀가루나 아밀로오스 함량이 다른 쌀가루의 사용이 쌀국수 조리특성과 관능적 품질에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

국내산 일반미(중간아밀로오스)는 이천산 추청미(CC)를 선택하여 시중에서 구입하였으며, 국내산 특수미(고아밀로오스)인 고아미(GM)는 영남농업연구소에서 제공받아 시료로 사용하였다. 수입쌀로는 인디카계 태국산 쌀(TG)을 시중에서 구입하여 사용하였다. 이들 쌀의 아밀로오스함량은 전보(24)에서 보고한 바와 같이 각각 23.6, 28.9, 29.2%였다. 관능검사에 사용된 시중 수입쌀국수(Aroy-D, Thai Agri. Foods Public Com Ltd., Samutprakarn, Thailand)는 인근 마트에서 구입하여 사용하였다.

쌀가루 제조

쌀가루 제조는 원료 쌀을 3회 수세 후 쌀 무게의 3배 정도 물을 부어 수침(20±5°C, 8시간)한 뒤, 습식제분(stone mill)한 현탁액을 원심분리 하여(1400×g) 물기를 제거한 후 40°C 원적외선 건조기(SLD-1400S, CILIC, Youngin, Seoul, Korea)에서 건조(최종 수분함량 14±1%)한 후 80 mesh 체를 통과시켜 제조하였다. HMT 쌀가루는 전보(24)에 따라 위와 같이 습식 제분한 쌀가루 40 g에 증류수를 분무하여 수분함량이 21±0.5% 되도록 맞추어 100, 105°C에서 각각 30분 동안 autoclave 하여 일정 수분함량(14±1%)까지 건조 후 분쇄하여 80 mesh 체에 내려 쌀국수 제조에 사용하였다.

쌀국수 제조

쌀국수는 HMT 쌀가루 혹은 무처리 쌀가루로 각각 제조한 것과 HMT 쌀가루와 무처리 쌀가루를 1:1로 혼합한 것, 아밀로오스 함량이 다른 2종의 무처리 쌀가루를 1:1로 혼합한 것으로 분류하여 제조하였다. 쌀국수 제조는 Hormdok과 Noomhorm(17)의 방법을 변형하여 flat 형태의 호화면 쌀국수를 다음과 같이 제조하였다. 쌀가루 40 g에 증류수 100 mL를 혼합한 현탁액을 수분흡수가 충분히 되도록 1시간 이상 실온에 방치하였다. 젖은 광목천 표면에 식용유를 붓으로 바른 후 스테인리스 틀(200×200×1 mm)에 깔고 93±1°C로 예열된 찜기에 장착한 후 준비된 쌀가루 현탁액을 균일하게 틀에 부어 찜기 뚜껑을 덮고 4분간 완전히 호화시켰다. 겔 상태의 sheet를 틀에서 꺼내어 면포를 덮어 식힌 후 40°C 오븐에서 꾸덕꾸덕할 때까지 말린 후 랩을 씌워 냉장고에 하루 정도 방치하였다. 반 건조된 sheet를 대파채칼로 너비 2 mm의 면발로 자른 후 40°C 오븐에서 최종 수분함량이 10~12%가 될 때까지 완전히 건조하여 건면을 제조하여 시료로 사용하였다.

색도

건면과 조리국수의 색도를 측정하기 위해서 건면은 곱게 분쇄하고, 조리한 국수는 1 mm로 세절하여 직경 3 cm, 높이 1 cm의 용기에 담아 색차계(CM-3500, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 표현하였으며, 각 시료 당 3회 반복 측정된 평균값으로 나타내었다(25). 이때 사용된 표준 백판의 L값은 96.88, a값은 -0.21, b값은 -0.28이었다.

쌀국수 조리법 및 조리 특성

쌀국수 조리법: 비이커에 증류수 200 mL을 끓인 후 건면 5 g을 넣어 5분간 삶아 건져내어 300 mL의 증류수로 30초간 헹군 후 체에 받쳐 1분간 방치 탈수하여 실험에 사용하였다.

삶은 국수의 중량 증가율: 삶은 국수의 증가된 중량을 측정하여 조리 전 국수중량에 대한 조리 후 국수 중량 증가의 백분율로 계산하였다. 측정은 각각 3회 반복하여 평균값을 구하였다.

조리손실률 및 조리수의 탁도 측정: 조리손실률을 나타내는 용출 고형분은 국수를 삶은 후 건져내고 남은 국수물과 행군 물을 합하여 105°C 건조오븐에서 건조시켜 증가한 무게를 측정하고, 조리 전 건면 중량에 대한 백분율로 나타내었다(26). 조리수 탁도는 삶은 국수를 건져내고 남은 조리수를 실온으로 식힌 후 UV-VIS spectrophotometer(UV mini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정은 3회 반복하여 평균값을 구하였다.

