

한국산 밀의 품종별 제면 특성과 밀가루의 이화학적 성질과의 관계

장은희* · 손혜숙 · 고봉경** · 임승택
식품가공핵심기술연구센터, 고려대학교 생명공학원
*고려대학교 자연자원대학원
**계명대학교 식품영양학과

Quality of Korean Wheat Noodles and Its Relations to Physicochemical Properties of Flour

Eun-Hee Jang*, Hyesook S. Lim, Bong-Kyung Koh** and Seung-Taik Lim

Center for Advanced Food Science and Technology, Graduate School of Biotechnology, Korea University

*Graduate School of Natural Resources, Korea University

**Department of Foods and Nutrition, Kemyung University

Abstract

Textural properties of the cooked wheat noodles prepared from 5 Korean wheat varieties (Woori, Yeunpa, Allgeuru, Geuru, and Tapdong), and 3 foreign wheat varieties (ASW, WW and DNS) were evaluated by mechanical and sensory analyses, and their correlations to the physicochemical properties of the flours were examined. Cooking loss for noodle was negatively correlated with protein content, and weight increase during cooking showed a positive correlation with damaged starch content. From the mechanical tests, hard wheats (Tapdong and DNS) showed greater values for hardness, chewiness and tensile strength of the noodles than soft wheats. Foreign soft wheats (ASW and WW) showed relatively lower values for these attributes than the Korean soft wheats. Among the mechanical tests, multi-blade compression shear test had better correlations to the sensory characteristics than 10% compression, repeated compression and tensile tests. Among the flour characteristics, protein content was the most determining factor for the textural properties of noodle. Amylose increased the tenderness and slipperiness, but decreased internal firmness of the noodle. The Korean soft wheat noodles showed relatively darker color for the cooked noodle than WW or ASW. From acceptability test for noodle, Geuru was most preferred among the tested wheat varieties.

Key words: Korean wheat, noodle, textural properties, sensory properties

서 론

국수용 밀가루의 품질은 밀의 품종과 재배지역뿐 아니라 밀가루의 구성성분들이 나타내는 물리·화학적 성질에 따라 달라진다^(1,4). 특히 밀가루의 주성분인 단백질과 전분은 반죽의 점탄성이나 수분 흡수력, 점도 등의 변화와 밀접한 관련성을 가지며, 국수의 외관이나 표면성질, 조직감 등 국수의 기호도에 중요한 특성에 직접적으로 영향을 미친다^(2,4).

동양국수의 조직감과 관련하여, 중국식 또는 인스턴트 국수들은 전분특성보다는 단백질 함량이 높거나

강해야 바람직하나, 국물과 함께 먹는 일본 우동국수는 전분의 팽윤력, 페이스트 점도, 손상전분 함량 등의 전분특성이 국수의 조직감이나 식미에 더욱 영향을 미친다고 보고되었다^(2,3,5).

국수는 삶는 동안 손질이 적고 단단한 조직을 유지하며, 삶은 후 끈적이거나 쉽게 붙지 않는 것이 바람직하다고 알려져 있으며, 국물과 함께 먹는 경우에는 국수의 표면성질이 중요시되기도 한다^(4,5). 이러한 관능적 특성은 다양한 기기를 이용하여 조직감을 분석함으로써 객관적인 결과를 얻을 수 있으나⁽⁶⁻¹¹⁾ 국수는 삶고 발이 가는 외형상 특징 때문에 다른 고체식품과는 달리 기기적 시험이 용이하지 않다. 또한 국수표면의 성질이나 입 속에서 다루며 씹는 과정에서 느껴지는 특성은 기계적으로 측정하기가 어려울 뿐 아니라

Corresponding author: Seung-Taik Lim, Graduate School of Biotechnology, Korea University, 5-1 Anam-dong, Sungbuk-ku, Seoul 136-701, Korea

관능적 측정 결과와 잘 일치하지 않는 문제점을 가지고 있다.^(1,2,7,12)

현재 국내에서 국수용으로 소비되는 밀가루는 거의 대부분이 호주산 또는 미국산 연질밀이지만 지난 수년간 우리밀 살리기 운동본부의 홍보운동과 농촌진흥청의 품종개발 연구에 힘입어 한국산 밀의 소비 및 재배 면적이 꾸준히 늘고 있는 추세이다. 이와 같은 이유로는 한국 밀이 수입밀에 비해 가격이 비싸고 생산성이 떨어지며 밀가루의 생산 및 품질관리 체계가 확립되지 못하고 있기 때문이라고 보고되고 있다.^(13,14)

본 연구에서는 한국산 연질 밀인 우리, 은파, 울그루, 그루와 경질 밀인 탐동의 5 품종과 외국산으로 호주산 연질 밀(ASW), 미국산 연질 밀(WW)과 경질밀(DNS) 3품종을 사용하여, 다양한 제면 특성을 비교 검토하고, 밀가루의 이화학적 특성이 제면 특성에 미치는 영향을 살펴보았다.

재료 및 방법

실험 재료

한국산 밀 품종은 1996년산으로, 연질 밀인 울그루(충남 예산), 그루(경남 합천), 은파(전북 광주), 우리(경남 진주)과 경질 밀인 탐동(전남 광진)을 (주)우리밀 살리기 운동본부에서 제공받았으며, 미국산 연질 밀 Western White (WW), 미국산 경질 밀 Dark Northern Spring (DNS)과 호주산 연질 밀 Australian Standard Wheat (ASW)는 (주)제일제당으로부터 제공받았다.

원맥의 제분

정성된 각각의 원맥 5 kg에 수분함량이 15.5% 되도록 가수처리하고 비닐백에 넣어 실온(25°C)에서 24 시간 동안 조절한 뒤 Bühler mill (모델 MN55440, Uzwil)로 제분한 후, break flour와 reduction flour, sifter flour를 합하여 실험용 밀가루로 이용하였다.⁽¹⁵⁾

밀가루의 이화학적 성분 분석

밀가루의 조단백질 함량은 자동분석기(Kjeltec 1026, Tecator, Höganös)를 사용하여 Kjeldahl법으로 질소함량을 측정하고, 질소계수 5.7을 곱하여 단백질 함량으로 환산하였으며, 조회분은 550°C 건식회화법에 따라 분석하였다.⁽¹⁶⁾ 전분내 아밀로오스 함량, 밀가루의 손상전분 함량, 밀가루 페이스트의 점도는 같은 밀 품종을 가지고 실험한 황⁽¹⁷⁾의 결과를 사용하였다.

