

Hydrocolloids 혼합첨가 쌀면의 물리적, 관능적 특성연구

이한나¹, 장은희², 이진실³, 홍완수³, 김영식³, 한정아^{3*}

¹상명대학교 교육대학원 영양교육 전공, ²고려대학교 생명공학과, ³상명대학교 외식영양학과

Textural and sensory properties of rice noodle blended with of hydrocolloids

Hanna Lee¹, Eun-Hee Jang², Jin-Sil Lee³, Wan-Soo Hong³, Young-Shik Kim³ and Jung-Ah Han^{3*}

¹Major in Nutrition Education, Graduate School of Education, Sangmyung University

²Department of Biotechnology, Korea University

³Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University

Abstract

Using market-selling rice flour, four rice wet noodles were prepared with three hydrocolloids: wheat flour, hydroxypropyl methyl cellulose (HPMC), and potato starch at different levels based on pre-test, and the physical and sensory properties of the noodles were measured and compared. The rice noodle with hydrocolloids showed much higher peak and final viscosity than wheat flour noodle (control). Rice noodle also showed higher hardness, cohesiveness and springiness than control in textural properties, however, the noodle with the highest hydrocolloids (wheat flour 15%, HPMC 12.5%, potato starch 17.5%) showed lowest cohesiveness and springiness values among samples. By sensory evaluation, the rice noodle with 15% wheat flour, 8.5% HPMC, 17.5% potato starch showed the highest scores in appearance, taste, texture and acceptability. HPMC in noodles seemed to influence on the noodle quality than potato starch or wheat flour. For making rice noodle, adequate level of hydrocolloids could improve noodle quality such as viscoelasticity, however, excess addition made the noodle coarse.

Key words : rice noodle, HPMC, potato starch, springiness, overall acceptability

1. 서론

1980년대 이후 우리나라 국민의 밀가루 가공식품 소비가 증가하면서 밥의 형태로 이용되는 쌀 소비량이 줄어 쌀 수급은 공급과잉의 상태를 가져왔다. 주식으로 사용되어 온 쌀은 생산량이 전반적으로 꾸준히 증가하였지만 점차 식생활이 서구화되면서, 1인당 하루 2공기 정도의 쌀만을 소비하는 것으로 보고되었다(Statistics Korea 2007). 따라서 밥의 형태로의

쌀소비는 한계에 도달하였으므로 가공제품으로의 소비확대 필요성이 강조되면서 최근 가공소재용 쌀생산과 이를 이용한 제품개발이 활성화되고 있다. 밥 이외의 제품에 쌀을 이용하고자 쌀을 가루형태로 제분하여 판매하는 쌀가루 시장은 점차 성장하여 여러 제조업체에서 건식, 습식, 또는 반건식으로 제조한 쌀가루를 생산하고 있고, 여러 용도별 쌀가루 믹스로 판매를 하고 있지만 아직 활성화 되어있지는 않다. (Kim BK 등 2011). 또한 이러한 시판쌀가루를 이용한 제품개발은 주로 떡류 (Han SK와 Rho JO 2009, Lee MH 등 2011)에 집중되어 있으며 기타 식품으로는 튀김가루(Lee SJ 2001), 국수 (Kim BK 등 2011) 등이 있다.

국수는 밀가루에 소금과 물을 혼합하여 반죽하고 면대를 형성시킨 다음 일정한 크기로 절단하여 만든 식품으로(Kim MY 등 2008), 밀 글루텐의 독특한 성질에 의해 만들어지는 대표적인 밀 가공식품 중의 하나이다. 국수의 주 원료인 밀 가루에는 글루텐 단백질이 적절하게 함유되어 있어 망상구조

*Corresponding author: Jung-Ah Han, Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University, Seoul 110-743, Korea
Tel: +82-2-2287-5357, 82-2-10-4470-9152
Fax: 82-2-2287-0104
E-mail: vividew@smu.ac.kr

를 통해 반죽의 점탄성과 조직감에 영향을 준다 (Jung BM 등 2009). 그러나 최근 문제가 되고 있는 셀리아병 (Celiac disease)은 공장(jejuna) 점막의 위축을 초래하는 다중증상의 자가면역질환으로 밀, 보리, 호밀 등에 존재하는 prolamin에 노출될 경우 발생할 수 있으며 철, 칼슘, 엽산 그리고 비타민 A, D와 같은 영양소의 흡수를 저해하는 것으로 알려져 있다 (Gallagher E 등 2004). 따라서 셀리아병 환자들처럼 글루텐에 민감한 사람들을 위해서 쌀을 이용한 gluten-free 제품에 대한 관심이 높아지면서 다양한 식품에서 밀가루대신 쌀가루를 첨가하여 제조하고자 하는 연구가 시도되어왔다. 쌀가루는 밀가루보다 제분 방법이 상대적으로 쉬우며(Kim TH 2010), 쌀단백질은 prolamin함량이 매우 낮은 저자극 (hypoallergenic) 소재이므로 여기에 물성을 개선시킬 적절한 부재료를 혼합할 경우 활용성이 높은 밀가루의 대체자원인 이상적인 gluten-free제품이 만들어질 수 있다(Rosell CM과 Marco C 2008). 쌀가루에 첨가되는 부재료로는 검류나 HPMC, 또는 달걀흰자나 콩단백질 등이 보고된 바 있다(Arendt EK와 Bello FD 2008, Gallagher E 등 2003).