기계적 조직감 측정

삶은 국수의 조직감은 Texture analyzer(TA-XT2i/25, stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 사용하여 texture profile analysis(TPA) test를 실시하고 인장강도를 측정하였다. 위의 조리법으로 준비된 삶은 국수는 15분 이내에 측정을 완료하였다. TPA는 국수 세 가닥을 일직선으로 plate에 올려놓고 압착실험 하였으며, 측정 조건은 pasta firmness/stickiness rig(HDP/PFS), pre-test speed 2.0 mm/sec, test speed 0.5 mm/sec, post-test speed 0.5 mm/sec, time 2 sec, strain 75%로 하였다.

인장강도는 spaghetti/noodle tensile rig(A/SPR)를 TA에 장착하여 한 가닥의 국수를 상하로 grip에 감아 측정하였다. 측정 조건은 pre-test speed 3.0 mm/sec, test speed 3.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, distance 75 mm로 하였다(26). 측정은 10회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

관능검사

쌀국수의 관능검사는 정량적 묘사분석을 사용하였으며 검사특성과 평가방법을 충분히 훈련시킨 13명의 관능검사 요원을 대상으로 균형 불완전 블록 디자인을 사용하여 2회 반복 실시하였다. 국수 적정 조리시간은 삶는 동안 국수 속 흰색의 핵심이 사라지는데 걸리는 시간으로 정하였다(25). 흰 접시에 삶은 국수를 물에 잠기도록 담아 1회에 4개 시료를 평가하도록 하였다. 관능검사에 사용된 관능특성은 색(color), 광택(glossiness), 쌀 냄새(odor of rice), 쌀 맛(taste of rice), 단단한 정도(hardness), 씹힘성(chewiness), 부착성(adhesiveness), 매끄러운 정도(smoothness), 탄력성(resilience)

등을 9점 척도를 사용하여 특성 강도가 가장 낮은 것을 1점으로 하고 가장 강한 것을 9점으로 평가하였다.

통계처리

모든 실험결과는 SPSS 17.0을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시했으며 각 측정 평균값의 유의성($p < 0.05$)을 Duncan's multiple range test를 사용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

단일쌀가루로 제조한 쌀국수의 조리특성

HMT 쌀가루 혹은 무처리 쌀가루를 각각 사용하여 만든 국수의 조리특성 결과를 Table 1에 나타내었다. 전보(24)의 호화특성에서 GM과 TG는 100, 105°C HMT로 최종점도 증가, 쫄 강도의 증가 등 HMT 효과가 온도에 따라 크게 나타났다. 그러나 중간아밀로오스 CC의 경우 100°C에서는 쌀국수의 쫄 강도가 매우 낮았으나 105°C에서는 최대치를 나타내었다. 따라서 본 실험에서는 국수제조를 위한 쌀가루의 전처리 HMT로 GM과 TG는 100, 105°C를 사용하였으나 CC는 105°C의 처리온도만을 사용하였다. HMT하지 않은 GM의 경우 찌는 과정에서 심한 균열이 일어나 쫄 형성이 되지 않아 국수 제조가 불가능하여 data를 얻지 못하였으나 100°C 혹은 105°C에서 HMT한 쌀가루(GM100, GM105)는 호화과정에서 쫄이 형성되면서(24) 국수제조가 가능하였다.

조리손실률은 국수 품질에 매우 중요한 인자로서 높은 조리손실률은 조리수에 대한 전분의 높은 용해도를 나타내는 것으로 조리수의 높은 탁도, 낮은 조리 저항성, 끈적끈적한 식감을 가져와 바람직하지 못한 것으로 알려져 있다(5,17). HMT하지 않은 쌀가루로 만든 쌀국수 TG, CC의 조리손실률은 각각 2.96, 8.31%로 시료 간에 큰 차이를 보여 아밀로오스 함량이 낮은 쌀가루로 만든 국수의 조리손실률이 현저히 높았다. 이는 인도(27)나 태국(17)의 시중 쌀국수의 조리손실률 1.32%이나 0.54%에 비하여 높은 값이다. 그러나 Cham과 Suwannaporn(16)이 보고한 시중 쌀국수 premix와 고아밀로오스 쌀가루로 만든 쌀국수의 조리손실률은 각각 8.85,

Table 1. Cooking qualities and texture properties of rice noodles as influenced by HMT