건면의 제조

밀가루 500 g(건조중량)에 소금(밀가루 고형분 기준 1.7%)과 물(밀가루 고형분 기준 36%)을 첨가하여 혼합기(KSM5, Kitchen Aid)로 10분간 혼합한 다음 비닐백에 밀봉하여 상온에서 1시간 방치한 후, 이 등⁽¹⁸⁾과 비슷한 방법으로 소형 수동식 국수제조기(Atlas, 150 mm-Deluxe, OMC Marcato)로 건면을 제조하였다. 롤 간격 3.7 mm에서 한번 sheeting을 한 후, 반을 접어 단계적으로 롤 간격을 2.9→2.0→1.6→1.3 mm로 감소시켜 면대를 제조하였다. 최종면대(1.3 mm)를 너비 3.5 mm, 길이 30 cm의 국수로 잘라 실온에서 10시간 동안 자연 건조시켰다.

건면의 조리특성

삶은 국수의 무게 증가량은 건면 10 g(건조 중량)을 200 mL의 끓는 물에 넣고 3분간 삶은 후 건져서 흐르는 수돗물에 1분간 냉각시키고 체로 받쳐 2분간 물을 뺀 후 무게를 측정하여 삶은 국수의 무게 증가량을 계산하였다⁽¹⁾. 조리 손실율은 위의 방법으로 건면을 삶은 용액에서 국수를 제거한 뒤 용액 전체를 105°C 건조기에서 하루밤 건조시킨 후, 잔유고형분의 무게를 측정하여 계산하였다⁽¹⁸⁾. 국수를 제거한 용액의 탁도는 675 nm에서의 흡광도로 측정하였으며 탄수화물의 함량은 페놀-황산법을 이용하여 측정하였다⁽¹⁹⁾. 각각의 측정은 4회 반복하여 평균값을 얻었다.

국수의 기계적 조직감 측정

건면 20 g(건조중량)을 끓는 물 500 mL에 넣고 10분간 삶은 후, 흐르는 수돗물로 1분간 식히고 5분간 체(Sieve No. 50)에 받쳐 물기를 뺀 후, 즉시 Texture Analyzer (TA-XT2, Stable Microsystems)를 이용하여 조직감을 측정하였다. 탐침의 시험속도는 3 mm/s로 고정하였다.

Multi-blade compression shear test: 다섯 개의 날을 가지고 있는 Kramer Shear Cell에 삶은 국수 30 g을 넣고 압착하여 얻은 힘-시간 곡선(force-time curve)으로부터 최대 압착력, 면적, 기울기를 측정하였다⁽¹⁰⁾.

10% 압착 시험(10% compression test): 국수 한 가닥(길이 25~30 mm)을 측정판 위에 올려놓고 길이 69 mm 두께 0.3 mm인 탐침을 사용하여 국수 가닥의 중앙부위를 두께의 10%에 해당하는 깊이로 압착하여 최대 압착력을 측정하였다⁽⁴⁾.

반복 압착시험(repeated compression test): 국수 한 가닥(길이 25~30 mm)을 지름 20 mm인 둥근 탐침을

이용하여 압착율 90%로 반복 압착한 후, 기계적 조직감 굳기와 씹음성을 얻었다.

인장력 시험(tensile test): 국수 한 가닥을 양 끝 cell에 걸어서 미끄러지지 않도록 테이프로 고정시킨 다음 cell의 한 쪽을 끊어질 때까지 3 mm/s의 속도로 위로 잡아당길 때 걸리는 최대 인장력을 측정하였다^(10,20).

국수의 관능검사

고려대학교 생명공학원 대학원생 17명과 함께 국수 시식회를 통하여 측정되어야 할 중요한 조직감을 결정 한 후, 관능검사에 대한 기본 지식이 있는 9명을 자격 있는 관능검사요원으로 구성하여, 국수의 관능적 특성에 대한 정확한 측정방법을 확립하였다. 시판 칼국수를 기준물질로 정하여 선척도(line scale)상에서 기준물질의 각 관능적 특성 기준값을 관능검사요원 모두의 동의하에 결정하고 훈련은 관능검사요원이 각 특성의 정의, 측정 방법, 강도평가 방법 등 관능평가과정 전반에 걸쳐 익숙하도록 3회 수행되었다.

모든 시료는 동일한 조건으로, 2 L의 끓는 물에 건면 80 g(건조중량)을 넣고 10분간 삶고, 1분간 찬 물에 식힌 후 10분 이내에 관능검사를 시작하도록 임의의 세 자리 숫자를 기록한 은박접시에 담아 제시하였다. 매 검사마다 기준물질인 시판 칼국수(샘포 짜면, 풍년 식품공업사)를 국수시료와 함께 제시하였으며, 시판 액상 국수장국(주식회사 오뚜기) 국물에 국수를 담그어 측정하도록 하였다. 기호도 측정은 무작위로 대학원생 및 연구원 19명을 선택하여 실시하였다.

실험계획 및 분석은 임의완전블록 디자인(randomized complete block design)으로 9명의 관능검사요원에게 회기당 4종류의 시료를 제시하여 4주간 총 8회기를 실시함으로써 전체 실험을 4번 반복 실시하였다. 결과 분석은 SAS 통계 프로그램을 이용하여 이원 분산분

석을 하였으며, 시료간의 유의차는 Duncan's multiple range test를 실시하여 검정하였다.

