J Korean Soc Food Sci Nutr
44(9), 1356~1363(2015)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.9.1356

저장쌀이 즉석 쌀국수의 품질 특성에 미치는 영향

최은지[1,2] · 박종대[1] · 김창희[1] · 김영붕[1] · 금준석[1] · 정윤화[2,3]

[1]한국식품연구원
[2]단국대학교 식품영양학과
[3]단국대학교 글로벌식품산업연구소

Effect of Stored Rice on Quality Characteristics of Instant Rice Noodles

Eun-Ji Choi[1,2], Jong-Dae Park[1], Chang-Hee Kim[1], Young-Boong Kim[1], Jun-Seok Kum[1], and Yoonhwa Jeong[2,3]

[1]Korea Food Research Institute
[2]Department of Food Science and Human Nutrition and [3]Institute of Global Food Industry, Dankook University

ABSTRACT The purpose of this study was to investigate the quality characteristics of instant rice noodles made from rice flour with different harvest times rice processed products. The physicochemical characteristics of three different types of rice flour were investigated, including common rice flour (CRF, harvested in 2012), stored rice flour (SRF, harvested in 2008) and CSRF (CRF mixed with SRF). Instant rice noodles were manufactured with the three types of rice flour, and their quality and sensory characteristics were investigated. The water-binding capacity of rice flour was highest in CSRF. Regarding setback on RVA pasting viscosity, SRF and CSRF showed higher values than CRF. Water absorption after cooking of instant rice noodles was highest in common rice noodles (CON). The volume after cooking of instant rice noodles increased in rice noodles with stored rice flour (SRN). Turbidity of rice noodles using CSRF (CSRN) was higher value than that of CON. In texture properties, CON displayed the highest hardness, adhesiveness, springiness, and chewiness. In the sensory evaluation, overall acceptability values of CON were significantly higher than those of other rice noodles (SRN and CSRN). It was concluded that rice noodles with stored rice flour have increased turbidity with reduced texture and overall preference. This study suggests that addition of CRF may result in significantly increased overall quality of instant rice noodles prepared by SRF.

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

서 론

쌀(rice, *Oryza sativa* L.)은 우리나라뿐만 아니라 아시아 지역에서 주식으로 이용되고 있는 중요한 식량자원이다(1). 식품의 소비패턴 변화로 밥을 주식으로 섭취하던 예전과 달리 밥 대신 빵이나 면 등 대체식품의 섭취가 증가하고 있어 밥을 짓기 위한 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 대책 문제가 시급한 실정이다. 이와 같이 쌀의 소비 감소로 남아도는 쌀은 장기간 공공 비축용으로 저장하여 정부미라는 이름으로 공급되는데 쌀을 장기간 저장하면 영양 성분이 변화되고 밥의 조직감이 변하는 등 품질이 저하된다. 따라서 장기 저장된 쌀은 밥을 짓기 위한 쌀만으로는 소비하기 어렵다(5). 지금까지 수확 후 저장한 쌀에 대한 연구는 저장쌀의 품질에 관한 연구(6-9), 저장쌀의 식미 및 물성 변화에 대한 연구(10,11)가 대부분이다. 한편 쌀 소비 증가 및 재고량 문제 해결을 위한 노력으로 농촌진흥청 등 관련 기관에서는 가공용 쌀 품종의 육성과 쌀 소비 형태의 다양화를 위하여 많은 노력을 하고 있다. 이에 따라 쌀 및 쌀 가공식품에 대한 지속적인 연구가 진행되고 있으며, 쌀 가공품 개발에 대한 관심이 한층 증대되고 있다(12). 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 등으로 다양한 제품이 생산되고 있다(13,14). 이 중 즉석면은 생면을 건조하거나 주정을 처리하여 장기 보존할 수 있도록 한 면으로, 뜨거운 물을 부어 간단히 조리할 수 있는 장점으로 인해 한 끼 식사 대용으로 이용 가치가 높아지고 있다(15).

본 연구에서는 일반미 쌀가루와 수확 후 장기간 저장하여

Received 26 May 2015; Accepted 7 July 2015
Corresponding author: Yoonhwa Jeong, Department of Food Science and Human Nutrition, Dankook University, Gyeonggi 16890, Korea
E-mail: yjeong@dankook.ac.kr, Phone: +82-31-8005-3176

활용도가 낮은 저장 쌀가루 및 일반미와 저장 쌀가루 복합분의 이화학적 특성 및 이들 쌀가루를 이용하여 즉석 쌀국수를 제조하여 품질과 관능 특성을 평가함으로써 정부미 쌀가루의 이용 가능성을 증대시키고자 하였다.

재료 및 방법

재료

주재료인 쌀은 2012년산 일반미 쌀가루(DaesunFM Co. Ltd., Hampyeong, Korea)와 2008년산 정부미 쌀가루(DaesunFM Co. Ltd.)를 사용하였다. 쌀국수 제조에 필요한 부재료로 옥수수 전분(Ingredion Incorporated, Bridgewater, NJ, USA), 초산타피오카 변성전분(Matsutani Chemical Industry Co. Ltd., Hyogo, Japan), 타피오카 전분(Matsutani Chemical Industry Co. Ltd.), 탄산수소나트륨(SDBNI Co. Ltd., Hwaseong, Korea), 정제염(Hanju Co., Ulsan, Korea)을 구입하여 사용하였다.