Noodles	Cooking quality			Texture property		
	Total cooking loss (%)	Turbidity of cooking water	Water absorption (%)	Hardness (kg)	Adhesiveness (kg)	Tensile strength (g)
TG	2.96±0.22 ^{c1)}	0.42±0.09 ^b	152.20±9.31 ^{ns}	7.71±0.90 ^c	-0.24±0.05 ^b	30.81±8.93 ^c
TG100	1.86±0.18 ^d	0.15±0.07 ^d	136.87±2.91	13.44±2.81 ^a	-0.25±0.09 ^b	62.64±25.96 ^b
TG105	1.72±0.05 ^d	0.16±0.06 ^d	124.07±2.50	12.80±2.91 ^a	-0.38±0.10 ^c	123.86±32.51 ^a
GM100	3.34±0.21 ^b	0.28±0.03 ^c	124.27±8.54	10.04±0.92 ^b	-0.32±0.07 ^c	47.66±8.11 ^b
GM105	2.75±0.23 ^c	0.27±0.06 ^c	132.07±14.51	10.65±0.82 ^b	-0.48±0.08 ^d	59.14±15.86 ^b
CC	8.31±0.31 ^a	0.85±0.07 ^a	124.13±25.23	3.50±0.82 ^e	-0.15±0.07 ^a	15.75±6.69 ^d
CC105	2.74±0.10 ^c	0.18±0.01 ^d	136.00±25.27	5.33±0.63 ^d	-0.24±0.07 ^b	28.23±6.62 ^{cd}

TG: Taeguk, GM: Goami, CC: Chochung.

100: HMT at 100°C for 30 min, 105: HMT at 105°C for 30 min.

¹⁾Mean±SD (n=3). ^{a-e}Values within the same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

NS: not significant.

8.45%로 나타나 쌀국수의 제조방법이나 조리방법에 따라 큰 차이가 나타나는 것으로 보인다. 아밀로오스 함량이 높은 쌀일수록 전분 입자내 결합력이 강하며(28) waxy 전분은 상대적으로 빠르게 물이 침투하여 팽윤, 용해된다는 것으로(7) 미루어볼 때 아밀로오스 함량이 많은 쌀가루일수록 입자 밖으로 용출되는 고형분 함량이 적어 조리손실률이 낮은 것으로 생각된다. 쌀가루의 HMT로 쌀국수의 조리손실률은 모두 감소하여 선행연구(17)와 일치한다. 특히 100°C에서 처리한 쌀국수보다 105°C 처리한 쌀국수의 조리손실률이 더 감소하였다. 105°C HMT한 CC105의 경우 무처리 동일 품종 쌀가루로 만든 쌀국수와 비교할 때 조리손실률이 각각 8.31%에서 2.74%로 크게 감소하여 결과적으로 HMT하지 않은 TG의 조리손실률 2.96%와 유의적인 차이가 없었다. 이는 전보(24)의 호화점도 특성에서 HMT에 의해 CC가 붕괴도 감소와 함께 최종 점도의 현저한 증가로 무처리 TG의 호화점도 곡선에 근접한 결과와 관련하는 것으로 보인다. 쌀가루의 HMT로 결정구조와 아밀로오스 배열이 변해 무정형 부분이 조밀해져 구조적인 안정성을 가져와(29) 쌀국수의 조리손실률이 감소한 것으로 사료된다.

조리수의 탁도는 조리손실률과 마찬가지로 국수를 끓이는 동안 국수의 고형분 손실정도를 나타내는 것으로(30) 본 연구에서 조리수의 탁도 값은 조리손실률과 같은 경향을 보였으며, 특히 CC가 0.85로 높게 나타났으나 CC105는 0.18로 크게 감소하였다. 국수의 중량증가율은 시료 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

단일쌀가루로 제조한 쌀국수의 조직감

쌀국수의 조직감은 국수제품에 대한 소비자 수용도를 결정하는 가장 중요한 특성이다(17). 특히 인장강도는 삶은 국수발을 신장시켜 파괴될 때까지 요구되는 시간을 예측할 수 있는 것으로 낮은 값은 끊어지기 쉽다는 것을 의미한다. HMT하지 않은 쌀가루로 만든 쌀국수의 경도와 인장강도는 TG가 CC보다 높은 값을 보였다(Table 1). Bhattacharya 등(5)은 아밀로오스 함량이 국수의 경도, 인장강도와 양의 상관성을 갖는다고 하였다. 쌀가루의 HMT로 쌀국수의 경도, 부착성, 인장강도가 증가하였으며 처리 온도가 높을수록 쌀국수

의 부착성과 인장강도가 증가폭이 컸다. 특히 인장강도의 증가는 105°C HMT한 TG105에서 현저하여 조직감의 변화가 가장 컸다. Cham과 Suwannaporn(16) 역시 쌀가루의 HMT로 쌀국수의 인장강도가 현저히 증가된다고 하였으며 이들이 제시한 HMT 쌀국수의 인장강도가 51.19 g에 비해 본 실험에서의 TG100와 105, GM105는 이보다 높았고 TG105는 123.86 g으로 국수 제조에 적합하지 않을 정도로 강하게 나타났다. 본 연구결과에서 CC105는 조리손실률이나 인장강도, 부착성 측면에서 무처리 TG와 가장 유사하여 중간아밀로오스의 국내산 쌀가루는 HMT에 의해서 쌀국수 제조에 적합하다고 알려진 고아밀로오스 TG로 만든 쌀국수의 조리 특성에 가까워질 수 있음을 시사하고 있다.