Hydrocolloid란 수용액 상에서 gel형성 능력을 가지고 있는 물질로 수분결합력을 증가시키는 것으로 알려져 있으며 가스 보유력을 증가시키고 빵의 경우에는 부피팽창에도 효과적인 것으로 알려져 있다(Arendt EK와 Bello FD 2008, Gallagher E 등 2003). Hydrocolloids의 일종인 전분은 면의 단단함을 증가시켜 면의 독특한 질감을 주는 데에 효과적이라는 연구결과가 보고된 바 있다(Batey IL 등 1997). 전분은 호화 속도가 빠르고 점도를 높게 유지할 수 있으므로 면에 첨가되는 경우 조직감을 향상시키며 제면적성을 높일 수 있는데(Crosbie GB 등 1999), 제면에 주로 사용되는 전분으로는 감자 전분, 쌀전분, 옥수수 전분, 타피오카 전분 등이 있다(Kubomura K 1998). Hydroxypropyl methyl cellulose (HPMC)는 열에 가역적인 겔화특성이 있으며(BeMiller JN 2008), 형태가 잘 유지되는 특징이 있어 쌀가루에 첨가할 경우 쌀면의 제면적성을 향상시키는 데 유효한 소재로 알려져 있다(Hou GQ 2001).

본 연구에서는 최근 급속히 팽창한 쌀가루 시장에서 쌀가루의 활용도를 높여 쌀의 공급과잉문제를 해결하기 위해 시판 쌀가루를 기본으로 여기에 밀가루, HPMC, 감자전분 등의 hydrocolloids를 혼합 첨가하여 국수를 제조한 후 밀가루만으로 제조한 일반 생면과 특성을 비교하였다. 먼저 예비실험을 통해 면 형성에 적절한 네 종류의 배합비율을 선정하여 생면을 제조한 후 생면의 조직감 및 관능적 특성을 분석하고 이들의 상관관계를 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

쌀가루는 경기도 포천에서 2011년에 수확한 쌀로 제조한 제품(주)인그린, 가루나라)을 구입하였고, 그 외 중력분 밀가루 (1등급, CJ제일제당), 소금(주)청보그린, 백곰표),

HPMC(CN40H, sample viscosity 3,890 cps, substitution Methoxyl Content 23.0%, Hydroxypropyl Content 8.9%, 삼성정밀화학), 그리고 감자전분(감자전분 100%, 양구 농수산 영농조합 법인)을 사용하였다.

2. 생면의 제조

예비실험을 통해 세 종류의 hydrocolloids, 즉 밀가루 (10, 17.5%), HPMC (4.5, 8.5, 12.5%), 감자전분 (10, 17.5%)의 첨가수준을 달리하여 Table 1과 같이 100 g의 쌀가루에 배합하고 각 시료에 2%의 소금을 첨가한 뒤 혼합한 가루를 체에 내리고 나서 가루재료의 62% 수준의 물을 첨가하여 반죽기(Kitchenaid, KSM5)를 이용하여 실온에서 15분 반죽하였다. 반죽이 끝난 후, 비닐백에 넣어 1시간 냉장고에서 휴지시킨 후 체면기(BE-6200, 벨엘산업, Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 dough sheet을 형성하고 나서 roll간격을 맞추어 국수를 제조하였다. 밀가루와 소금만으로 제조한 생면을 대조군으로 하여 제조한 생면과의 특성을 비교하였다.

Table 1. Mixing ratio of hydrocolloids for the preparation of rice noodle based on rice flour (%)

Materials	Sample		
	Wheat flour	HPMC	potato starch
LLL	10	4.5	10
LHL	10	12.5	10
HMH	15	8.5	17.5
HHH	15	12.5	17.5

L means Low, M means Medium, and H means High addition level, respectively For addition level of each hydrocolloid, Whet flour: L-10, H-15%; HPMC: L-4.5, M-8.5, H-12.5%; Potato starch: L- 10, H -17.5 respectively.

3. 생면가루재료의 호화특성 분석

생면 가루재료의 호화특성은 7% 현탁액을 만든 뒤 Rapid Visco Analyser (RVA 3D, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 측정하였으며 측정방법으로는 50 °C에서 1분간 유지 후, 95 °C까지 1분당 9 °C의 속도로 가열 후, 95 °C 도에서 5분간 유지하였다. 이 후, 50 °C까지 1분당 9도의 속도로 냉각한 후 50 °C에서 2분간 유지하면서 측정하였다.

4. 생면의 조직감 및 노화도 측정

제조한 생면 50 g을 끓는 물 1200 mL에 넣고 3분간 조리한 후 찬물에 행구고 3분간 물을 뺀 다음, 표면의 물기를 제거하였다. 조리된 면의 조직감은Textural analyzer(TX-XT2, Stable Micro Systems, Surrey, UK)의 Compression mode를 이용하여 측정하였다. 생면 한 가닥을 길이 5 cm로 자른 후,

plate위에 올려놓고 20 mm cylinder probe를 사용하여 strain 50%, 1.0 min/s test speed조건에서 5회 반복 측정된 후 평균 값을 구하였다. 조리한 면을 랩으로 덮은 후, 실온에서 60분 방치하고 같은 조건에서 조직감을 측정하여 노화정도를 비교하였다.