결과 및 고찰

밀가루의 제분율 및 이화학적 성질

밀을 제분한 후, sifter flour까지 포함한 밀가루의 제분율, 단백질, 회분, 손상전분의 함량, 전분내 아밀로즈 함량, 그리고 밀가루의 페이스트 점도 및 페이스트 형성온도 등의 이화학적 특성은 Table 1에 정리되어 있다. 제분수율은 전체적으로 62.5~69.8%의 범위로 나타났으며 밀가루의 단백질은 한국산 연질밀인 그루가 14.38%로 가장 높고, ASW가 9.63%로 가장 낮게 나타났다. 대체적으로 한국산 연질밀이 수입 연질밀보다 단백질함량이 높게 나타났다. 경질 밀인 탐동, DNS의 단백질 함량이 각각 12.22, 13.50%로서 연질 밀인 울그루, 우리, 은파보다는 높게 나타났다. 밀가루 품질을 결정하는데 또 다른 중요 요소인 회분함량은 장과 송⁽¹⁴⁾의 결과보다 다소 높았으며 우리가 0.83%로 가장 높았고, WW가 0.55%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 높은 회분 함량은 제분 후 밀가루의 조합시 sifter flour를 포함시켰기 때문으로 사료된다. 이 등⁽⁹⁾에 의하면 sifter flour를 포함시키지 않은 밀가루의 경우에도 역시 ASW보다 그루와 은파가 단백질의 함량이 높았다고 하였다. 밀가루내의 손상전분 함량의 경우 울그루가 가장 낮았고, ASW가 10.75%로 다른 품종보다 훨씬 높았으며, 미국산 경질 밀인 DNS도 8.3%로서 한국산 경질 밀인 탐동에 비해 약 3% 높은 값을 보였다. 손상전분의 함량은 밀 자체의 성질 외에도 제분조건과도 밀접한 연관성을 갖는다. 제분율을 비교하여보면 WW와 DNS가 69.8%로 다른 품종에 비해 비교적 높고, WW의 손상전분 함량도 비교적 낮으므로,

Table 1. Degree of milling and physicochemical characteristics¹⁾ of wheat flours of different varieties

Flours	Degree of milling (%)	Protein (%)	Ash (%)	Damaged starch (%)	Amylose in starch (%)	Paste viscosity		Pasting temp. (°C)
						Peak (RVU)	Breakdown (RVU)	
Woori	62.5	9.80 ^f	0.	2.02 ^e	21.2 ^d	786.5 ^{bc}	278.0 ^c	66.1 ^{ab}
Yeunpa	65.8	11.42 ^d	.76 ^{ab}	5.52 ^c	26.8 ^b	980.5 ^a	477.0 ^a	62.5 ^{abc}
Allgeuru	64.9	10.75 ^e	0.66 ^{bc}	1.35 ^f	31.5 ^a	742.0 ^c	349.0 ^b	65.5 ^{ab}
Geuru	66.7	14.38 ^a	0.62 ^{bc}	4.46 ^d	20.1 ^d	731.0 ^c	263.5 ^c	63.3 ^{abc}
ASW	68.2	9.63 ^f	0.67 ^{bc}	10.75 ^a	23.2 ^c	941.5 ^{ab}	351.5 ^b	64.0 ^{abc}
WW	69.8	9.82 ^f	0.55 ^c	3.95 ^d	26.8 ^b	412.0 ^f	76.0 ^f	63.7 ^{abc}
Tapdong	67.3	12.22 ^c	0.68 ^{bc}	5.21 ^c	28.2 ^b	837.5 ^{bc}	462.0 ^f	62.1 ^{abc}
DNS	69.8	13.50 ^b	0.73 ^{ab}	8.33 ^b	23.6 ^c	601.0 ^d	229.0 ^{cd}	59.5 ^c

¹⁾Data for damaged starch content, amylose content in starch, and pasting properties were cited from the thesis of Hwang⁽¹⁷⁾. Each value represents mean of triplicates, and different alphabets indicate statistical difference with significance (P<0.05).

본 실험에 사용된 재분조진이 한국산 또는 호주산 밀 보다는 미국산 밀에 바람직하다고 사료된다. 밀가루 페이스트(7% 고형분)의 최고점도는 은파가 가장 높았으며 break down 역시 많이 일어났다. WW의 경우 최고점도가 월등히 낮았으나 breakdown도 다른 밀가루에 비해 적었다.

국수의 조리 성질

Table 2는 품종별 국수의 조리특성을 보여주고 있는데, 국수 조리시 무게 증가는 외국산 연질 밀인 WW가 초기 무게 1 g 당 2.42 g으로 가장 높게 나타났고 조리 손실율에서도 WW가 4.20%로 가장 높았다. 이는 WW의 단백질 함량이 낮아서 전분이 비교적 단단하지 못하여 수분침투가 쉽고 내용물의 용해가 많았던 것으로 사료된다. 한편 단백질 함량이 가장 높았던 그루밀(Table 1)은 조리 손실율이 2.33%로 가장 적게 나타났다. Patent 밀가루를 이용한 이 등⁹⁾의 실험에서도 그루밀의 국수가 ASW보다 낮은 무게 증가율을 나타냈다고 보고되고 있다. 탁도는 DNS와 ASW가 0.17, 0.16으로 높았으며, 국수 삶은 물의 총 탄수화물 함량도 ASW가 4.65 mg/mL로 가장 높게 나타났다. ASW가 탁도가 높고 탄수화물의 손실을 컸던 이유는 Table 1에 나타난 바와 같이 아마도 손상전분을 많이 함유하고 있기 때문으로 사료된다²⁰⁾. 손상전분 함량이 높은 DNS

역시 전체 조리 손실율중 탄수화물의 손실이 비교적 높았다. 대체로 외국산 연질 밀인 WW와 ASW가 한국산 밀보다 조리손실이 다소 높게 나타났다.

