

밀가루의 이화학적 특성이 Yellow Alkaline Noodle의 색택에 미치는 영향

장학길 · 박영서 · 이명호*

경원대학교 생명공학부, *신홍대학 호텔조리과

Flour Characteristics Related to Noodle Sheet Color for Making Yellow Alkaline Noodles

Hak-Gil Chang, Young-Seo Park and Myung-Ho Lee*

Division of Biotechnology, Kyungwon University

*Department of Hotel Culinary Arts, Shingheung College

Abstract

Twenty two hard and soft wheats were examined for their relationship to physicochemical properties such as near-infrared reflectance (NIR), single kernel characteristics milling properties, rapid visco analyser (RVA), and yellow alkaline noodle (YAN) color. The NIR hardness was highly negative correlated with straight-grade flour ($r=-0.581$) and break flour yield ($r=-0.746$). Flour swelling volume was 17.1~28.1 mL/g and was not significantly different among 22 wheat flours. RVA peak viscosity of soft wheat flours had a significantly higher than that of wheat flours. Hard wheat flours showed higher Mixograph absorption (ranged from 51.9 to 63.6%) than soft wheat flours, and Mixograph absorption was highly correlated with kernel hardness and protein content. *L*, *a* and *b* values of YAN sheet color were measured at 0~24 hr using white background tiles and a dough resting period was examined. *L*, *a* and *b* values were not influenced by characteristics of wheat flours. However, significant differences in dough sheet color were observed between 0 and 24 hr. *L* value of dough sheet decreased as dough resting time increased from 0 to 24 hr. All flours exhibited some increase in *a* and *b* values at 24 hr compared with 0 hr. *L* value had significant correlations between 0 hr and 24 hr after dough sheeting.

Key words: yellow alkaline noodle, noodle sheet color, flour characteristics

서 론

밀가루의 품질특성은 품종과 관련된 유전적 특성과 재배조건에 영향을 받는 환경적 특성으로 분류할 수 있다(Puppala *et al.*, 1998; Chang *et al.*, 2002; Chang과 Lee, 2003). 즉, 밀의 유전적 특성은 종실의 크기, 무게, 경도 등을 포함한 종실의 물리적 특성, 제분특성, 단백질 함량 및 제품적성에 이르기까지 다양하나, 이와 같은 특성은 재배환경조건에 따라서도 큰 영향을 받는다(Puppala *et al.*,

1998; Chang *et al.*, 1982). 따라서 밀의 중요한 특성으로 수량성, 내병성, 내한성 등의 농경학적 특성이 우수한 품종의 육성은 물론 제분특성이나 제품적성과 같은 가공특성도 중요한 형질로서 평가되고 있다(Pomeranz *et al.*, 1976; Slaughter *et al.*, 1992).

밀의 종실은 배유가 82~84%로서 제분수율은 이론상 82~84%가 되나 실제 총 제분(straight-grade flour)의 평균 제분수율은 72% 내외로서 품종 또는 재배환경에 따라서 그 차이는 대단히 크다(Chang *et al.*, 2002; Puppala *et al.*, 1998). 특히 밀 종실의 경도 특성(hardness quality)은 제분수율 측정의 기준이 될 뿐 아니라 최종제품의 생산에도 큰 영향을 미친다.

밀가루의 글루텐 형성 단백질(gluten-forming protein)은 밀 육종에 있어서 유전적으로 조절되는 가장 중

Corresponding author: Hak-Gil Chang, Professor, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65 Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Seongnam 461-701, Korea
Phone: 031-750-5382, Fax: 031-750-5378
E-mail: jhk@kyungwon.ac.kr

요한 특성으로 가공이용시 반죽의 리올로지 특성에 중요한 영향을 미치는 것은 물론 제품적성과 직접적인 관계가 있다(Briggle *et al.*, 1968; Lee *et al.*, 2002). 따라서 밀 단백질에 대해서는 그 중요성 때문에 Pomeranz(1978), Kasarda *et al.*(1978) 및 Reed와 Thorn(1978) 등에 의해서 광범위하게 연구되었다.

밀가루는 우리나라 식품산업에서 가장 중요한 원료의 하나로서 강력밀가루는 주로 제빵용, 중력밀가루는 제면용 그리고 박력밀가루는 제과용으로 쓰인다. 우리나라에서 제면용 밀가루는 오랫동안 미국산 경질밀(hard wheat)과 연질밀(soft wheat)을 1:1로 혼합 제분한 밀가루를 이용하여 왔다(Kim과 Kim, 1989). 그러나 1985년도에 처음으로 호주산 밀이 도입되기 시작하면서 Lee *et al.*(1984)은 호주산 밀 6 품종을 대상으로 제분특성과 리올로지 성질을, Lee와 Lee(1985)는 호주산 밀의 건면 제조적성을, Lee *et al.*(1987)는 호주산 밀로 만든 건면의 품질에 대하여 보고한 바 있다.