쌀국수 제조

쌀국수 제조 장치(Hwanhi Co., Gwangju, Korea)를 이용하여 Choi 등(16)의 방법으로 즉석 쌀국수를 제조하였다. 원재료의 35%(w/w)의 물을 첨가하면서 쌀가루 60%, 타피오카 전분 16%, 옥수수 전분 17.8%, 초산타피오카 변성전분 4%, 탄산수소나트륨 1.2% 및 소금 1%로 배합하여 10분간 반죽하였다. 각각의 반죽은 압출성형기(Hwanhi Co.)를 통하여 증숙하면서 면대를 형성하였고, 증숙온도 80~85°C, 스크루 회전 속도는 700~750 rpm으로 압출성형 조건을 설정하여 실시하였다. 면대를 성형하기 위해 토출부에 1.2 mm 규격의 원형 토출구멍을 장착하였다. 압출성형된 면은 송풍 냉각하고, 130 g으로 일정량 절단하였다. 절단한 면은 즉석 국수로 처리하기 위해 24시간 동안 실온에서 자연건조 및 숙성 후 주정 처리하였으며, 폴리에틸렌 백에 밀봉하여 4°C에 저장하면서 실험에 사용하였다.

쌀가루의 이화학적 특성

적외선 수분측정기(MB45 moisture analyzer, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)를 사용하여 쌀가루의 수분 함량을 측정하였다. 색도는 직경 3 cm, 높이 1 cm의 용기에 담아 색차계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다. 아밀로오스 함량은 비색법에 의하여 정량하여 620 nm에서 흡광도(spectrophotometer, Model V-650, Jasco, Tokyo, Japan)를 측정하였다(17). 요오드 흡수율은 측정값이 높을수록 전분손상도가 크다는 것을 의미하며, 손상전분측정기(SD Matic, Chopin Technologies, Villeneuve la Garenne, France)를 이용하여 요오드 흡수율(absorption of the iodine, AI%)을 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값으로 표시하였다. Particle size analyzer(CILAS 1190, CILAS, Orleans, France)를 이용하여 쌀가루를 증류수에 분산시키면서 평균 입도를 측정하였다. 수분결합능력(water binding capacity, WBC)은 Lee와 Shin(18)의 방법을 변형하여 측정하였다. 호화점도 특성은 신속점도계(RVA Super-4, Newport Scientific, Sydney, Australia)를 이용하여 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. 초기 1분 동안은 50°C로 가열 후 95°C까지 상승시키고 2.5분 동안 유지한 다음 50°C까지 냉각하여 2분 동안 유지하면서 점도를 측정하였다.

조리관능 특성

즉석 쌀국수의 조리 특성은 Yang과 Kim(2)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉석 쌀국수 20 g을 끓는 물에서 복원 후 탈수하여 조리한 다음 중량을 측정하였다. 수분흡수율은 조리 전 국수 중량에 대한 조리 전후의 국수 중량 차의 백분율로 나타내었다(19). 부피는 탈수한 즉석 쌀국수를 담가 증가하는 물의 부피로 측정하였다. 조리수의 탁도는 spectrophotometer(V-650, Jasco)를 이용하여 쌀국수를 익혀낸 물을 실온에서 냉각한 후 675 nm에서 흡광도를 측정하였다. 조리손실률은 쌀국수의 중량에 대한 용출 고형분의 백분율로부터 구하였다(2).

미세구조 관찰

미세구조는 주사전자현미경(S2380, Hitachi, Tokyo, Japan)을 사용하여 검경하였다. 각각의 쌀국수는 -70°C에서 동결건조 한 것을 gold-palladium으로 ion sputter (C1010 Hitachi)를 이용하여 도금한 후, 표면과 절단면의 미세구조를 각각 500배, 1,000배의 배율로 관찰하였다.

조직감 측정

Texture analyzer(TA-XT-2, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 texture profile analysis(TPA) test로 즉석 쌀국수의 조직감을 측정하였다. 먼저 조리한 국수 가닥을 15 mm 길이로 세절하여 네 가닥을 평행하게 배열시킨 후, 수분증발을 방지하면서 15분 이내에 측정을 완료하였다. 국수가닥을 plate에 올려놓고 직경 25 mm cylinder probe를 이용하여 strain 75%로 압착 실험하였으며, 측정조건은 pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 0.5 mm/s, post-test speed 0.5 mm/s로 10회 반복하여 평균값을 구하였다.

관능평가

정량적 묘사분석과 기호도 평가로 분류하여 즉석 쌀국수의 관능평가를 실시하였다. 묘사분석은 단국대학교 식품영

양학과 학부생 8명을 대상으로 평가방법을 인지하도록 세부 항목에 대한 용어설명을 충분히 훈련한 후 실시하였다. 평가 항목은 색(color), 냄새(odor), 맛(taste), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness) 등을 9점 척도법으로 평가하도록 하였다. 기호도 평가는 단국대학교 식품영양학과 대학원생 20명, 한국식품연구원 20대 직장인 10명을 대상으로 실시하였으며, 전반적 기호도(overall acceptability), 색, 냄새, 맛, 경도, 탄력성에 관하여 9점 척도법으로 실시하였다.