국수의 조리특성과 밀가루의 이화학적 특성과의 상관관계를 살펴본 결과(Table 3), 단백질 함량은 조리특성 모두와 부의 관계를 보였으며²¹⁾, 손상전분의 함량은 비록 상관계수의 절대값은 낮지만 삶은 물의 탁도와 총 탄수화물과 정의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 특히 단백질은 조리손실율과 매우 높은 상관계수로 역의 관계를 보이며, 손상전분은 탁도와 총 탄수화물의 함량을 높이는 역할을 하는 것으로 생각된다²²⁾. 전분내 아밀로스의 함량이 높은 경우 조리손실율이 비교적 높아지는 결과를 보였으며, 이는 아밀로스가 아밀로펙틴보다 호화 중 더 빨리 용출되는 성질에서 기인한다고 사료된다. 밀가루의 페이스트 점도는 무게증가 및 조리 손실율 모두와 역의 관계를 보였으나 페이스트 형성온도는 무게증가와 정의 관계를 나타냈다.

국수의 기계적 조직감 특성

국수의 관능적 특성을 가장 잘 대변할 수 있는 기계적 측정방법을 알아보기 위하여 실시한 multi-blade compression shear test, 10% 압착 시험, 반복 압착시험, 인장력 시험에 대한 결과는 Table 4에 요약된 바와 같다. 삶은 국수의 표면균기를 측정하기 위한 목적으로 실시한 10% 압착시험에서 최대 압착력은 탐동밀이 132.6 g force로 가장 높았고 외국산 연질 밀이 대체로 낮았으며, 그 중에서도 WW가 41.9 g force로 가장 낮았다. 한편 한국산 연질 밀은 외국산 연질 밀에 비해 표면균기가 비교적 높음을 알 수 있었다. 반복압착 시험은 다른 측정방법과의 비교를 위하여 견고성과 씹힘성만을 고려하여 본 결과, 경질 밀인 탐동밀과 DNS가 높은 견고성과 씹힘성을 나타냈으며 연질 밀 중에는 ASW가 가장 낮은 값을 보였다. 인장력 시험에서도 역시 경질밀인 탐동밀과 DNS가 가장 최대장력을 보였으며, 연질 밀인 울그루밀이 30.20 g force로 가장 낮았다. Multi-blade compression 분석 결과 최대 압착

Table 2. Cooking characteristics¹⁾ of noodles prepared with different wheat varieties

Flours	Weight gain (g/g)	Cooking loss (%)	Carbohydrate loss (mg/mL)	Turbidity (O.D.)
Woori	2.07 ^c	3.43 ^{ab}	3.45 ^{bc}	0.13 ^{ab}
Yeunpa	1.87 ^f	3.03 ^{bc}	1.87 ^e	0.10 ^b
Allgeuru	2.20 ^b	3.43 ^{ab}	3.34 ^{bcd}	0.15 ^a
Geuru	2.02 ^{cd}	2.33 ^c	2.34 ^{de}	0.09 ^b
ASW	2.09 ^e	3.37 ^{ab}	4.65 ^a	0.16 ^a
WW	2.42 ^a	4.20 ^a	3.93 ^{ab}	0.15 ^{ab}
Tapdong	1.98 ^{de}	3.17 ^{bc}	2.43 ^{cd}	0.14 ^{ab}
DNS	1.93 ^{ef}	2.83 ^{bc}	4.07 ^{ab}	0.17 ^a

¹⁾Each value represents mean of triplicates, and different alphabets indicate the statistically significant difference (P<0.05).

Table 3. Correlation coefficients between physicochemical properties of flours and cooking characteristics of noodles

	Weight gain (g/g)	Cooking loss (%)	Turbidity (O.D.)	Carbohydrate loss (mg/mL)
Protein content (%)	-0.65	-0.91	-0.41	-0.49
Damaged starch (%)	-0.34	-0.21	0.33	0.41
Amylose in starch (%)	0.26	0.45	0.26	0.1)
Paste viscosity (Peak, RVU)	-0.66	-0.39	-0.37	-0.36
Pasting temp (°C)	0.50	0.41	-	-

¹⁾-0.2 < r < 0.2

Table 4. Compression and tensile properties¹⁾ of cooked noodles prepared with wheat flours of different varieties

Flours	10% Compression			Repeated compression		Multi-blade compression		Tensile
	Max. force (g force)	Hardness (g force)	Chewiness (g force)	Max. force (g force)	Area (g force /s)	Gradient	Max. force (g force)	
Woori	79.0 ^{bc}	4538 ^{bc}	1917 ^{ab}	9071 ^{bc}	2.69 ^a	2498 ^a	36.08 ^b	
Yeunpa	78.3 ^{bc}	4035 ^d	2143 ^c	7727 ^{cd}	2.04 ^{bc}	2051 ^b	33.40 ^{bc}	
Allgeuru	65.9 ^{cd}	4618 ^{abc}	2097 ^{cd}	7678 ^{cd}	1.90 ^{cd}	1879 ^b	30.20 ^d	
Geuru	95.1 ^b	4494 ^{bc}	2390 ^b	10140 ^b	2.42 ^{ab}	2577 ^a	35.93 ^b	
ASW	52.9 ^{de}	3613 ^e	1875 ^e	6965 ^d	2.19 ^{bc}	1961 ^b	32.63 ^{cd}	
WW	41.9 ^e	4377 ^{cd}	2066 ^{cd}	5231 ^e	1.60 ^d	1258 ^c	34.83 ^{bc}	
Tapdong	132.6 ^a	4803 ^{ab}	2445 ^b	12038 ^a	2.44 ^{ab}	2351 ^{ab}	42.25 ^a	
DNS	71.6 ^c	4952 ^a	2632 ^a	10362 ^b	2.78 ^a	2256 ^{ab}	43.60 ^a	

¹⁾Each value represents mean of triplicates, and different alphabets indicate the statistically significant differences (P<0.05).