한편 Lee *et al.*(1997)은 국내산 밀을 대상으로 밀가루의 리올로지 성질, 입도분포, 건면의 조리 및 관능적 특성을 호주 표준밀(Australian Standard White, ASW)과 비교 검토한 바 있으며, Jang *et al.*(1999)도 국내산밀의 제분수율, 아밀로오스 함량, 건면의 조리 및 관능적 특성을 미국산 밀 및 ASW와 비교하였다. Chang과 Lee(2003)는 미국산 연질밀(Eltan, Penawawa)과 경질밀(ID377S, Klasic)에 대하여 white salted noodle의 색택의 변화에 관하여 검토한 바 있으며, Chang과 Lee(2004)는 미국산 경질밀 450 품종 및 계통에 대하여 alkaline noodle의 색택과 polyphenol oxidase 활성과의 관계에 대하여 보고하였다.

현재 우리나라에서 생산되고 있는 제면용 밀가루는 주로 호주산 밀로서 이에 대한 연구도 많이 수행되었으나(Kim, 1997), 미국산 밀의 품종특성과 제면성에 관한 연구는 제한적으로 검토되었을 뿐이다. 따라서 본 연구는 미국산 경?연질밀의 이화학적 특성과 yellow alkaline noodle의 색택과의 관계에 대하여 조사한 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 밀 재료는 미국 서부밀품질연구소(Western Wheat Quality Lab., Pullman, WA,

USA)에서 분양받은 품종 및 계통으로서 연질 및 경질밀을 각각 11품종 공시하였다(연질밀: Stephens, Eltan, Madsen, Lambert, Gene, Basin, Vanna, ID505, Federation, Penawawa, Alpowa, 경질밀: Bugu, Filin, Serra, Mckay, Scarlet, Winsome, Klasic, Sunco, ID377S, ID533, CA1128).

종실의 이화학적 품질특성

용적중(test weight)은 AACC method 55-10 (2000)에 따라 측정하여 lbs/bu로 표시하였다. Near-infrared reflectance(NIR)에 의한 밀 종실의 경도 측정은 다음과 같이 실시하였다. 시료를 정선한 다음 12/64-inch의 round-hole sieve를 통과하고 1/12-inch의 round-hole sieve에 모아지는 밀을 공시재료로 하였다. 시료 15 g을 취하여 0.5 mm screen을 사용한 Udy cyclone mill로 분쇄(1 g/sec)하여 균일성을 갖도록 잘 혼합한 다음 NIR(Technicon InfraAnalyzer 400, Technicon, Tarrytown, NY, USA)로 측정하여 NIR 경도 수치로 표시하였다(AACC Method 39-70A). Single kernel analysis는 Single Kernel Characterization System(SKCS Model 4100, Perten Instruments, Springfield, IL, USA)을 이용하여 종실 300개에 대한 종실의 경도, 크기 및 중량을 측정하였다(Bettge와 Morris, 2000). 종실 및 밀가루의 단백질 함량은 AACC method 39-10에 따라서 NIR로 측정하여 종실은 12% m.b.로, 밀가루는 14% m.b.로 환산하여 표시하였다.

제분특성

공시된 모든 재료는 Buhler laboratory mill(Model MLU-202, Buhler Bros., Inc., Uzwil, Switzerland)을 이용하여 AACC method 26-31에 따라 제분하였다. 즉, 정선된 밀은 수분 함량이 14%가 되도록 물을 첨가하여 16 시간 동안 방치한 후 제분하기 15~20 분전에 다시 0.5%의 물을 첨가하여 제분하였다. 이때 feed rate는 100 g/min으로 조정하였으며, 제분수율은 총 제분으로 표시하였다. 조쇄분 수율(break flour yield)은 제분기의 break roll을 통과한 것만을 모아서 전체 제분수율의 무게 비율로 표시하였으며, 제분평점(milling score)은 다음과 같이 계산하였다(Morris *et al.*, 1999).

$$\text{Milling score} = 100 - [(80 - \text{flour yield}) + 50(\text{flour ash} - 0.30) + 0.48(\text{milling time} - 12.5) + 0.5(6.5 - \text{percent long patent}) + 0.5(16 - \text{first tempering moisture})]$$

밀가루의 회분 함량은 시료 4 g을 평량하여 550°C의 회화로에서 15 시간 회화시킨 후 방냉하여 무게를 측정 후 표시하였다(AACC method 08-01).

호화특성

Flour swelling volume(FSV)는 Western Wheat Quality Laboratory 방법(Morris *et al.*, 1999)에 따라서 밀가루 0.45 g(d.b.)에 12.5 mL의 물을 첨가하여 잘 분산시킨 후 92.5°C의 항온수조에서 30 분간 회전시키면서 가온하였다. 다음에 얼음수조에서 급냉시킨 후 25°C에서 5 분간 방치하여 실온으로 유지시켰다. 이어서 15 분간 1,000×g로 원심분리시켜 침전된 전분의 높이(mm)를 측정하여 다음 식에 의해 mL/g으로 표시하였다.

$$\text{Flour swelling volume(mL/g)} = (\text{mm} \times 1.52) - 0.30 \text{ mL}/0.45 \text{ g}$$

밀가루의 점도측정은 Rapid Visco Analyzer(RVA, Model 3d, Newport Scientific, Narrabeen, N.S.W., Australia)를 이용하여 측정하였다. 즉, 시료 4.0 g을 정확히 평량하여 점도 측정용 용기에 넣고 증류수 25.0 mL을 첨가하여 현탁액을 만든 후 RVA에 고정시켜서 95°C에서 최고점도를 측정하여 peak viscosity(cenipoise×12)로 표시하였다(Morris *et al.*, 1999).