혼합쌀가루로 제조한 쌀국수의 조리 특성

두 가지 혼합 쌀가루로 제조한 쌀국수의 품질 특성은 Table 2에 나타내었다. 아밀로오스 함량이 다른 HMT하지 않은 쌀가루를 동량 혼합하여 만든 쌀국수의 경우 중간아밀로오스의 국내산 쌀가루에 고아밀로오스 TG가 혼합된 TG+CC의 조리손실률이 7.18%로 단일쌀가루 쌀국수 CC(8.31%)에 비하여 낮아졌고 TG+CC보다 TG+CC105에서 더 낮아졌다. 다른 혼합쌀국수도 유사하게 HMT 쌀가루의 동량 혼합으로 인해 쌀국수의 조리손실률이 감소하는 것으로 나타났다.

쌀국수 조리수의 탁도는 무처리 쌀가루만 혼합한 쌀국수에 비하여 무처리 쌀가루에 HMT한 쌀가루를 동량 혼합한 쌀국수에서 크게 낮아졌다. 특히 다른 혼합쌀국수에 비해 GM+CC105는 GM+CC보다 탁도가 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 HMT 쌀 전분을 쌀가루와 동량 혼합함으로써 쌀국수의 조리손실률이 감소한 선행연구(17)와 유사하다.

혼합쌀가루로 제조한 쌀국수의 조직감

혼합 쌀가루를 사용한 쌀국수의 경도값은 GM+CC에서 가장 낮았고 GM+CC105가 가장 높았다(Table 2). TG+CC와 TG+CC105의 경우 경도값이 각각 5.58, 6.38 kg으로 TG만을 사용한 쌀국수 7.71 kg에 비하여 낮아 부드러워졌다. 반면 TG+GM, TG+GM105는 TG 단독보다 경도가 높아졌다. 쌀국수의 인장강도는 무처리 쌀가루만을 혼합한 것보

Table 2. Cooking qualities and texture properties of rice noodles made from composite rice flours

Noodles	Cooking quality			Texture property		
	Total cooking loss (%)	Turbidity of cooking water	Water absorption (%)	Hardness (kg)	Adhesiveness (kg)	Tensile strength (g)
TG+CC	7.18±0.40 ^{b1)}	0.68±0.02 ^b	112.73±10.62 ^{ns}	5.58±0.81 ^{bc}	-0.26±0.08 ^a	21.32±6.75 ^e
TG+CC105	4.94±0.18 ^c	0.31±0.14 ^d	131.80±6.92	6.38±0.58 ^b	-0.33±0.07 ^a	40.37±11.61 ^c
TG+GM	4.49±0.38 ^c	0.43±0.07 ^c	124.07±25.11	8.73±0.87 ^a	-0.33±0.14 ^a	32.36±8.73 ^d
TG+GM105	3.67±0.27 ^d	0.27±0.03 ^d	129.80±0.69	8.81±0.99 ^a	-0.33±0.08 ^a	63.95±11.06 ^a
GM+CC	8.28±0.30 ^a	1.18±0.21 ^a	120.87±17.01	5.37±0.75 ^c	-0.25±0.04 ^a	22.96±6.81 ^e
GM+CC105	3.45±0.17 ^d	0.16±0.01 ^e	123.60±7.99	9.05±0.98 ^a	-0.45±0.09 ^b	51.69±11.70 ^b

TG: Taeguk, GM: Goami, CC: Chochung.

105: HMT at 105°C for 30 min.

¹⁾Mean±SD (n=3). ^{a-e}Values within the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

NS: not significant.

다 무처리 쌀가루에 HMT 쌀가루 혼합 시 상승한 것을 알 수 있었다. Hormdok과 Noomhorm(17)에 의하면 annealing 한 쌀 전분을 첨가하여 제조한 쌀국수보다 HMT한 쌀 전분을 첨가한 쌀국수의 경도와 인장강도가 더 크게 증가하여 annealing보다는 HMT가 쌀국수 품질 개선에 더 적합하다고 하였다. 따라서 쌀국수 제조 시 중간아밀로오스 쌀가루(CC) 단일 사용보다 고아밀로오스(TG)에 CC를 혼합하거나, HMT한 쌀가루를 혼합 사용함으로써 조리손실을 감소와 경도, 부착성, 인장강도 증가 등의 기계적 조직감 변화가 가능하였다.