5. 관능검사

제조한 생면 50 g을 끓는 물 1200 mL에 넣고 3분간 조리한 후 찬물에 행구고 3분간 물을 뺀 다음 조리한 면을 대학생 30명에게 제공하고, 국수의 전체적인 선호도, 외관, 향, 맛, 조직감에 대해 관능검사를 시행하였다. 기호도는 매우 싫다(1점) 에서 매우 좋다(7점)까지, 특성강도는 매우 약하다(1점)에서 매우 강하다(7점)까지 각 7점 척도법으로 평가하였다.

6. 통계분석

소비자 검사를 제외한 모든 실험은 3반복을 실시하였다. 대조군을 포함, 총 5종류 생면 샘플의 차이를 알아보기 위해 분산분석(ANOVA)을 한 후 시료간에 유의한 차이가 있을 경우, SNK(Student Newman Keuls) 다중비교에 의한 샘플 간의 평균 비교를 통계 패키지인 SAS (Statistical Analysis System)를 사용하여 실시하였다. 5 종류 생면의 전반적인 기호도와 물리적 특성간에 관계를 분석하기 위해서 SAS를 이용한 상관분석과 Unscrambler (Version 9.1, Camo, AS, Norway)를 이용한 Partial Least Square (PLS) 회귀분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 가루재료의 호화특성

Hydrocolloids 첨가수준을 달리한 쌀가루의 호화특성은 Table 2와 같다. 호화온도에서, 대조군인 밀가루는 89.6 °C로 가장 높은 호화개시온도를 보였으며, 전반적으로 hydrocolloids가 첨가된 시료가 대조군보다 낮은 호화온도를 보였다. 세 종류의 Hydrocolloid가 가장 높은 수준으로 첨가된 HHH군은 대조군과 유사한 호화온도를 보였으며 세 종류의 hydrocolloids가 모두 낮은 수준으로 첨가된 LLL에서 가장 낮은 호화온도를 보였다. 그러나 Cristina F와 Noemi EZ (2000)는 starch-sucrose-water system에서 hydrocolloids의 일종인 검류가 첨가되면 검류의 증점 효과로 호화개시온도가 상승하면서 호화를 지연시킨다고 보고한 바 있다. 이상의 결과로, 첨가되는 hydrocolloids의 종류 및 첨가수준에 따라 대상 식품의 호화특성이 달라짐을 알 수 있다.

전분에 물과 열을 가하면 결정형 분자의 수소결합이 파괴되면서 전분입자의 수화와 팽윤이 일어나고, 직선상의 아밀로오스가 먼저 용출되면서 점차 점도가 상승되는데, 전분에 Arabic gum과 같은 hydrocolloid를 첨가하면 점도상승은 더욱 가속화된다는 보고가 있다(Cho H 등 2008). 본 연구에서 시

료의 최고점도와 최종점도는 대조군인 밀가루에 비해 실험군에서 모두 유의적으로 높은 값을 보였다. 쌀가루에 첨가한 부재료의 영향을 보기 위해 wheat flour와 감자전분의 첨가수준은 같고 HPMC의 첨가수준이 다른 LLL과 LHL(4.5% vs. 12.5%), HMH와 HHH(8.5% vs. 12.5%)을 비교해보면, HPMC의 첨가수준이 높은 LHL과 HHH의 최고점도는 HPMC첨가수준이 낮거나 중간수준인 LLL, HMH보다 낮게 측정되었으나 최종점도나 setback은 유의적으로 크게 나타나, HPMC는 최고점도보다 최종점도에 더 큰 영향을 주는 것으로 보인다. LHL와 HHH를 비교해 보면 최종점도와 setback 에서 HHH가 LHL보다 유의적으로 높은 점도를 보여 HPMC수준이 같은 경우에는 밀가루나 감자전분이 최종점도에 긍정적 영향을 주는 것으로 보인다. Rojas JA 등(1999)의 논문에서도 일정량 이상의 HPMC의 첨가는 최고점도를 감소시킨다고 하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 면을 만들기 위한 가루재료의 호화과정 중, 팽윤이 적은 경우는 수분보유능력이 낮음을 의미하며 결과 단단하고 거친 면이 된다는 보고와(Jin M 등1994), 아밀로그래프 상에서 최고점도가 높은 경우 식미에 긍정적 영향을 준다는 연구결과(Kim HK와 Kim SK 1985, Oda M 등 1980) 등을 참고할 때, 적정수준의 HPMC의 첨가는 쌀면의 식감을 향상시키는 데 효과적인 부재료라고 볼 수 있다. 본 연구에서 점도에 긍정적 영향을 미치는 HPMC의 첨가수준은 4.5 또는 8.5% 이며 그 이상 첨가되는 경우에는 오히려 최고점도를 낮추므로 식감을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