통계처리

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

결과 및 고찰

쌀가루의 특성

쌀국수 제조를 위해 사용된 쌀가루의 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 쌀가루의 수분 함량은 13.67~14.65%였으며, 모든 시료 간에 차이를 나타내었다. 아밀로오스 함량은 20.29~24.44%로 이는 빵, 국수 제조에 쌀가루의 아밀로오스 함량이 22% 이상이어야 한다고 보고한 Han 등(20)의 연구와 유사하여 쌀국수를 제조하는 가공용으로 사용하기에 적합한 아밀로오스 함량이었다. 수분결합능력은 쌀가루에 함유된 전분의 비결정형 부분으로 침투되거나 표면으로 흡착되는 수분의 양과 비례한다(21). 또한 가루 입자의 표면적과 관련되어 조리 특성을 설명하므로 가공적성에 관련된다(22,23). 쌀가루 시료 중 일반미 쌀가루 CRF와 저장 쌀가루 SRF의 수분결합능력은 유의적인 차이가 없었으며, CRF와 SRF를 혼합한 CSRF의 수분결합능력은 CRF, SRF보다 높은 값을 보였다. 쌀가루의 수분결합능력이 크면 쌀가루 입자 내에 물을 많이 흡수하여 가열과정에서 열전달을 도와줄 수 있다고 보고되었다(24). 따라서 SRF와 CRF를 혼합하여 제조한 쌀국수는 가공적성 및 조리 중 품질 즉, 반죽형성 과정에서 수분결합력이 높아 쌀국수의 조리 후 부피가 비교적 크며, 경도, 씹힘성과 같은 조직감 특성이 낮아 SRF 또는 CRF 쌀가루만으로 제조한 쌀국수와 비교하여 차이를 나타내는 것으로 사료된다. 쌀가루의 평균 입도는 20.89~22.47 μm였으며, SRF가 유의적으로 가장 높았고 CSRF, CRF 순으로 높게 나타났다. CSRF는 SRF와 CRF의 혼합으로 SRF보다 평균 입도가 낮은 것으로 여겨진다. 쌀가루 중의 손상된 전분 입자는 손상되지 않은 전분 입자보다 요오드 흡수가 빠르기 때문에 요오드 흡수율은 손상전분에 비례한다고 보고되었다(25). 요오드 흡수율은 CRF가 91.82%로 유의적으로 가장 높았으며, SRF와 CSRF는 CRF보다 유의적으로 낮았다. 손상전분 함량은 CRF가 유의적으로 가장 높았으며, SRF와 CSRF의 손상전분 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 전분의 손상 정도는 전분 구조, 수분 함량, 제분기 형태 및 속도 등에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(26), SRF는 수확 후 쌀의 저장 과정에서 수분 함량 및 전분 구조 등의 변화로 인해 CRF의 손상전분과 차이를 나타내는 것으로 생각되었다. 또한 Kum과 Lee(27)는 쌀 제분 시 입자크기가 미세할수록 전분손상도가 높아진다고 보고하여 CRF의 입자크기가 손상전분의 증가에 기인한 것으로 여겨진다. Chiang과 Yeh(28)는 전분 손상 정도와 수분흡수력이 양의 상관관계(R^2=0.93)가 있다고 보고하였으며, 이는 쌀가루의 손상전분 함량이 수분흡수력에 영향을 미쳐 반죽형성 및 쌀국수의 최종 조리품질에 영향을 미치는 것으로 여겨진다.

쌀가루의 색도

쌀가루의 색도 측정 결과(Table 1) 명도(L)는 모든 시료에서 유의적인 차이가 없었다. 황색도를 나타내는 b값은 SRF가 유의적으로 가장 높았으며, CSRF, CRF 순으로 높게 나타났다. 이는 쌀을 저장하면 저장기간 동안 지방의 산패와 갈변반응 등으로 인하여 색이 변질된다고 보고한 Zhou 등(29)의 연구 결과와 유사하였다. CSRF의 b값은 SRF와

Table 1. Physicochemical properties of different stored rice flour

Rice flour[1)]		CRF	SRF	CSRF
Moisture (%)		13.67±0.46[b2)]	14.65±0.36[a]	14.31±0.34[ab]
Amylose (%)		22.12±1.44[ab]	24.44±1.04[a]	20.29±1.46[b]
Water binding capacity (%)		183.67±6.03[b]	169.00±8.54[b]	221.00±19.00[a]
Particle size (μm)		20.89±0.15[c]	22.47±0.11[a]	22.13±0.17[b]
Absorption of iodine (%)		91.82±0.53[a]	90.84±0.23[b]	90.80±0.42[b]
Damaged starch (%)		3.47±0.31[a]	2.93±0.12[b]	2.91±0.22[b]
Color value	L	93.18±0.02[a]	92.94±0.53[a]	93.00±0.02[a]
	a	-0.08±0.01[a]	-0.21±0.01[b]	-0.29±0.02[c]
	b	2.98±0.01[c]	3.48±0.10[a]	3.30±0.01[b]

[1)]CRF, common rice flour 100%, harvested in 2012, data of the CRF physicochemical properties were obtained from the previous report by Choi et al. (16) for comparative study of instant rice noodles using broken rice flour; SRF, stored rice flour 100%, harvested in 2008; CSRF, common rice flour 50%+stored rice flour 50%.
[2)]Means with each row followed by different letters are significantly different (Duncan's multiple range test, P<0.05).