력은 탐동밀이 12,038 g force로 가장 높게 나타났으며, 단백질 함량이 높은 DNS와 그루밀이 그 다음으로 높았다. 연질 밀의 경우 한국산 밀이 7,727~10,140 g force로 ASW나 WW보다 높은 압착력을 보였다. 면적은 DNS가 2.78 gf/s로 경질 밀들의 수치가 비교적 높았고 WW가 1.60 gf/s로 가장 낮았다. 면적은 시료가 주어진 공간을 빠져나갈 때까지 압착되는 전체 에너지를 나타내는 것으로 경질 밀이 높은 수치를 보이는 것도 입에서 씹는데 더 많은 힘을 요구한다는 것을 의미한다. 기울기는 압착력의 증가가 시작되는 지점의 압착력과 최대 압착력과 직선 상 연결 시의 기울기로 연질 밀인 그루밀이 2,577으로 가장 높았으며 WW가 1,258로 가장 낮았다. 이 기울기는 시료를 압착할 때 소모되는 힘의 증가율을 나타내므로 기울기가 높은 시료는 더 단단한 것으로 이해할 수 있을 것이다. 이상과 같이 측정방법을 달리하여 얻은 기계적 측정 결과, 전체적으로 경질 밀인 탐동밀과 DNS가 모든 기계적 측정에서 높은 값을 보이고 외국산 연질 밀인 ASW, WW가 낮게 나타나므로 단백질 함량에 따른 영향이 큰 것으로 나타났으며, 같은 연질밀 내에서도 단백질 함량이 높은 그루밀이 비교적 높은 측정치를 나타냈다.

국수의 관능적 평가

삶은 국수의 관능적 평가로 색도(color)와 다양한 조직감을 측정하였으며, 색은 시각적으로 회고 밝은 정도에서부터 회갈색의 어두운 정도를 판단하도록 하였다. 표면균기와 미끄럼성은 주로 국수발의 표면에서 느끼는 균기와 미끄러운 정도를 판단하도록 하였으며, 내부균기, 접착성, 씹음성등은 국수의 조직이 파괴 되도록 자르거나 연속적으로 씹어 내릴 때에 감지되는 특성을 평가토록 하였다. 유연성은 국수를 입안에서 씹는 동안 국수발을 혀로 다루기 쉬운 정도를, 거

Table 5. F-ratio of ANOVA for sensory attributes of cooked noodles prepared with wheat flours of different varieties

Attributes	Wheat	Panel	Wheat × Panel
Color	145.28**	3.65*	1.24
Surface firmness	10.71**	2.07	0.92
Internal firmness	14.23**	3.28	0.70
Slipperiness	5.11**	2.02	0.90
Tenderness	17.18**	1.98	1.45
Stickiness	1.20	4.41**	1.0
Chewiness	16.89**	1.60	0.67
Roughness	14.54**	4.24**	0.89

*P<0.01.
**P<0.001.

침음성은 국수를 균일하게 씹은 후 삼키는 과정에서 느끼는 입자의 거칠은 정도를 평가토록 하였다.

각 관능적 특성에 대한 ANOVA F-ratio를 측정한 결과 밀 품종에 따른 관능적 특성은 접착성을 제외하고는 모든 특성들이 1% 내지는 0.01% 이내의 높은 유의수준을 나타냈으며, 관능검사요원간에는 대부분 유의차를 나타내지 않았으므로 관능평가는 결과를 신뢰할 만하게 잘 수행된 것으로 나타났다(Table 5).

각 관능적 특성에 대한 결과를 살펴보면(Table 6), 국수의 색은 시료간 유의차가 가장 뚜렷하게 감지된 특성으로 올그루밀이 전체기준 15에서 12.08로 가장 회갈색에 가까웠고 외국산 연질 밀인 ASW와 WW가 가장 낮은 4.74와 5.14로 밝은 유태색을 나타내었다. 국수의 색은 대개 단백질 함량이 높으면 어둡게 나타나는 것으로 알려져 있으나 제분율, 배아부의 색깔 특성, 저층의 혼입 여부등 회분 함량에 의해서도 좌우되는 것으로 보고되고 있다^(22,23). Table 1에서도 제시된 밀가루의 단백질과 회분 함량을 고려해볼 국수의 색과 큰 상관관계가 없었으며, 예비실험 결과에서도 건조 밀가루의 경우 품종간 색깔의 차이가 거의 발견되

Table 6. Sensory attributes¹⁾ of cooked noodles prepared with wheat flours of different varieties

	Color	Surface firmness	Internal firmness	Slipperiness	Tenderness	Stickiness	Chewiness	Roughness	Acceptability
Reference	3.00	10.50	9.00	7.50	7.50	9.00	7.50	9.00	6.20 ^{abc}
Woori	11.04 ^b	10.85 ^a	9.62 ^a	7.27 ^d	5.86 ^c	8.63 ^a	9.16 ^a	10.00 ^a	4.13 ^e
Yeunpa	10.70 ^b	9.35 ^{bc}	9.62 ^a	8.91 ^{bc}	6.31 ^c	8.16 ^{ab}	8.50 ^a	10.13 ^a	5.20 ^{cd}
Allgeuru	12.08 ^a	8.41 ^{cd}	7.47 ^{bc}	10.25 ^a	8.89 ^a	7.89 ^{ab}	5.98 ^c	6.91 ^{de}	5.06 ^{cd}
Geuru	9.81 ^c	10.19 ^{ab}	9.97 ^a	9.81 ^{ab}	6.12 ^c	7.73 ^{ab}	8.72 ^a	8.72 ^{bc}	6.87 ^a
ASW	4.74 ^f	6.93 ^e	6.21 ^d	9.61 ^{ab}	9.60 ^a	7.25 ^b	5.31 ^c	6.10 ^f	6.67 ^{ab}
WW	5.14 ^f	7.79 ^{de}	6.64 ^{cd}	8.72 ^{bc}	8.95 ^a	7.33 ^b	5.70 ^c	6.38 ^e	5.60 ^{bcd}
Tapdong	8.32 ^d	9.32 ^{bc}	8.22 ^b	9.19 ^{abc}	7.43 ^b	8.25 ^{ab}	7.12 ^b	7.67 ^{cd}	5.40 ^{cd}
DNS	6.77 ^e	10.63 ^a	9.73 ^a	8.00 ^{cd}	6.20 ^c	8.18 ^{ab}	8.47 ^a	9.52 ^{ab}	5.93 ^{abcd}

¹⁾Each value represents mean of triplicates, and different alphabets indicate the statistically significant difference (P<0.05).