LLL과 LHL 그리고 HMH와 HHH를 비교해보면, HPMC의 첨가수준이 높을수록 최종점도는 증가하는 것으로 나타났으며 또한 가장 높은 최종점도를 보인 시료는 HPMC뿐 아니라 밀가루, 전분입자크기가 큰 감자전분 모두 가장 높은 수준으로 첨가된 시료로 두 hydrocolloids의 점도상승 효과 때문으로 볼 수 있다. 쉐형성능이나 노화경향을 나타내는 값인 setback의 경우 대조군보다 쌀가루에 hydrocolloids를 첨가한 면에서 모두 큰 값을 나타내었으며 그 값은 최고점도와 같은 경향을 보였다. 밀가루나 감자전분의 첨가량이 같을 때 HPMC의 첨가수준이 높을수록(LLL vs. LHL, HMH vs. HHH) setback값은 높게 나타나며, HPMC의 양이 최고수준으로 같을 경우 밀가루나 감자전분이 적은 시료에서(LHL vs. HHH) 최고점도는 더 높고 setback은 낮은 것으로 나타났다.

Table 2. Pasting properties of flour mixtures for rice noodles

	Pasting Temp. (°C)	Peak Viscosity (cP)	Breakdown (cP)	Final Viscosity (cP)	Setback (cP)
Con*	89.6 ^a	425.5 ^c	163.5 ^b	511.5 ^c	232.5 ^c
LLL	85.6 ^d	730.3 ^b	170.5 ^a	1469.0 ^d	909.5 ^d
LHL	87.6 ^c	621.0 ^c	105.5 ^d	1998.5 ^b	1483.0 ^b
HMH	88.4 ^{bc}	800.5 ^a	146.0 ^c	1886.5 ^c	1232.0 ^c
HHH	89.2 ^{ab}	560.0 ^d	69.0 ^e	2062.0 ^a	1571.0 ^d

*Con: wheat flour 100%.

2. 조리한 생면의 조직감 특성

제조한 생면의 조리 후의 조직감 특성은 Table 3에 나타나 있다. 경도는 대조군보다 모든 실험군에서 높게 나타났으며 특히 모든 hydrocolloids가 높은 수준으로 첨가된 HHH가 가장 큰 값을 나타내었다. 응집성은 경도와 반대로 HHH가 가장 낮은 값을 나타내었으며, HMH가 가장 높은 값을 보였고, 다른 시료간 유의적 차이는 없었다. 탄력성은 응집성과 마찬가지로 HMH가 가장 높은 값을 보였고 경도가 가장 높았던 HHH가 가장 낮은 값을 보였다. 나머지 시료는 대조군과 유사한 값을 보였다. 부착성은 모든 hydrocolloids가 가장 높은 수준으로 첨가된 HHH에서 가장 높은 값을 보였는데, 이는 조리 후 일부 hydrocolloids가 녹아나와 면의 표면에서 부착성을 증가시켰기 때문으로 설명할 수 있다. 씹힘성은 LHL과 HMH에서 가장 큰 값을 보였으며 LLL이 가장 작은 값을 보였다.

Batey IL 등(1997)은 글루텐 망상구조의 빈 공간을 채워 주는 정도가 변형력에 대한 저항성, 견고성(Hardness)과 비례관계가 있고, 견고성이 강화될수록 면의 품질이 증가한다고 하였으며, 견고성과 탄력성이 큰 경우 면의 품질특성이 좋아진다는 연구결과가 있다(Miskelly DM과 Moss HJ 1985, Shelke K 등1990, Chen Z 등 2002). 본 실험 결과 경도가 가장 큰 시료 (HHH)는 오히려 탄력성이 크게 떨어지고 부착성이 컸으며, 중간 수준의 HPMC첨가와 여기에 밀가루와 감자전분이 최고수준으로 첨가된 HMH는 적당한 경도 및 높은 탄력성과 씹힘성을 나타내어 바람직한 면의 특성을 보였다. 이는 높은 수준으로 첨가된 감자전분과 밀가루가 겔 상태가 되었을 때 서로 엉킨 것 같은 섬유상 구조를 갖게 됨으로써 밀가루와 전분간의 결합력이 더욱 강화되었기 때문으로 해석된다 (Jung SH 등 1991).

Table 3. Textural properties of cooked noodles with different hydrocolloids levels

		Hardness	Cohesive ness	Springi ness	Adhesive ness	Chewiness
Right after cooking	Con*	784.8 ^c	0.748 ^b	0.63 ^b	21.0 ^b	611 ^b
	LLL	1157.9 ^b	0.742 ^b	0.62 ^b	39.1 ^b	586 ^c
	LHL	1126.8 ^b	0.747 ^b	0.61 ^b	34.6 ^b	854 ^a
	HMH	1133.6 ^b	0.770 ^a	1.15 ^a	45.7 ^b	877 ^a
	HHH	1444.3 ^a	0.701 ^c	0.59 ^c	240.1 ^a	613 ^b
At 60 min after cooking	Con*	914.4 ^d	0.64 ^c	0.80 ^b	99.23 ^c	472.4 ^b
	LLL	1508.9 ^c	0.23 ^d	0.80 ^b	588.8 ^b	302.7 ^c
	LHL	1638.1 ^b	0.72 ^b	0.89 ^a	469.3 ^b	1026.6 ^a
	HMH	1499.9 ^c	0.78 ^a	0.88 ^a	459.9 ^b	1101.7 ^a
	HHH	1821.8 ^a	0.22 ^d	0.76 ^b	926.7 ^a	319.3 ^c

*Con: wheat flour 100%.