CRF의 혼합으로 SRF보다 감소한 것으로 여겨지며, CRF는 b값이 가장 낮아 수확 후 저장한 쌀보다 황색도가 낮은 것을 확인할 수 있었다.

RVA 호화점도 특성

호화 특성은 쌀을 포함하는 전분 식품의 가공 특성을 평가하는 중요한 지표로 활용된다(30). RVA로 측정한 쌀가루의 호화점도 측정 결과(Table 2) 호화개시온도(PT)는 SRF와 CSRF가 유의적으로 가장 높았으며, CRF가 86.82°C로 유의적으로 가장 낮았다. PT 이상으로 온도가 상승하면 전분 입자는 부풀기 시작하며, 점도가 상승하기 시작한다고 알려져 있다(31). 이로부터 SRF는 다른 쌀가루에 비하여 PT가 상승하여 호화가 지연되는 것을 확인할 수 있었으며, CRF는 같은 온도에서 호화되기 쉬울 것으로 사료된다. 최고점도(PV)는 SRF가 CRF보다 유의적으로 높았고, CSRF는 CRF와 유의적인 차이가 없었다. 이는 장기 저장된 쌀의 품질 특성에 관한 연구에서 국내산 정부미의 호화점도가 높고, 수입산 정부미의 호화점도가 가장 낮다고 발표한 Han과 Koh(5)의 보고와 유사하였다. 최저점도(HPV)는 고온으로 가열이 계속될 때 전분 입자가 붕괴되어 감소하는 점도로(32), SRF가 유의적으로 가장 높고, CSRF, CRF 순으로 높게 나타났다. Han 등(20)은 HPV가 아밀로오스 용출율 및 용출 아밀로오스와 잔존 입자 간의 경쟁 등에 의해 영향을 받는다고 보고하였다. 최종점도(FV)는 가열이 중지되고 cooling이 되는 단계에서 발생하는 점도로, 이때 아밀로오스와 같은 전분 분자들이 다시 재결합하여 점도가 증가한다(31). FV는 SRF가 CRF보다 높았으며, 이는 쌀가루의 아밀로오스 함량이 높아 재결합할 수 있는 전분 분자의 증가로 인해 점도가 증가한 것으로 추측되었다. PV와 HPV의 차이로 가공 중의 안정도를 나타내는 breakdown(BD)은 CRF가 유의적으로 가장 높았으며, SRF와 CSRF는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 쌀의 저장기간에 따른 쌀가루의 호화 특성에 관한 연구에서(9) 쌀의 저장 중에는 전분의 구조가 점점 규칙적으로 배열되어 호화전분의 breakdown이 감소한다고 보고한 연구 결과와 유사하였다. 노화 정도를 반영하는 setback(SB)은 SRF가 유의적으로 가장 높은 특성을 보였으며 CSRF, CRF 순으로 높게 나타나 SRF의 노화가 빠르게 진행되는 것으로 예측되었다. CSRF는 SRF와 CRF의 혼합으로 인해 SRF보다 SB가 감소하는 것으로 생각된다. SB가 감소하면 전분의 노화가 지연되어 조리면이 굳어지는 현상을 경감시킬 수 있다고 보고된 바 있으며(19), 이에 따라 SRF 및 SRF와 CRF를 1:1 비율로 혼합한 CSRF를 이용한 쌀국수는 CRF만으로 제조한 쌀국수와 비교하여 조리면의 노화가 빠르게 진행됨을 예측할 수 있다.

쌀국수의 조리 특성

즉석 쌀국수의 조리 후 중량, 수분흡수율, 부피, 조리손실률, 조리수의 탁도는 Table 3과 같다. 조리손실률과 조리 후 중량 및 부피 증가는 국수의 조리품질을 나타내는 주요 인자이다(2). 조리 후 중량은 저장 쌀가루로 제조한 쌀국수 SRN이 30.05 g으로 가장 높았으나, 일반미 쌀가루로 제조한 쌀국수 CON과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 저장 쌀가루와 일반미 쌀가루를 혼합하여 제조한 쌀국수 CSRN은 조리 후 수분흡수로 인한 중량 증가가 CON, SRN보다 낮아 면의 조직감에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 즉석 쌀국수의 조리 후 수분흡수율은 제품의 복원력에 영향을 미치는데(33), 수분흡수가 적으면 국수의 조직감이 단단하고 거칠어지며 수분흡수가 지나칠 경우에는 부드러워지고 탄력성이 감소되어 국수의 질감을 저하시킨다고 보고되었다(34,35). 수분흡수율은 CSRN이 유의적으로 낮아 CON과

Table 2. RVA pasting properties of different stored rice flour

Rice flour[1)]	PT[2)] (°C)	Viscosity (RVU)				
		PV	HPV	FV	Breakdown	Setback
CRF	86.82±0.46[b3)]	142.14±2.73[b]	106.61±2.27[c]	197.17±2.65[c]	35.53±0.63[a]	90.56±0.47[c]
SRF	88.12±0.03[a]	155.14±2.55[a]	125.17±1.46[a]	247.31±3.80[a]	29.97±1.68[b]	122.14±2.64[a]
CSRF	88.03±0.03[a]	145.58±0.87[b]	113.81±2.58[b]	219.92±0.84[b]	31.78±1.87[b]	106.11±2.17[b]