지 않았다. 따라서 품종간 색깔 차이는 반죽형성 및 조리과정 중에 형성된 것으로 관찰되었다. 관능검사 결과 외국산 밀로 만든 국수의 색은 기준물질에 가까우나 한국산 밀로 제조된 국수는 기준물질보다 훨씬 더 어두운 색을 나타냈다. Patent 밀가루로 시험한 이 등⁹⁾의 보고에도 역시 ASW가 색상 및 명도에 있어서 그루밀 및 은파밀보다 우수하였다.

관능검사에 의한 표면굳기는 기준물질(시판 칼국수)과 비슷한 정도로 우리, 그루, DNS가 10 이상으로 높게 나타났으며, 수입 연질밀이 6.9와 7.8로 한국산 연질밀(8.4~10.9)보다 낮은 값을 보였다. 내부굳기는 단백질 함량이 가장 많은 그루밀이 가장 높게 나타났으며 단백질 함량이 적은 외국산 연질 밀인 ASW, WW가 가장 낮게 평가되므로 단백질의 함량과 어느 정도 상관관계가 있음을 보였다⁹⁾. 탐동밀은 단백질 함량이 높은 경질 밀이나 건면의 제조과정 중 건조시에 표면에 균열이 형성되어 관능검사 시 삶은 국수가 여러 조각으로 갈라지는 현상을 보였다. 아마도, 이러한 이유로 인하여 Texture Analyzer에서 측정된 값보다 관능적으로 더 낮게 평가된 것으로 사료된다. 내부굳기는 수입 연질밀인 ASW, WW가 기준물질인 시판 칼국수와 한국산 연질밀보다 낮은 값을 보였다. 미끄러움성에서는 거의 모든 품종이 기준물질보다 높은 값을 보인 가운데, 올그루밀이 10.25로 가장 높았고 우리밀이 7.27로 가장 낮게 나타났다. 유연성은 시판 칼국수보다 수입 연질밀이 높았으며, 한국산 연질밀 중에는 올그루밀을 제외하고는 모두 유연성이 떨어졌다. 한편 경질밀인 탐동밀의 경우 시판 칼국수와 유사한 유연성을 보였으며 표면 및 내부굳기 역시 비슷한 수치를 나타냈다. 씹음성은 거의 비슷한 경향으로 우리가 가장 높은 값을 나타냈으며 ASW와 WW보다 한국산 연질 밀들이 높게 나타났다. 거칠음성 역시, 값의 차이는 약간 있으나 씹음성과 비슷한 경향을 보이는

것으로 나타났다. 접착성은 모든 시료가 기준물질보다 낮은 값을 보이면서 이미 살펴본 바와 같이 밀 품종간에 유의차를 별로 보이지 않았다. 관능검사가 느끼는 잇사이에 대한 접착성은 습관상 실제로 국물 국수를 씹어먹는 경향이 낮고, 품종간 차이가 매우 적은 편이어서 훈련된 관능검사요원이라도 식별이 어려웠던 것으로 이해된다.

기호도의 측정결과는 그루밀이 6.87로 가장 높은 수치를 나타냈으며 그 다음으로 ASW가 높았다. Panel 들의 의견을 수집해 본 결과 그루밀이 씹는 성질이 우수하며 입에 달라붙는 성질이 적어서 바람직하다고 하였다. 이러한 현상은 대개의 한국인이 국수의 조직감 특성으로 견고성, 응집성, 탄력성이 관련된 쫄깃쫄깃한 것을 선호하고 너무 단단하거나 무른 것은 싫어하는 경향이 있음을 나타낸다²⁰⁾. 이상과 같은 결과는 그루와 같은 한국산 연질밀이 sifter flour까지 포함된 밀가루의 경우에도 제면성질이 수입밀보다 우수함을 보여주고 있다.

국수의 관능적 특성과 기계적 특성과의 상관관계

삶은 국수의 관능적 특성들과 Texture Analyzer를 이용하여 측정된 조직감 결과와의 상관관계는 Table 7에 정리되어 있다. 대체로 상관계수가 0.4~0.7정도로 낮은 값을 보이는 이유는 밀 품종간의 특성차이가 실제로 매우 작기 때문인 것으로 사료된다.

전체적으로 Table 7은 multi-blade compression shear test, 10% 압착 시험, 반복압착 시험, 및 인장력 시험방법 중 대체로 multi-blade compression shear test가 다른 방법들 보다 관능적 조직감 특성들과 더 높은 상관관계를 보였다. 구체적으로 표면굳기는 multi-blade compression shear test의 면적이 10% 압착력보다도 더 높은 연관성을 보였으며(r=0.76), 내부굳기와 씹음성은 test 상 기울기값과 높은 상관계수(0.74, 0.75)를 보

Table 7. Correlation coefficients between mechanical characteristics and sensory attributes

	Surface firmness	Internal firmness	Slipperiness	Tenderness	Stickiness	Chewiness	Roughness
Multi-blade (Max. force)	0.68	0.61	— ¹⁾	-0.28	0.63	0.57	0.45
Multi-blade (Area)	0.76	0.66	-0.50	-0.55	0.65	0.70	0.62
Multi-blade (Gradient)	0.74	0.74	—	-0.56	0.64	0.75	0.63
10% Compression (Max. force)	0.49	0.48	—	—	0.57	0.45	—
Repeated Comp. hardness	0.66	0.46	—	-0.26	0.56	—	—
Repeated comp. chewiness	0.66	0.46	—	-0.27	—	0.45	—
Tensile force	0.56	0.42	-0.48	—	0.43	0.42	—

¹⁾-0.2 < r < 0.2.

였다. 이들 특성들이 서로 비슷한 값을 보이는 이유는 아마도 씹음성(굳기×응집성×탄력성)이 굳기와 연관되는 복합적 특성이며 또한 이미 Table 6에서 살펴본 바와 같이 씹음성과 내부굳기는 관능적 측정에서 밀의 품종간의 차이경향도 서로 매우 비슷하게 나타나는 데 기인하는 것으로 보인다.