쌀가루에 첨가된 hydrocolloids중, HPMC는 반죽의 강도를 높이며 점탄성을 증가시키고(Gujarl HS와 Rosell CA 2004), 면의 견고성과 점착성에 영향을 줌으로써 탄력 있고 쫄깃함 식감을 나타낸다 (Kim HS 등 2011). 이는 hydroxyl group이 물과의 수소결합을 통해 더 큰 상호작용을 보여주기 때문인 것

으로 설명되고 있다 (Friend CP 등1993). 본 연구에서 밀가루와 감자전분, HPMC가 모두 낮은 수준으로 첨가된 LLL은 응집성, 탄력성, 부착성 등의 기계적 조직감이 밀가루 100%인 대조군과 유사한 특성을 나타내었으며, 밀가루와 감자전분의 첨가수준이 높고, HPMC가 중간수준 (8.5%)으로 첨가된 HMH는 경도와 탄력성이 대조군보다 유의적으로 증가한 것으로 평가되었다. 또한 모든 hydrocolloids가 가장 높은 수준으로 첨가된 HHH는 경도가 가장 높았으나 탄력성, 응집성이 가장 낮고, 부착성이 가장 높게 나타났다.

3. 조리한 생면의 노화도

면을 조리한 후 60분이 지나 조직감을 측정하여 노화도를 비교한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 60분 후 면의 기계적 조직감은 조리직후보다 응집성을 제외하고는 크게 증가하였으며 특히 경도와 부착성, 씹힘성이 크게 증가하였다. 경도는 조리직후와 마찬가지로 대조군이 가장 작은 값을 보였으며 조리 직후 경도가 가장 높았던 HHH군이 60분 후에도 가장 높은 경도를 보였다. 조리 후 시간이 지날수록 경도가 증가하는 것은 수분의 증발과 이에 따른 밀가루내의 전분사슬의 회합에서 기인한 노화 때문인 것으로 보인다(Han JA와 Han SM 2011). 대조군의 경도가 가장 낮았으며 다음이 HMH, LLL의 순이었다. 응집성은 LLL군과 HHH군에서 크게 감소하였으며 HMH군은 조리직후와 유사한 정도의 응집성을 유지하였다. 탄력성은 HMH군과 LHL등 HPMC가 높은 수준으로 첨가된 면에서 큰 값을 보였고, HHH시료는 조리직후보다는 증가했으나 LHL이나 HHH보다는 낮았다. 부착성 역시 대조군에서 가장 낮고 HHH군에서 가장 높게 나타났다. 씹힘성은 HMH와 LHL이 가장 높고, HHH와 LLL이 가장 낮았는데, 특히 hydrocolloids가 모두 낮은 수준으로 첨가된 LLL은 조리직후나 60분 후 씹힘성이 모든 시료들 중 가장 낮은 것으로 나타났다.

4. 관능검사

조리한 생면에 대한 관능검사 결과는 Table 4에 나타나 있다. 기계적 조직감 측정 시 응집성, 탄력성, 씹힘성이 가장 높았던 HMH시료가 관능검사의 전반적 기호도 항목에서 가장 높은 점수를 받았으며 LLL시료는 대조군과 유사한 전반적인 기호도를 보였다. 그 이외의 시료들은 전반적 기호도가 대조군보다 유의적으로 낮게 평가되었다. 외관의 경우 LLL을 제외하고는 나머지 실험군은 대조군보다 유의적으로 좋게 평가되었다. 냄새는 시료간 유의적 차이가 없었으며 맛의 특성에서는 LHL과 HHH가 다른 시료들보다 유의적으로 나쁘게 평가되었다. 관능적 조직감도 맛과 마찬가지로 LHL, HHH시료가 대조군보다 유의적으로 낮게 평가되었으며 나머지 시료는 대조군과 유사하다고 평가되었다. 면에 첨가한 hydrocolloids중, HPMC가 높은 수준(12.5%)으로 첨가되는 경우 전체적인 면의 특성에 부정적 영향을 주는 것으로 보여진다. 면의 특성강도 검사결과는 Table 5에 제시되어 있다. 경도는 HHH군에서 가

장 높게 측정되었으며 나머지 시료들은 유의적 차이가 없었다. 부착성과 씹힘성도 HHH시료가 가장 높은 강도를 갖는 것으로 평가되었으며 HMMH는 부착성, LLL은 씹힘성이 낮은 것으로 평가되었다. 탄력성은 대조군에서 가장 크고 LLL과 HMMH에서 가장 약하다고 평가되었다. 시료별 축축한 정도는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 4. Consumer acceptability of 5 types of cooked noodle sample^A

	Overall ^{***}	Appearance ^{***}	Odor	Taste ^{***}	Texture ^{***}
Con*	5.33 ^b	4.28 ^b	5.21	5.48 ^b	5.54 ^a
LLL	5.21 ^b	3.60 ^c	4.63	5.53 ^b	5.93 ^a
LHL	4.53 ^c	5.67 ^a	5.40	4.50 ^c	4.53 ^b
HMH	5.93 ^a	6.23 ^a	5.27	5.86 ^a	5.87 ^a
HHH	4.19 ^c	5.66 ^a	5.07	4.43 ^c	3.76 ^b

*Con: wheat flour 100%, Means in a column followed by different letters represent significant differences (P < 0.001).