색도

단일 쌀가루로 제조한 건면의 색도는 쌀가루의 HMT로 쌀국수의 L값이 감소하여 CC105가 가장 어두웠으며, 적색도(a값)와 황색도(b값)는 증가하였다(Table 3). 조리면의 경우도 건면과 유사한 경향으로 HMT 쌀국수에서 L값이 낮게 나타났다. 건면보다 조리면의 색이 더 밝았는데 이것은 쌀국수가 수분흡수에 의한 부피 상승으로 조리전보다 L값이 상승하고 a값과 b값은 감소한 것으로 사료된다. 쌀가루를 혼합하여 제조한 건면의 밝기는 TG+GM에서 가장 높았고, 무처리 쌀가루만 혼합한 것보다 무처리 쌀가루에 HMT 쌀가루의 혼합으로 L값이 낮아지고 a값, b값은 증가하였다(Table 4). 특히 GM에 CC105를 혼합한 시료의 L값이 58.26으로 가장 어두웠다. 조리면의 경우도 건면과 유사한 경향이었다. 이러한 결과는 HMT 과정에서 환원당과 아미노기 간의 Maillard 갈변반응에 기인한 것으로 보인다(31,32).

쌀국수 관능특성

최근 국내 개발 품종인 GM은 TG와 마찬가지로 고아밀로오스에 속하나 본 연구에서는 GM 단일쌀가루로는 국수 제조가 불가능하였고 HMT로는 국수 제조가 가능하였다. TG의 경우 단일쌀가루로 국수 제조가 가능하였으며, HMT한 경우는 조리 후 경도와 인장강도가 지나치게 높아 제품으로서 상품가치가 낮다고 판단되어 TG에 일반미인 CC나 CC105를 혼합하였다. 관능검사용 시료 선택은 예비실험에서 쌀국수의 경도값이 10 kg 이상, 인장강도가 50 g 이상일 경우 국수면이 너무 단단하고 질겨져 식감이 좋지 않아 경도값 10 kg 이하이거나 인장강도 50 g 이하의 조직감 측정치를 갖는 국수로 선택하였다. 혼합쌀가루 활용에 있어서는 TG에 일반미 CC를 활용하는 것으로 기준을 두었다. 이러한 근거로 관능특성검사인 정량적 묘사분석에 쌀국수 6종을 제조하여 사용하였고 이들을 시중에서 구입한 수입쌀국수와 비교하여 그 결과를 Table 5에 나타내었다.

HMT하지 않은 쌀가루로 만든 쌀국수(CC, TG, TG+CC)는 수입쌀국수에 비하여 밝았으나 HMT 쌀국수 CC105, GM100은 수입쌀국수보다 어둡다고 평가되었다. 국수면의 광택은 CC와 수입쌀국수가 높게 평가되었고, HMT 쌀국수 중에서는 CC105가 높게 나타났으나 GM100은 가장 낮게 나타났다. 쌀 냄새는 수입쌀국수가 가장 강한 것으로 평가되었고, 쌀 맛은 시료 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 조직감은 수입쌀국수에 비해 TG, TG+CC, GM100이 단단하며 CC105, CC 순으로 경도가 낮았다. CC는 9점 척도에서

Table 3. Hunter color values of rice noodles as influenced by HMT

Noodles	Dry noodle			Cooked noodle		
	L	a	b	L	a	b
TG	65.78 ± 1.67 ^{a1)}	-0.11 ± 0.24 ^c	15.30 ± 0.36 ^d	73.14 ± 1.25 ^a	-1.68 ± 0.13 ^c	8.40 ± 0.87 ^d
TG100	62.27 ± 0.44 ^{bc}	1.23 ± 1.17 ^d	19.42 ± 0.06 ^c	71.74 ± 0.41 ^{ab}	-0.96 ± 0.34 ^d	11.69 ± 1.09 ^c
TG105	63.23 ± 2.22 ^{ab}	1.22 ± 0.13 ^d	18.78 ± 0.15 ^c	70.16 ± 0.92 ^{bc}	-0.75 ± 0.11 ^d	12.07 ± 0.14 ^c
GM100	61.38 ± 1.61 ^{bc}	2.59 ± 0.26 ^c	21.90 ± 0.95 ^b	69.64 ± 0.58 ^c	0.19 ± 0.17 ^c	14.54 ± 0.52 ^b
GM105	60.23 ± 1.37 ^c	3.15 ± 0.20 ^b	22.73 ± 0.13 ^b	69.42 ± 0.13 ^c	0.76 ± 0.54 ^b	15.43 ± 0.94 ^b
CC	63.55 ± 0.74 ^{ab}	-0.53 ± 0.06 ^f	14.85 ± 0.38 ^d	72.80 ± 2.03 ^a	-1.90 ± 0.25 ^c	9.11 ± 1.63 ^d
CC105	57.28 ± 0.89 ^d	6.13 ± 0.12 ^a	25.08 ± 0.77 ^a	65.65 ± 0.40 ^d	3.01 ± 0.29 ^a	18.92 ± 0.16 ^a

TG: Taeguk, GM: Goami, CC: Chochung.