[1)]Samples are the same as Table 1.
[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 letters are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

Table 3. Cooking qualities of instant rice noodles manufactured with different stored rice

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]	26.33±1.15[a]	5.75±0.13[b]	2.26±0.04[b]
SRN	30.05±0.33[a]	45.02±1.25[a]	27.00±1.73[a]	5.98±0.17[ab]	2.23±0.00[b]
CSRN	27.17±0.36[b]	34.10±2.20[b]	24.67±0.58[a]	6.33±0.30[a]	3.01±0.00[a]

[1)]CON, rice noodles with common rice flour, data of the CON cooking qualities were obtained from the previous report by Choi et al. (16) for comparative study of instant rice noodles using broken rice flour; SRN, rice noodles with stored rice flour; CSRN, rice noodles with mixed (common rice flour+stored rice flour) rice flour.
[2)]Means with each column followed by different letters are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

SRN보다 조리 중 수분흡수가 느렸다. 이는 혼합 쌀가루 CSRF의 수분흡수능력이 CRF나 SRF보다 높아 쌀국수의 조리 중 수분흡수 정도가 높을 것이라는 추측과 반대되었다. 조리 후 부피는 수확 후 저장한 쌀을 이용한 SRN, CSRN이 CON보다 높았으며, Juliano(36)는 수확 후 저장한 쌀이 조리과정 중에 수분흡수 및 부피 팽창이 크다고 하여 쌀가루의 수분흡수에 따른 팽윤의 정도가 조리 중 쌀국수의 부피에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 조리손실률은 쌀국수 시료간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 조리수의 탁도에서 CSRN은 유의적으로 가장 높은 탁도를 나타내었다. 이는 CSRN의 경우 수분흡수에 따른 조리 후 중량이 낮아 조리수로의 용출 고형분의 증가에서 기인한 것으로 사료되며, CRF와 SRF의 혼합 첨가로 인해 전분결합이 증가하여 용출되는 전분의 양이 증가한 것으로 사료된다. 따라서 일반미 쌀가루로 제조한 쌀국수와 비교하여 수확 후 저장한 쌀을 이용하여 국수를 제조할 경우 조리 후 부피 변화가 증가하였으며, 일반미와 저장 쌀가루를 혼합하여 쌀국수를 제조할 경우 탁도와 같은 조리품질이 저하되므로 일반미 쌀가루의 첨가량을 조절하여 쌀국수를 제조하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

기계적 조직감

즉석 쌀국수의 조직감 측정 결과는 Table 4와 같다. 조리한 국수의 조직감은 국수제품에 대한 소비자 수용도를 결정하는 가장 중요한 특성이다(37). 경도는 CON이 가장 높았으며, CSRN은 CON, SRN보다 유의적으로 낮아 CRF와 SRF의 혼합 첨가로 인해 국수 표면의 견고성이 감소하였다. 부착성은 저장한 쌀만으로 제조한 SRN이 CON보다 낮았으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 수확 후 저장한 쌀과 일반미를 혼합하여 제조한 CSRN의 부착성은 SRN보다 유의적으로 낮았다. Hormdok과 Noomhorm(34)은 저장한 쌀가루로 제조한 쌀국수의 조직감은 저장하지 않은 쌀가루로 제조한 쌀국수에 비해 부착성이 낮아 상업적인 국수 제조에 더 적합하다고 보고하였으며, 본 연구에서 CSRN은 CRF와 SRF의 혼합이 부착성에 영향을 미친 것으로 여겨진다. 탄력성은 SRN이 CON보다 유의적으로 낮았고, CSRN은 CON과 유의적인 차이가 없었다. 씹힘성은 CON이 유의적으로 높아 상대적으로 끈기가 있는 조직감을 갖는 것으로 여겨졌으며, CSRN은 CON, SRN보다 씹힘성이 낮았다. 이상으로부터 CON은 경도, 부착성, 탄력성 및 씹힘성이 유의적으로 높아 떡과 같이 단단하고 쫄깃거리는 쌀국수 식감을 가지는 것으로 판단된다. SRN은 CON보다 탄력성이 낮았으며, 혼합 쌀가루로 제조한 CSRN은 CON보다 경도, 부착성 및 씹힘성이 낮았으나 탄력성이 유사한 조직감 특성을 나타내었다.