Table 5. The intensities for sensory attributes of 5 types of cooked noodle samples

Samples	Hard-ness ^{***}	Adhesive-ness ^{***}	Chewi-ness ^{***}	Elasticity ^{***}	The degree of moisture
Con*	5.43 ^b	5.07 ^{bc}	5.53 ^b	6.41 ^a	5.52
LLL	5.13 ^b	5.23 ^{bc}	4.77 ^c	5.20 ^b	5.60
LHL	5.40 ^b	6.00 ^{ab}	6.00 ^b	5.67 ^{ab}	5.40
HMH	5.41 ^b	4.67 ^c	6.17 ^b	4.70 ^b	5.90
HHH	6.83 ^a	6.72 ^a	7.04 ^a	5.45 ^{ab}	5.45

*Con: wheat flour 100%. Means in a column followed by different letters represent significant differences (P < 0.001).

5. 썬면의 전반적인 기호도와 물리적 특성과의 상관관계

대조군을 포함, 총 다섯 종류 썬면의 전반적인 기호도와 물리적, 관능적 특성간의 상관관계는 Table 6과 같다. 전반적 기호도는 기계적 조직감 특성 중 응집성, 탄력성과 관계가 높았는데, 이 두 항목은 P(0.05수준에서 양의 상관관계(각각의 상관관계수 r=0.871, 0.823)를 나타내어 썬면의 응집성과 탄력성이 클수록 전반적 기호도가 높은 것으로 나타났다. 기계적 조직감 특성 중 부착성은 상관관계수 r = -0.647로 전반적인 기호도와 음(negative)의 상관관계를 나타내었다. 소비자 검사에서 전반적인 기호도와 맛, 조직감 항목간에는 각각 r = 0.970, r = 0.935으로 높은 상관(P(0.01)을 보였다. 관능특성 강도에서 부착성은 기계적 조직감 중의 부착성과 마찬가지로 전반적 기호도와 높은 음의 상관관계(r = -0.975, p(0.001)를 보여 부착성이 클수록 전반적 기호도는 감소하는 것으로 볼 수 있다.

Table 6. Correlation coefficient(r) between overall acceptability and physicochemical or sensory characteristics of noodle samples

	Variables	r
Physicochemical characteristics		
Pasting properties	final viscosity	-0.476
	setback	-0.549
	hardness	-0.530
	cohesiveness	0.871 [*]
	springiness	0.823 [*]
Textural analyzer	adhesiveness	-0.647
	chewiness	0.401
	Sensory characteristics	
Acceptability	appearance	-0.251
	odor	0.184
	taste	0.970 ^{**}
	texture	0.935 ^{**}
	sweetness	0.205
Sensory attributes of intensity	adhesiveness	-0.975 ^{***}
	hardness	-0.145
	chewiness	-0.423

부분최소평방회귀분석 모델 (Partial Least Square Regression (PLSR) analysis)를 이용한 PC 1 과 PC 2로부터 전반적인 기호도에 영향을 주는 다섯 시료의 물리적 특성의 위치를 Fig. 1 에 그리고 그 특성에 기반한 다섯 시료의 상대적 위치를 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 1에서 안쪽 타원과 바깥쪽 타원은 설명변수에 대해(x값들) 각각 50과 100%로 설명하므로 바깥 타원에 위치한 물리적 특성이 안쪽타원에 있는 물리적 특성 보다 더 영향력 있는 특성이 된다. 물리적 특성(x) 중 제1(PC 1) 주성분과 (그림상 x축) 제2 (PC 2) 주성분 (그림상 y축)은 각각 총 설명력의 73%, 12%를, 전반적인 기호도(Overall-A, y)는 PC 1 그리고 PC 2가 각각 41%, 36%로 설명한다. 전반적인 기호도(Overall-A)는 PC 1 과 PC 2 상에 양의 방향에 위치하며, 바깥쪽 타원형에 위치한 물리적 특성들 사이에서 조직감 분석기로 측정된 응집성(TCoh)과 탄력성(TSpr)은 PC 1에 양의 위치에 있는 반면 기계적 조직감에 의한 부착성(TAdh)과 경도(THard) 및 씹음성(TChe), 호화특성 중의 최종점도(FVis)와 setback 점도(SetVis)은 PC 1에 음에 방향으로 위치에 있다. 안쪽 타원에 있는 호화특성 중의 최고점도(PVis)와 호화온도(Past T)는 PC 1에 음의 방향으로 위치해 있다. 이 연구의 결과로 소비자들은 응집성과 탄력성의 조직감 특성을 가지는 썬면과 명도가 높은 썬면을 좋아하나 반면 부착성과 경도가 큰 조직감 특성을 보이는 썬면은 싫어하는 것으로 나타났다. 그러므로 조직감 특성으로 응집성과 탄력성은 썬면으로 바람직한 특성이나 부착성과 경도는 썬면의 조직감 특성으로 부적합한 것으로 사료된다. Fig. 2에서 Hydrocolloids를