100: HMT at 100°C for 30 min, 105: HMT at 105°C for 30 min.

¹⁾Mean ± SD (n=3).

^{a-e}Values within the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

Table 4. Hunter color values of rice noodles made from composite rice flours

Noodles	Dry noodle			Cooked noodle		
	L	a	b	L	a	b
TG+CC	66.77 ± 2.61 ^{abc1)}	-0.13 ± 0.15 ^d	16.25 ± 0.59 ^d	71.35 ± 0.88 ^{ab}	-1.89 ± 0.02 ^c	9.73 ± 0.03 ^c
TG+CC105	63.77 ± 1.93 ^c	2.21 ± 0.02 ^b	20.14 ± 0.43 ^b	70.00 ± 0.08 ^b	-0.34 ± 0.27 ^b	13.58 ± 0.52 ^b
TG+GM	69.07 ± 2.01 ^a	-0.19 ± 0.05 ^d	14.99 ± 1.29 ^d	72.01 ± 2.30 ^{ab}	-1.75 ± 0.13 ^c	9.31 ± 0.69 ^{cd}
TG+GM105	67.76 ± 0.76 ^{ab}	1.19 ± 0.13 ^c	18.01 ± 0.46 ^c	71.39 ± 0.21 ^{ab}	-0.42 ± 0.02 ^b	13.21 ± 0.26 ^b
GM+CC	65.03 ± 0.86 ^{bc}	-0.56 ± 0.18 ^c	15.32 ± 0.41 ^d	72.57 ± 0.61 ^a	-1.99 ± 0.15 ^c	7.87 ± 1.63 ^d
GM+CC105	58.26 ± 0.87 ^d	5.21 ± 0.40 ^a	25.38 ± 1.28 ^a	66.72 ± 1.11 ^c	2.42 ± 0.42 ^a	19.14 ± 0.29 ^a

TG: Taeguk, GM: Goami, CC: Chochung.

105: HMT at 105°C for 30 min.

¹⁾Mean ± SD (n=3). ^{a-e}Values within the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

Table 5. Sensory evaluation of cooked rice noodles using QDA

Attributes		Commercial noodle ¹⁾	TG	CC	CC105	GM100	TG+CC	TG+CC105
Appearance	Color	6.10±1.66 ^{b2)}	2.50±1.35 ^c	2.30±0.95 ^c	7.90±0.88 ^a	7.70±0.67 ^a	3.40±1.71 ^c	5.80±1.23 ^b
	Glossiness	6.60±1.26 ^{ab}	5.00±1.63 ^{de}	7.60±0.97 ^a	6.40±0.97 ^{bc}	4.10±1.10 ^e	6.00±1.63 ^{bcd}	5.30±0.95 ^{cd}
Odor of rice		7.00±1.41 ^a	5.00±1.41 ^b	4.00±1.76 ^b	5.20±1.32 ^b	4.60±1.84 ^b	5.20±1.40 ^b	5.30±1.42 ^b
Taste of rice		6.50±1.18 ^{ns}	5.30±1.89	5.20±1.40	5.10±0.99	5.30±1.42	6.10±1.45	5.50±1.65
Texture	Hardness	6.30±0.95 ^{ab}	7.10±1.20 ^a	2.30±1.16 ^c	5.40±1.51 ^b	6.80±2.04 ^a	7.00±1.41 ^a	6.20±1.23 ^{ab}
	Chewiness	6.50±0.85 ^{ab}	7.00±1.56 ^a	4.50±1.90 ^c	5.60±1.17 ^{bc}	6.70±1.42 ^{ab}	7.00±1.33 ^a	5.70±1.16 ^{abc}
	Smoothness	7.20±0.63 ^a	5.00±1.76 ^b	8.20±1.03 ^a	7.40±1.07 ^a	4.30±1.77 ^b	4.88±1.62 ^b	7.30±1.34 ^a
	Resilience	5.60±1.93 ^b	3.50±1.65 ^c	7.20±1.40 ^a	7.20±1.32 ^a	3.50±1.51 ^c	6.10±1.60 ^{ab}	5.60±1.43 ^b
	Adhesiveness	4.30±1.34 ^{bc}	3.40±1.07 ^c	6.80±1.48 ^a	6.00±1.63 ^a	3.60±1.26 ^{bc}	6.30±1.49 ^a	4.70±0.82 ^b

GM: Goami, TG: Taeguk, CC: Chochung. 100: HMT at 100°C for 30 min, 105: HMT at 105°C for 30 min.

¹⁾Commercial rice noodle imported from Taeguk.

²⁾Mean±SD (n=3). ^{a-c}Values within the same row followed by different letters are significantly different (p<0.05).

NS: not significant.