미세구조

즉석 쌀국수의 표면(A)과 단면(B)의 미세구조는 Fig. 1과

Table 4. Texture of cooked instant rice noodles manufactured with different stored rice

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]
SRN	3,810.07±429.71[a]	-457.95±133.83[b]	0.85±0.03[b]	0.65±0.02[a]	2,104.35±292.99[a]
CSRN	3,168.28±336.23[b]	-280.84±59.07[a]	0.88±0.02[a]	0.54±0.03[b]	1,649.79±365.35[b]

[1)]Samples are the same as Table 3.
[2)]Means with each column followed by different letters are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

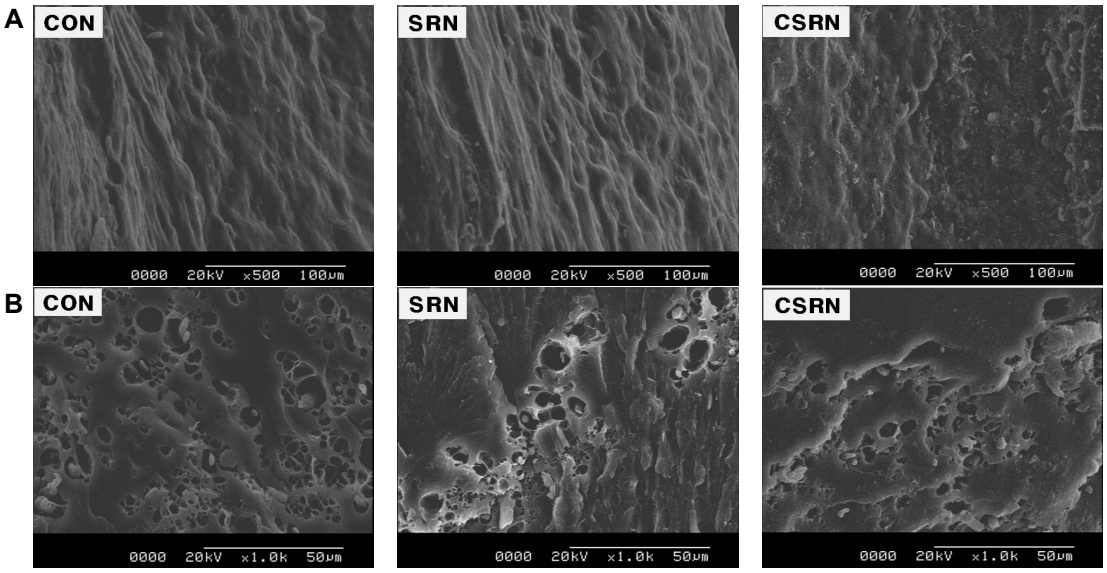

Fig. 1. Scanning electron micrographs of surface (A) and cross section (B) of instant rice noodles manufactured with different stored rice. Samples are the same as Table 3.

같다. CON의 표면 미세구조는 비교적 부드럽고 완만하게 덩어리진 형태를 띠었다. CRF와 SRF를 혼합하여 제조한 CSRN의 표면 미세구조는 CON과 유사한 형태를 띠지만, 울퉁불퉁한 표면에 쌀가루 알갱이들이 잔류해 있는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 구조는 표면에 잔류된 알갱이들이 조리 중 용출되어 조리손실률과 탁도를 증가시키는 것으로 사료되며, 조리 특성에서 탁도 측정 결과와 같은 경향이었다. CON의 단면은 SRN, CSRN보다 기공이 균일하게 분포되어 있는 형태를 띠었으며, SRN은 CON보다 기공이 불균일하게 흩어져 있고 단면이 거칠었다. 수확 후 저장한 쌀과 일반미를 혼합하여 제조한 CSRN은 저장한 쌀만으로 제조한 SRN보다 단면이 부드러우며 기공이 작아진 형태로 관찰되어, 이러한 구조는 쌀국수의 조리 중 수분흡수에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 이상으로부터 수확 후 저장한 쌀을 이용하여 즉석 쌀국수를 제조할 때 저장하지 않은 일반미 쌀가루의 첨가가 쌀국수 단면의 구조를 완만하게 하고 기공의 균일성을 향상시키는 것을 확인하였다.

관능 특성

조리한 즉석 쌀국수의 정량적 묘사분석 결과는 Table 5와 같다. 색은 모든 시료에서 유의차가 없어 수확 시기 원료쌀에 따른 외관 색의 차이를 나타내지 않았다. 냄새는 CON이 유의적으로 가장 높아 쌀 향이 높게 평가되었으며, CSRN의 냄새는 SRN보다 높아 수확 후 저장한 쌀만으로 제조한 쌀국수와 비교하여 쌀 향이 높은 것을 확인할 수 있었다. 맛은 CON이 5.75로 SRN보다 유의적으로 높아 쌀 맛이 높게 인지되는 것으로 평가되었다. CSRN은 SRN보다 쌀 맛이 높게 평가되어 수확 후 저장한 쌀만으로 제조한 쌀국수보다 일반미의 혼합으로 쌀 특유의 맛이 높아진 것을 확인하였다. 조리한 국수의 조직감에서 경도는 쌀국수 시료 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 부착성은 CSRN에서 유의적으로 가장 높게 나타나 CSRN의 부착성이 CON보다 낮은 기계적 조직감 결과와는 반대되었다. 이는 CSRN의 경우 일반미와 저장쌀의 혼합 제조로 인해 전분결합이 상승하여 쌀국수의 조리 중 전분용출의 증가가 끈적끈적한 식감을 유도하는 것으로 판단되었으며, 조리 특성에서 CSRN의 탁도가 가장 높은 결과와 일치하였다. 탄력성은 CON이 6.25로 유의적으로 가장 높았으며, 씹힘성은 CON이 5.88로 유의적으로 가장 높았다. 수확 후 저장한 쌀을 첨가한 즉석 쌀국수 SRN과 CSRN의 씹힘성은 CON보다 낮아 면발의 탄력과 끈기가 CON보다 낮은 것으로 평가되었다. Jang 등(38)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 결과가 잘 일치하지 않는 문제점을 가지고 있다고 하였으며, 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, SRN과 CSRN은 CON보다 탄력성이 낮게 나타났다. 따라서 일반미 쌀가루만으로 제조한 쌀국수와 비교하여 수확 후 저장한 쌀을 이용한 쌀국수에서 탄력성의 기호도가 낮은 것을 확인할 수 있었으며, 이는 기계적 조직감 및 묘사분석의 탄력성 측정 결과와 일치하였다. 전반적 기호도는 CON이 5.57로 유의적으로 가장 높았고, SRN, CSRN 순으로 전반적 기호도가 높았다. 국수는 삶는 동안 손실이 적어 단단한 조직을 유지하고 삶은 후 끈적이거나 쉽게 불지 않는 것이 바람직하다고 알려져 있으며(39), 본 연구에서 경도, 부착성, 탄력성 및 씹힘성과 같은 쌀국수의 조직감 특성이 최종 전반적 기호도에 영향을 미치는 것으로 사료되었다. 수확 후 저장한 쌀을 첨가한 SRN과 저장쌀과 일반미를 혼합하여 제조한 CSRN은 일반미 쌀가루만으로 제조한 CON과