첨가한 시료 중, 대조군과 LLL은 PC 1, PC2를 기준으로 같은 사분면에 위치하여 면의 특성이 상당히 유사하다는 것으로 알 수 있으며 HMH는 Fig 1에서 보여지는 전반적인 기호도 (Overall-A)와 같은 사분면에 위치하여 대조군을 비롯한 모든 시료들 중 가장 우수한 면의 특성을 보였다. 반면 시료 LHL, HHH는 PC 1을 기준으로 음에 위치하고 있으므로 대조군의 특성과 차이가 있는 것으로 볼 수 있으며, 특히 HHH의 특성은 전반적 기호도가 가장 높은 HMH와 반대되는 곳에 위치하여 면의 특성이 덜 적합한 것으로 평가할 수 있다.

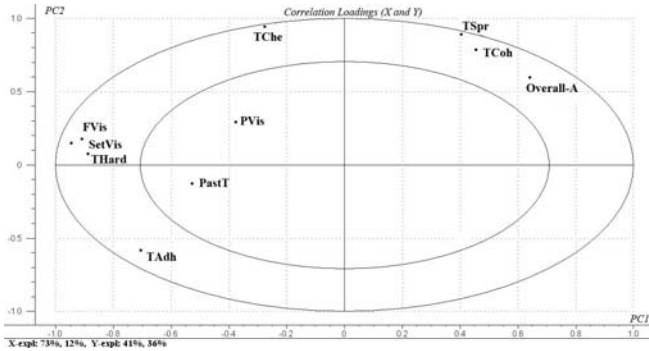


Fig 1. Loading plot of physicochemical characteristics of the 5 cooked noodles in the PC 1 and PC 2 from the PLS model with consumer acceptability

Overall-A: Overall acceptability; THard, Hardness by Texture analyzer; TSpr, Springiness by Texture analyzer; TCoh: Cohesiveness by Texture analyzer; TChe: Chewiness by Texture analyzer; TAdh: Adhesiveness by Texture analyzer ; PVis: Peak viscosity by Rapid visco analyzer; PastT, Pasting temperature by Rapid visco analyzer; FVis: Final viscosity by Rapid visco analyzer; SetVis: setback by Rapid visco analyzer

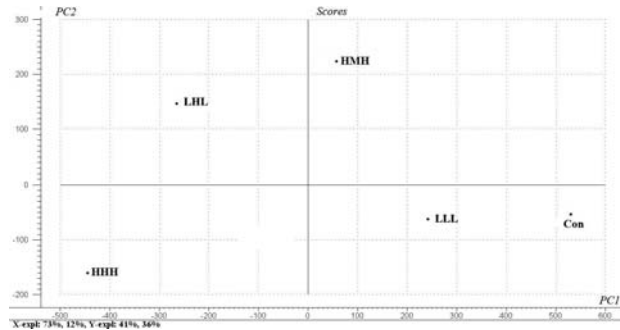


Fig 2. Loading plot of the 5 cooked noodle samples in the PC 1 and PC 2 from the PLS model with consumer acceptability.

*Con: wheat flour 100%

IV. 요약 및 결론

시판 쌀가루를 이용하여 면을 만들 경우 밀가루, HPMC, 감자전분 등의 hydrocolloids 를 종류별 적정 수준으로 혼합 첨가할 경우 밀가루와 유사한 특성을 갖거나 또는 밀가루보다 기호도가 더 높은 쌀면 제조가 가능하였다. 밀가루와 비교했을 때 쌀가루에 hydrocolloids를 첨가한 경우 호화 시의 최고점도와 최종점도가 증가하면서 노화도를 나타내는 setback도 크게 증가하였으며, 실제 면을 만들어 조리 후 60분이 지나 경도를 측정할 결과는 setback viscosity 결과와 같은 경향을 보였다.

시판쌀가루 100 g에 밀가루 10%, HPMC 4.5%, 감자전분 10%를 첨가하는 경우 대조군인 밀가루면과 유사한 기계적, 관능적 특성을 나타내었으며 hydrocolloids가 좀 더 높은 수준으로 첨가된 시료, 즉 밀가루 15%, HPMC 8.5%, 감자전분 17.5% 첨가시료의 경우 대조군보다 기계적, 관능적 특성이 더 우수한 것으로 평가되었다. 제조한 쌀 생면의 선호도 평가결과 면의 응집성과 탄력성은 전체적인 선호도와 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 부착성과는 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그러나 세 종류의 hydrocolloids가 모두 높은 수준으로 첨가된 쌀면(밀가루 15%, HPMC 12.5%, 감자전분 17.5%)은 경도와 부착성은 매우 높고, 탄력성과 응집성이 감소하면서 전체적인 선호도가 감소하였고, 쌀면으로서 바람직하지 않다고 평가되었다.