접착성은 여러 측정방법 중 multi-blade compression shear test와 비교적 나은 관계를 보이기는 하였으나, 10% 압착시험 방법이 여러 관능특성들과 보이는 관계 중 제일 나은 상관관계를 보이고 반복 압착시험에서도 견고성이 표면굳기와 내부굳기 외에 접착성과 상관관계를 보이는 것도 비슷한 경향으로, 표면굳기와

의 연계성을 고려하여 선택한 10% 압착시험 방법이 Oh 등⁴⁾이 보고한 바와는 다르게 본 실험에서는 최대 압착력과 상관관계로 표면굳기보다는 접착성과 더 나은 관계를 보인 것이 주목된다. 이러한 결과는 시료 두께의 10%에 해당하는 거리만큼 순간 압착하였을 때 측정되는 최대 압착력에 삶은 국수의 표면굳기와 더불어 접착성이 더욱 관여되는 것으로 추정되며, 반복 압착 시험에서 90% 압착율을 가한 경우에도 시료의 접착성이 비슷하게 최대 압착력에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 미끄럼성과 유연성 및 거칠음성은 이미 언급한 바와 같이 국수를 국물과 함께 입에서 반복적으로 빨아올리거나 내릴 때에 국수의 표면에서

Table 8. Correlation coefficients between physicochemical properties and sensory attributes

	Color	Surface firmness	Internal firmness	Slipperiness	Tenderness	Stickiness	Chewiness	Roughness
Protein content	— ¹⁾	0.49	0.64	—	-0.46	—	0.51	0.42
Ash content	0.36	—	—	—	—	—	—	—
Damaged starch content	—	-0.31	-0.21	—	—	-0.40	-0.21	—
Amylose in starch	—	-0.43	-0.44	0.42	0.59	—	-0.54	—
Paste peak viscosity	—	—	—	0.21	—	0.24	—	0.23
Viscosity breakdown	—	—	—	0.28	—	0.38	—	0.23
Pasting temperature	—	-0.25	-0.31	—	—	—	-0.22	-0.25

¹⁾-0.2 < r < 0.2.

느끼는 미끄럼성이나, 국수발을 혀로 다루기 쉬운 정도를 측정하거나, 국수를 균일하게 씹은 후 삼키는 과정에서 느끼는 입자의 거칠은 정도를 평가한 것이므로 기계적 측정값과의 상관관계가 낮은 것으로 이해된다.

이상의 결과에 비추어 국물과 함께 먹는 삶은 국수의 표면균기는 multi-blade compression shear test에서 얻은 힘-시간 곡선의 면적으로 대신하고, 국수를 실제로 입안에서 다루며 씹을 때에 느낄 수 있는 조직감 특성인 내부균기나 씹음성은 기율기로 판단할 수 있는 것으로 생각된다.

국수의 관능적 특성과 물리화학적 특성과의 상관관계 삶은 국수의 관능적 특성에 영향을 미치는 물리화학적 특성을 알아보기 위하여 살펴 본 이들의 상관관계는 Table 8에 정리되어 있다. 삶은 국수의 내부균기는 단백질의 함량과 상관관계($r=0.64$)가 있음을 보여주고 있으며, 밀가루의 단백질 함량은 국수의 유연성이나 씹음성뿐 아니라 표면균기와 거칠음성에도 어느 정도 영향력을 미치는 것으로 이해된다. 이러한 결과는 표면균기와 단백질은 서로 상관관계가 없다는 보고⁽⁴⁶⁾와는 조금 다른 결과이다. 연질 밀과 경질 밀을 비교하였을 때에도 내부균기는 경질 밀이 강하다는 보고와 일치하는 경향을 보였으나, 표면균기는 연질 밀이 강하다는 보고⁽²¹⁾와 다른 결과를 보였다. 본 실험에서는 연질 밀과 경질 밀의 차이보다는 외국산 연질 밀인 ASW, WW가 한국산 연질 밀보다 표면 및 내부균기가 낮음을 알 수 있었다.

미끄러움성은 상관계수가 낮기는 하지만 아밀로스의 함량과 양의 관계가 있음을 확실히 반영하고 있으며, 표면균기나 내부균기, 씹음성과는 음의 관계를 보이고 미끄럼성, 유연성과는 양의 관계를 보이므로 아밀로스 함량은, 단백질이 조직감에 미치는 영향과는 반대의 역할을 하는 것으로 나타났다. 이는 Toyokawa⁽⁴⁷⁾들이 보고한 일본 국수의 점탄성에는 전분과 아밀로스함량이 중요 결정인자라는 점을 뒷받침하며, 미끄럼성은 또한 전분 페이스트의 최고점도나 breakdown과도 관련이 있음을 Table 8에서 관찰할 수 있다. 따라서 유연성을 향상시키기 위해서는 아밀로스의 함량이 높거나 단백질 함량이 상대적으로 낮은 밀가루를 사용하는 것이 바람직하다. 국수의 점착성은 단백질과 관련된 특성이기보다는 전분특성과 관련된 것으로 나타났는데 손상전분의 함량과는 부의 관계를 페이스트의 최대점도 및 breakdown과는 정의 관계가 관찰되었다. 거칠음성은 밀가루의 물리화학적 특성 중 단백질의

함량과 가장 관련이 있는 것으로 나타났다.

요 약

한국산 밀 우리, 은파, 울그루, 그루, 탐동 5 품종과 호주산 연질 밀(ASW), 미국산 연질 밀(WW)과 경질 밀(DNS)로 국수를 제조한 후 조리특성, 기계적 및 관능적 조직감 특성을 비교 검토하였으며 밀가루의 이화학적 성질과의 연관성을 살펴보았다. 국수의 조리 손실율은 밀가루의 단백질 함량이 높을수록 낮고, 수분흡수율은 손상전분의 함량이 높을수록 컸다. 측정 방법을 달리한 기계적 특성에서는 견고성, 씹음성, 인장력 등이 경질 밀인 탐동밀과 DNS가 연질 밀보다는 높은 값을 보이고, 외국산 연질 밀인 ASW, WW가 한국산 밀들보다 낮은 값을 나타냈다.