Table 5. Quantitative descriptive analysis (QDA) of instant rice noodles manufactured with different stored rice

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[a]	4.06±1.39[a]	5.50±1.32[b]	4.94±1.61[a]	6.25±1.48[a]	5.88±1.36[a]
SRN	6.38±1.02[a]	4.63±1.86[b]	4.38±1.86[b]	4.56±1.15[a]	5.00±1.21[b]	4.88±1.26[a]	5.31±1.35[a]	5.06±1.34[ab]
CSRN	5.63±1.71[a]	5.25±1.89[ab]	5.31±1.89[ab]	3.56±1.59[a]	6.81±1.47[a]	5.81±2.01[a]	3.94±1.88[b]	4.19±1.56[b]

[1)]Samples are the same as Table 3.
[2)]Means with each column followed by different letters are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

Table 6. Sensory evaluation of instant rice noodles manufactured with different stored rice

Rice noodles[1)]	Color	Odor	Taste	Texture		Overall acceptability
				Hardness	Springiness	
CON	5.13±1.38[a2)]	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]
SRN	4.53±1.28[a]	5.57±1.07[a]	5.20±1.32[a]	4.83±1.42[a]	4.03±1.50[b]	4.77±1.52[ab]
CSRN	5.10±1.71[a]	5.60±1.50[a]	5.57±1.68[a]	5.47±1.98[a]	4.73±1.98[ab]	4.67±1.90[b]

[1)]Samples are the same as Table 3.
[2)]Means with each column followed by different letters are significantly different (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

비교하여 색, 맛, 냄새는 유사하였으나, 전분용출의 증가로 인한 탁도 증가, 탄력성 및 씹힘성 등 조직감의 감소로 전반적 기호도가 비교적 감소한 것으로 판단된다.

요 약

수확 후 장기간 저장되는 저장쌀의 쌀국수 분야로의 이용을 증대시키고 쌀국수 소재로서의 가능성을 평가하고자 일반미 쌀가루, 수확 후 저장한 쌀을 이용한 저장 쌀가루, 일반미와 저장 쌀가루를 혼합한 혼합 쌀가루의 이화학적 특성을 조사하고 이들 쌀가루를 60% 첨가한 즉석 쌀국수를 제조하였으며, 쌀국수의 조리품질과 관능적 품질 특성을 비교하였다. 원료 쌀가루의 수분결합능력은 저장 쌀가루와 일반미 혼합 쌀가루가 가장 높았으며, 호화점도에서 setback은 저장 쌀가루와 저장 쌀가루 및 일반미 혼합 쌀가루가 유의적으로 가장 높았다. 쌀국수의 조리 후 수분흡수율은 대조구로 사용한 일반미 쌀국수가 유의적으로 가장 높았으며, 수확 후 저장한 쌀을 이용한 쌀국수는 대조구보다 조리 후 부피가 증가하였다. 일반미와 수확 후 저장한 쌀을 혼합하여 제조한 쌀국수는 조리수의 탁도가 대조구보다 높게 나타났다. 기계적 조직감에서 저장쌀만으로 제조한 쌀국수와 저장쌀 및 일반미를 혼합하여 제조한 쌀국수는 대조구보다 경도, 부착성, 탄력성 및 씹힘성이 낮은 조직감 특성을 나타내었다. 관능평가에서 전반적 기호도는 일반미 쌀가루만으로 제조한 대조구가 5.57로 유의적으로 가장 높게 평가되었다. 이상의 결과로부터 수확 후 저장한 쌀을 이용한 쌀국수는 일반미 쌀가루를 첨가함으로써 품질 개선을 기대하였으나 관능 특성에서 큰 차이는 없었다. 따라서 수확 후 저장한 쌀을 이용하여 즉석 쌀국수를 제조할 때 조리품질 및 조직감 향상을 위하여 일반미 쌀가루의 혼합량을 조절하는 것이 수확 후 저장쌀을 이용한 쌀국수 제조에 바람직하다고 생각된다.