2.3으로 평가되어 무른 것으로 평가되었고 다음은 CC105의 5.4로 상대적으로 다른 시료에 비하여 부드러웠고, 이들의 탄력성, 부착성은 수입쌀국수를 포함한 다른 TG, TG+CC105, GM100보다 유의적으로 높았다. 수입쌀국수와 가장 유사하게 조직감이 평가된 것은 TG+CC105로 나타났고 이들과 비교하여 TG는 부착성과 탄력성이 유의적으로 낮은 것으로 평가되었다. 고아밀로오스나 HMT 쌀가루 사용으로 쌀국수의 조직감이 단단해지는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 기계적 조직감 측정치 결과와 일치한다. 씹힘성은 경도와 유사한 경향으로 나타났다. 탄력성과 부착성은 아밀로오스 함량이 높은 밤이 부착성이 낮은 것(33)처럼 TG, GM100, TG+CC105가 수입쌀국수와 유사하게 낮았고 CC나 CC105, 혼합 쌀국수 TG+CC가 높게 평가되었다. 이러한 결과로 보아 아밀로오스 함량과 쌀가루의 처리조건에 따라 조리특성과 조직감이 다른 여러 가지 형태의 쌀국수 제조가 가능할 것으로 사료된다.

요 약

쌀가루의 HMT나 아밀로오스 함량이 다른 쌀가루의 혼합 사용이 쌀국수 조리특성과 관능적 품질특성에 미치는 효과를 조사하였다. HMT는 습식제분한 쌀가루를 건조 후 수분 함량을 약 21%로 조절하여 autoclave에서 100, 105°C로 각각 30분 처리하여 쌀국수 제조에 사용하였다. 사용된 쌀 품종은 국내산으로 고아밀로오스 GM과 중간아밀로오스 CC, 대조구로는 태국산 수입쌀을 사용하였다. 중간아밀로오스 CC를 HMT하여 제조한 쌀국수는 조리손실률과 조리수 탁도 감소를 가져와 대조구 TG와 근접한 결과를 보였으며, 경도와 부착성, 인장강도 증가 등의 기계적 조직감 변화가 있었다. 단일 쌀가루를 사용한 경우 HMT 쌀가루로 쌀국수 제조 시 조리손실률과 조리수의 탁도가 낮아졌고 경도와 인장강도는 증가하였다. 혼합쌀가루 사용 시 무처리 쌀가루를 혼합한 것보다 무처리 쌀가루에 HMT 쌀가루를 혼합한 쌀국수에서 조리손실률과 조리수의 탁도가 낮았고 경도와 인

장강도가 증가하였다. 쌀국수의 색도는 HMT로 L값이 낮아져 어두워졌다. 관능검사에 사용된 쌀국수는 상품성과 국내 쌀 수급 및 재고미 활용의 시급성을 고려하여 6종을 선별하여 택하였으며 이들을 시중 수입쌀국수와 비교하였다. 쌀국수의 정량적 묘사분석에서 아밀로오스 함량이 낮은 CC는 9점 척도에서 2.3으로 평가되어 무른 것으로 평가되었고 다음은 CC105의 5.4로 상대적으로 다른 시료에 비하여 부드러웠고 이들의 탄력성, 부착성은 수입쌀국수를 포함한 다른 TG, TG+CC105, GM100보다 유의적으로 높았다. 시중 수입쌀국수와 가장 유사하게 조직감이 평가된 것은 TG+CC105로 나타났고 TG는 부착성과 탄력성이 유의적으로 낮은 것으로 평가되었다. 본 연구결과에 의하면 아밀로오스 함량이 다른 품종의 쌀가루를 적절히 혼합하거나, 중간아밀로오스의 국내산 일반 쌀 품종의 쌀가루를 HMT하여 혼합 사용하여 품질특성 및 조직감을 변화시킴으로써 기호에 맞는 쌀국수 제조가 가능할 것으로 판단된다. 다양한 국내산 쌀 품종을 쌀국수 제조에 활용할 수 있도록 추후 더욱 구체적인 가공적성 연구가 필요하다고 여겨진다.

감사의 글

이 논문은 2009~2010년 창원대학교 연구비에 의하여 수행한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Statistics Korea. 2010. The records and plans for demand and supply of grains. http://index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO_STTS_IdxSearch.jsp?idx_cd=2747&stts_cd=274701&clas_div=&idx_sys_cd=&idx_clas_cd=1
2. Miskelly DM. 1996. The use of alkali for noodle processing. In *Pasta and Noodle Technology*. Kruger JE, Matsuo RB, Dick JW, eds. AACC, St. Paul, MN, USA. p 227-259.
3. Mesters C, Collona P, Buleon A. 1988. Characteristics of starch networks within rice flour noodles and mungbean starch vermicelli. *J Food Sci* 53: 1809-1812.