관능적 특성과 기계적 특성과의 상관관계를 맺어본 결과 multi-blade compression shear test가 10% 압착시험이나 반복 압착시험 및 인장력 시험보다도 더 나은 관계를 보였으며, 표면균기는 multi-blade compression shear test의 면적과 가장 나은 상관관계를 보였고($r=0.76$) 내부균기와 씹음성은 기율기와 잘 연관되었다. 국수의 관능적 특성과 밀가루의 물리화학적 특성과의 상관관계에서는 단백질의 함량이 국수의 조직감에 가장 큰 영향을 미쳤다. 아밀로스의 함량은 국수의 유연성 및 미끄럼성과 양의 관계를, 표면균기, 내부균기, 씹음성과는 음의 관계를 보였다. 삶은 국수의 색도는 외국산 밀(WW, ASW)에 비해 한국산 밀의 국수가 더욱 더 어두운 색을 띄었다. 기호도 검사 결과, 한국산 연질밀인 그루밀이 수입밀인 WW 및 ASW보다 더 선호하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정 연구과제(과제번호 96-0402-06-01-3)의 일부로 지원에 감사드립니다. 한국산 밀을 제공해 주신(주)우리밀과, 외국산 밀을 제공하고 제분에 도움을 준 (주)제일제당에 감사드립니다.

문 헌

1. Shin, S.-Y. and Kim S.-K.: Cooking properties of dry noodles prepared from HRW-WW and HRW-ASW wheat flour blends (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 232-237 (1993)
2. Baik, B.-K., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y.: Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodle. *Cereal Chem.*

- 71, 315-320 (1994)
3. Toyokawa, H., Rubenthaler, G.L., Powers, J.R. and Schanus, E.G.: Japanese noodle qualities. II. Starch components. *Cereal Chem.*, **66**, 387-391 (1989)
 4. Oh, N.H., Seib, P.A., Deyoe, C.W. and Ward, A.B.: Noodle II. The surface firmness of cooked noodle from soft and hard wheat flours. *Cereal Chem.*, **62**, 431-436 (1985)
 5. Oda, M., Yasuda, Y., Okazaki, S., Yamauchi, Y. and Yokoyama, Y.: A method of flour quality assessment for Japanese noodle. *Cereal Chem.*, **57**, 253-254 (1980)
 6. Oh, N.H., Seib, P.A., Deyoe, C.W. and Ward, A.B.: Noodles I. Measuring the textural characteristics of cooked noodle. *Cereal Chem.*, **60**, 433-438 (1983)
 7. Kim, S.-K., Kim, H.-R. and Bang, J.-B.: Effects of alkaline reagent on the rheological properties of wheat flour and noodle property (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 58-65 (1996)
 8. Collins, J.L. and Pangloli, P.: Chemical, physical and sensory attributes of noodles with added sweetpotato and soy flour. *J. of Food Sci.*, **62**, 622-625 (1997)
 9. Lee, S.-Y., Hur, H.-S., Song, J.-C., Park, N.-K., Chung, W.-K., Nam, J.-H. and Chang, H.-G.: Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 44-50 (1997)
 10. Voisey, P.W. and Larmond, E.: Exploratory evaluation of instrumental technique for measuring some textural characteristics of cooked spaghetti. *Cereal Sci. Today*, **18**, 126-143 (1973)
 11. Lee, C.-H. and Kim, C.-W.: Studies on the rheological property of Korean noodles. 1. Viscoelastic behavior of wheat flour noodles and wheat-sweet potato starch noodle. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**, 183-188 (1983)
 12. Nagao, S., Imai, S., Sato, T., Kaneko, Y. and Otsubo, H.: Quality characteristics of soft wheats and their use in Japan. I. Methods of assessing wheat suitability for Japanese products. *Cereal Chem.*, **53**, 988-997 (1976)
 13. Nam, J.-H. and Cho, J.-H.: Effect of rearing Woori-mill and improvement for multi-use high quality variety. Symposium on revitalization of Woori-mill., Association of woori-mill (in Korean). 69-99 (1994)
 14. Chang, H.-G. and Song, H.S.: Quality of Woori-mill flour and processing characteristics of noodles. Symposium on revitalization of Woori-mill. Association of woori-mill (in Korean). 115-134 (1994)
 15. American Association of Cereal Chemists Method (AACC): Experimental milling-Buhler Method, Vol I, 26-28 (1983)
 16. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 920.87 Protein in flour, 923.03 Ash of flour, 15th ed. (1990)
 17. Hwang, H.-J.: Studies on the physicochemical properties of the starches of Korean wheat varieties. Thesis. Graduate School of Natural Resources, Korea University (1997) (in Korean)
 18. Kim, Y.S., Ha, T.Y., Lee, S.H. and Lee, H.Y.: Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 90-95 (1997)
 19. Dubois, M.K., Gilles, K.A., Hamilton R.A., Rebers, R.A. and Smith R.: Colorimeter method for determination of sugars and related substances. *Anal. chem.*, **28**, 350 (1956)
 20. Feng, G. and Seib, P.A.: Instrumental probe and method to measure stickiness of cooked spaghetti and noodles. *Cereal Chem.*, **71**, 330-337 (1994)
 21. Rho, K.L., Seib, P.A., Chung, O.K. and Deyoe, C.W.: Noodles.VII. Investigating the surface firmness of cooked oriental dry noodle made from hard wheat flours. *Cereal Chem.*, **65**, 320-326 (1988)
 22. Oh, N.H., Seib, P.A., Ward, A.B. and Deyoe, C.W.: Noodles. IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chem.*, **62**, 441-446 (1985)
 23. Chung, G.-S. and Kim, S.-K.: Effects of wheat flour protein contents on Ramyon (deep-fried instant noodle) quality. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 649-655 (1991)
 24. Lee, C.-H. and Park, S.H.: Studies on the texture describing terms of Korean (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**, 21-29 (1982)

(1998년 10월 16일 접수)