감사의 글

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

REFERENCES

1. Child NW. 2004. Production and utilization of rice. In *Rice Chemistry and Technology*. Champagne ET, ed. AACC, St. Paul, MN, USA. p 1-23.
2. Yang HS, Kim CS. 2010. Quality characteristics of rice noodles in Korean market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 737-744.
3. Kim MR. 2011. The status of Korea's rice industry and rice processing industry. *Food Industry and Nutrition* 16(1): 22-26.
4. Statistics Korea. 2013. Agricultural database 2012. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/7/10/index.board?bmode=read&aSeq=270147 (accessed Jan 2013).
5. Han HM, Koh BK. 2012. Quality characteristics of long-term stored rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1571-1576.
6. Moon GS, Kim MJ, Jin MH, Kim SY, Park SY, Ryu BM. 2010. Physicochemical and sensory properties of rice stored in an unused tunnel. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 220-228.
7. Han SH, Choi EJ, Oh MS. 2000. A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rices (Chuchung byeo). *Korean J Soc Food Sci* 16: 91-97.
8. Mok C, Lee SK. 1999. Cracking of rice caused by moisture migration during storage. *Korean J Food Sci Technol* 31: 164-170.
9. Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2003. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. *Food Res Int* 36: 625-634.
10. Kim MR, Hwang IK. 1987. The changes of sensory and instrumental characteristics for rice stored at different temperature. *Korean J Soc Food Sci* 3: 50-58.
11. Tsugita T, Ohta T, Kato H. 1983. Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions. *Agric Biol Chem* 47: 543-549.
12. Choi CO, Shim KH, Jeong HN, Choi OJ. 2013. The quality characteristics of *Jeung-pyun* using high yielding type rice and processing type rice. *Korean J Community Living Sci* 24: 221-231.
13. Kim TH. 2010. Rice processing industry and product status. *Food Preservation and Processing Industry* 9: 86-96.
14. Park JD, Lee MA. 2011. Vietnamese rice noodle industry. *Food Industry and Nutrition* 16(1): 27-32.
15. Park JD. 2013. Quality characteristics for instant rice noodle marketed in Korea. *Bulletin of Food Technology* 26: 125-131.
16. 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.
17. Choi OJ, Kim YD, Shim JH, Noh MH, Shim KH. 2012. Physicochemical properties of diverse rice species. *Korean J Food Preserv* 19: 532-538.
18. Lee MK, Shin MS. 2006. Characteristics of rice flours prepared by moisture-heat treatment. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 147-157.
19. Kim BK, Park JE, Zu G. 2011. Effects of semolina on quality characteristics of the rice noodles. *Food Eng Prog* 15: 56-63.
20. 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.
21. Lee NY. 2012. Starch and pasting characteristics of various rice flour collected from markets. *Korean J Food Preserv* 19: 257-262.
22. Kim WS, Shin M. 2007. The properties of rice flours prepared by dry- and wet-milling of soaked glutinous and normal grains. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 908-918.
23. Daniels MJ, Marks BP, Siebenmorgen TJ, Mcnew RW, Meullenet JF. 2007. Effects of long-grain rough rice storage history on end-use quality. *J Food Sci* 63: 832-840.
24. Choi SY, Shin M. 2009. Properties of rice flours prepared from domestic high amylose rices. *Korean J Food Sci Technol* 41: 16-20.
25. Medcalf DG, Gilles KA. 1965. Determination of starch damage by rate of iodine absorption. *Cereal Chem* 42: 546-557.
26. 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.
27. Kum JS, Lee HY. 1999. The effect of the varieties and particle size on the properties of rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1542-1548.
28. Chiang PY, Yeh AI. 2002. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35: 85-94.
29. Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. 2002. Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes. *J Cereal Sci* 35: 65-78.
30. Nunez-Santiago MC, Bello-Perez LA, Tecante A. 2004. Swelling-solubility characteristics, granule size distribution and rheological behavior of banana (*Musa paradisiaca*) starch. *Carbohydr Polym* 56: 65-75.
31. Newport Scientific Pty, Ltd. 2007. *Applications manual for the Rapid Visco TM Analyser*. Warriewood, Australia. p 58-59.
32. Song J, Kim JH, Kim DS, Lee CK, Youn JT, Kim SL, Su SJ. 2008. Physicochemical properties of starches in japonica rices of different amylose content. *Korean J Crop Sci* 53: 285-291.
33. Woo N, Chung HK, Kim JH, Lee TR. 2010. Development of rice noodles with lotus leaf. Fall Meeting of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Jeju, Korea. p 1014-1016.
34. Hormdok R, Noomhorm A. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT −Food Sci Technol* 40: 1723-1731.
35. Kim JG, Shim JY. 2006. Quality characteristics of wheat flour noodle added with onion powder. *Food Eng Prog* 10: 269-274.
36. Juliano BO. 2007. Processing. In *Rice Chemistry & Quality*. Philippine Rice Research Institute, Nueva Ecija, Philippines. p 145-161.
37. 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.
38. Jang EH, Lim 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.
39. Oh NH, Seib PA, Deyoe CW, Ward AB. 1985. Noodles Ⅱ. The surface firmness of cooked noodle from soft and hard wheat flours. *Cereal Chem* 62: 431-436.