V. 감사의 글

본 연구는 2010년 농림수산식품부 고부가가치 식품기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다. 또한 HPMC를 제공해주신 삼성정밀화학 이은정 박사님께도 감사합니다.

참고문헌

Arendt EK, Bello FD. 2008. Functional cereal products for those with gluten intolerance. In B.R. Hamaker, Technology of functional cereal products. (pp. 446-475). New York: CRC Press.

Batey IL, Curtin BM, Moore SA. 1997. Optimization of rapid-visco analyzer test conditions for predicting Asian noodle quality. Cereal Chem. 74(4): 497-501

BeMiller JN. 2008. Hydrocolloids. In B.R. Hamaker, Technology of functional cereal products. (pp. 203-215). New York: CRC Press.

Chen Z, Legger A, Hassen JPH, Schols HA, Voragen AGJ. 2002. Evaluation of starch noodles made from three typical Chinese

- sweet-potato starches. *J Food Sci* 67(9): 3342-3347
- Cho H, Lee MK, Lee JH, Lee SL. 2008. Effect of hydrocolloids on rheological properties of bread dough. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 51(1): 6-10
- Cristina F, Noemi EZ. 2000. Effect of freezing rate and frozen storage on starch-sucrose-hydrocolloid systems. *J Sci Food Agri* 80(14): 2149-2158
- Crosbie GB, Ross AS, More T, Chiu PC. 1999. Starch and protein quality requirements of Japanese alkaline noodles (ramen). *Cereal Chem* 76(3): 328-334
- Friend CP, Waniska PD, Rooney LW. 1993. Effects of hydrocolloids on processing and qualities of wheat tortillas. *Cereal Chem* 70(3): 252-256
- Gallagher E, Gornley TR, Arendt EK. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci Tech* 15(3/4): 143-152
- Gujarl HS, Rosell CA. 2004. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *J Cereal Sci* 39(2): 225-230
- Han JA, Han SM. 2011. Preparation and characterization of wet noodle containing germinated small black bean flour. *Korean J Food Sci, Technol* 43(5): 597-602
- Han SK, Rho JO. 2009. Quality characteristics of Sulgiddeok with different commercial rice flours. *Korean J Food Nutr* 22(3): 402-408
- Hou GQ. 2001. Oriental noodles. *Adv Food Nutr Res* 43:141-193
- Jin M, Wu J, Wu X. 1994. A study on the properties of starches used for starch-noodle making. Pages 488-496 in: *Proc. 1994 Int. Symp. and Exhibition on New Approaches in the production from Cereal Grains and Oil Seeds*, Xie G and Ma Z, eds. CCOA/ICC/AACC Meeting CCOA:Beijing.
- Jung BM, Park SO, Shin TS. 2009. Development and quality characteristics of rice noodles made with added *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 25(2):180-188
- Jung SH, Shin GJ, Choi CU. 1991. Comparison of physicochemical properties of corn, sweet potato, potato, wheat and mung bean starches. *Korean J Food Sci Technol* 23: 272-276
- Kim BK, Park JE, Zu G. 2011. Effects of Semolina on Quality Characteristics of the Rice Noodles. *Food Eng Progr* 15(1): 56-63
- Kim HK, Kim SK. 1985. Wheat flour and milling industry. Korea Milling Industry Association, Seoul Korea
- Kim HS, Lee SW, Lee EJ, Kim YK, Baek HH, Park HJ. 2011. Application of HPMC for the rice noodles. *Food Sci Ind* 44(1): 72-75
- Kim MY, Yun MS, Lee JH, Lee SK. 2008. Effect of HPMC, and sodium alginate on rheological properties of flour dough. *Korean J food Sci Technol* 40(4): 474-478
- Kim TH. 2010. Rice processing industry and product status. *Proceedings of the Korean Society of Postharvest Science and Technology of Agricultural Products Conference*, September 30 - October 1, Kyungju, Korea, pp. 181-194
- Korea National Statistical Office 2007. 2006 the rice consumption per capita. Korea.
- Kubomura K. 1998. Instant noodles in Japan. *Cereal Foods World* 43: 194-197
- Lee MH, Jeon SJ, Kim SK, Park HS, Choi, YS. 2011. The quality characteristics of Curcuma longa L Powder Sulgitteko. *Korean J Culinary Res* 17(5): 184-192
- Lee SJ. 2001. The Functional Properties of Batters using Rice Flour *Journal of Bucheon college*, 190-195
- Miskelly DM, Moss HJ. 1985. Flour quality requirements for Chinese noodle manufacture. *J Cereal Sci* 3(4): 379-387
- Oda M, Yasuda Y, Okazaki S, Yamauchi Y, Yokoyama Y. 1980. A method of flour quality assessment for Japanese noodles. *Cereal Chem* 57(4): 253-254
- Rojas JA, Rosell CM, Benedito C. 1999. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. *Food Hydrocolloids* 13(1): 27-33
- Rosell CM, Marco C. 2008. Rice. In B.R. Hamaker, *Technology of functional cereal products*. (pp. 81-97). New York: CRC Press.
- Shelke K, Dick JW, Holm YF, Loo KS. 1990. Chinese wet noodle formulation: A response surface methodology study. *Cereal Chem* 67(4): 338-342