4. Juliano BO, Sakakurai J. 1985. Miscellaneous rice products. In *Rice: Chemistry and Technology*. BO Juliano, ed. 2nd ed. AACC, St. Paul, MN, USA. p 592-599.
5. Bhattacharya M, Zee SY, Corke H. 1999. Physicochemical properties related to quality of rice noodles. *Cereal Chem* 76: 861-867.
6. Fu BX. 2008. Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. *Food Res Int* 41: 888-902.
7. Yoenyongbuddhagal S, Noomhorm A. 2002. Effect of physicochemical properties of high-amylose Thai rice flours on vermicelli quality. *Cereal Chem* 79: 481-485.
8. Li CF, Luh BS. 1980. Rice snack foods. In *Rice: Production and Utilization*. Luh BS, ed. AVI Publishing Co., West Port, CT, USA. p 690-711.
9. Song YS, Lim SJ, Lee JS, Kim HY, Yeo US, Park NB, Kwak DY, Kang JR, Yang SJ, Hwang HG, Oh BG, Moon HP, Lim MS. 2008. A new high amylose rice variety "Goamibyeo". *Korean J Breed Sci* 40: 447-451.
10. Kim JS, Kim SB, Kim TY. 2006. Noodle making characteristics of goami rice composite flours. *Korean J Community Living Science* 17: 61-68.
11. Park KS, Kim JY. 2010. Quality characteristics of rice noodles with added *Allium victorialis* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 772-780.
12. Park HK, Lee HG. 2005. Characteristics and development of rice noodle added with isolate soybean protein. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 326-338.
13. Kim KS. 2009. Establishment of conditions for the manufacture of noodles using rice flour. *MS Thesis*. Kongju National University, Chungnam, Korea.
14. Kim YG, Kim YK, Park HJ. 2002. Method for manufacturing a strip of rice noodle. *Korean Patent* 10-2002-0035628.
15. Tester RF, Debon SJJ. 2000. Annealing of starch—a review. *Int J Biol Macromol* 27: 1-12.
16. Cham S, Suwannaporn P. 2010. Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality. *J Cereal Sci* 51: 284-291.
17. Hormdok R, Noomhorm A. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT Food Sci Technol* 40: 1723-1731.
18. Lorlwhakarn K, Naivikul O. 2006. Modification of rice flour by heat moisture treatment (HMT) to produce rice noodles. *Kasetsart J* 40: 135-143.
19. Baik BK, Czuchajowska Z, Pomeranz Y. 1994. Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodle. *Cereal Chem* 71: 315-320.
20. Lee MG, Kim JO, Shin MS. 2004. Properties of nonwaxy rice flours with different soaking time and particle sizes. *Korean J Food Sci Technol* 36: 268-275.
21. Donovan JW, Lorenz K, Kulp K. 1983. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starches. *Cereal Chem* 60: 381-387.
22. Chung, KM, Moon TW, Chun LK. 2000. Influence of annealing on gel properties of mung bean starch. *Cereal Chem* 77: 567-571.
23. Liu H, Corke H, Ramsden L. 2000. The effect of autoclaving on the acetylation of ae, wx and normal maize starches. *Starch* 52: 353-360.
24. Seo HI, Kim CS. 2011. Pasting properties and gel strength of non-waxy rice flours prepared by heat-moisture treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 196-204.
25. Yun SH, Rema G, Quail K. 1997. Instrumental assessments of Japanese white salted noodle quality. *J Sci Food Agr* 74: 81-88.
26. Yang HS, Kim CS. 2010. Quality characteristics of rice noodle in Korean market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 737-744.
27. Sandhu KS, Kaur M, Mukesh. 2010. Studies on noodle quality of potato and rice starches and their blends in relation to their physicochemical, pasting and gel textural properties. *LWT* 43: 1289-1293.
28. Lee SH, Han O, Lee HY, Kim SS, Chung DH. 1989. Physicochemical properties of rice starch by amylose content. *Korean J Food Sci Technol* 21: 766-771.
29. Kulp K, Lorenz K. 1981. Heat-moisture treatment of starches. I. Physicochemical properties. *Cereal Chem* 58: 46-48.
30. Jeong GM, Kwon JS. 1998. Properties of dried wheat flour noodles blends with Chinese-yam powder. *Bulletin of Institute of Agricultural Science and Technology* 5: 89-98.
31. Takahashi T, Miura M, Ohisa N, Mori K, Kobayashi S. 2005. Heat treatments of milled rice and properties of the flours. *Cereal Chem* 82: 228-232.
32. Lu S, Chen CY, Lii CY. 1996. Gel chromatography fractionation and thermal characterization of rice starch affected by hydrothermal treatment. *Cereal Chem* 73: 5-11.
33. Han SH, Choi EJ, Oh MS. 2000. A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rice (Chuchung byeo). *Korean J Soc Food Sci* 16: 91-97.

(2011년 7월 8일 접수; 2011년 10월 14일 채택)