Mixograph 특성

Mixograph 특성은 AACC method 55-40A 에 따라서 10 g mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 각 품종별 밀가루의 최적 수

분흡수율을 구하여 14% m.b.로 환산하여 최적 수분 흡수율을 구하였다.

Alkaline noodle의 배합, 제조 및 색깔의 측정

밀가루 100 g(14% m.b.)에 소금 2 g, Na₂CO₃ 0.5 g 및 물 34 g을 첨가하여 pin-type mixer (National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)에서 4분간 혼합한 다음 국수제조기(Ohtake Noodle Machine Mfg. Co., Tokyo, Japan)로 면대(dough sheet)를 제조하였다(Chang과 Lee, 2003; Chang과 Lee, 2004). 롤 간격 4.0 mm에서 1회 sheeting을 한 후, 반을 접어 단계적으로 롤 간격을 4.0→3.2→2.5→2.0→1.6→1.3→1.0 mm로 감소시켜 면대를 제조하였다. 최종 면대(1.0±0.1 mm)를 너비 10 cm, 길이 15 cm로 잘라서 색깔을 측정하였으며, dough resting 실험은 면대를 plastic bag에 넣은 후 25°C에서 24시간 방치한 다음 색깔을 측정하였다. Noodle sheet의 색깔은 chromameter(310, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 구하였다.

결과 및 고찰

종실의 이화학적 품질특성

본 연구에 공시된 경·연질 밀의 종실특성은 Table 1과 같다. 밀의 용적중은 종실의 충실도와 관련된 것으로 용적중이 무겁다는 것과 밀종실의 경도관련 유전자(hardness gene)는 밀의 품질특성에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 공시된 밀 품종별 용적중과 near-infrared reflectance(NIR) 경도를 보면, 용적중은 연질밀과 경질밀이 각각 62.5 및 62.9 lb/bu로서 차이가 없었으나 NIR 경도는 연질밀이 21.3~37.8(평

Table 1. Wheat kernel characteristics for 22 soft and hard wheat cultivars and lines

Wheat characteristics	Mean ¹⁾			Range	
	Soft wheat	Hard wheat	Soft+Hard	Soft wheat	Hard wheat
Test weight(lb/bu)	62.5±0.71	62.9±0.98	62.7±0.85	60.1-64.5	61.1-64.4
NIR ²⁾ hardness	27.4±2.30	68.9±4.54	48.2±3.42	21.3-37.8	54.5-84.5
Wheat protein(%) ³⁾	10.0±0.49	12.3±0.32	11.2±0.41	9.0-11.2	10.7-14.5
Single kernel characteristics ⁴⁾					
Hardness index	36.0±15.63	69.7±15.29	52.9±15.46	25.9-48.0	54.7-85.6
Kernel weight(mg)	39.6±9.52	36.7±9.99	38.2±9.76	28.8-58.1	31.6-42.7
Kernel size(mm)	2.6±0.53	2.5±0.57	2.6±0.55	2.1-3.4	2.2-2.8

¹⁾Means are averages of triplicates for each cultivars and lines.
²⁾Near-infrared reflectance.
³⁾12% moisture content basis.
⁴⁾Single kernel characteristics estimated from 300 kernels.

균 27.4), 경질밀이 54.5~84.5(평균 68.9)로서 평균 2.5배의 차이가 있었다.

Lee *et al.*(2002)의 연질의 이화학적 특성과 sugar-snap cookie의 제조적성에 관한 연구를 보면, 용적 중은 품종에 따라서 차이가 적었으나 NIR 경도는 품종에 따라서 그 변이폭이 크다고 보고하였다.

한편, Single Kernel Characterization System (SKCS)으로 측정된 종실의 경도, 무게 및 크기를 보면, SKCS 경도는 경질밀이 평균 69.7, 연질밀이 36.0으로서 경질밀이 거의 2배 정도 높은 것을 볼 수 있었으나, 종실의 무게와 크기는 차이가 없었다. 밀 종실의 단백질 함량은 연질밀이 9.0~11.2%(평균 10.0%), 경질밀이 10.7~14.5%(평균 12.3%)로서 경질 밀이 평균 2.3% 높았다.

Bettge와 Morris(2000)는 밀 종실의 경도관련 유전자는 밀의 이용을 결정하는 주요한 요인임을 강조하면서 NIR 경도와 SKCS 경도와는 고도의 정의 상관($r=0.93$)이 있음을 밝혔으며, Giroux와 Morris (1997)도 밀 종실의 SKCS 경도는 NIR 경도와 고도의 유의적 상관($r=0.94$)이 있다고 보고하였다.

제분특성

Table 2는 본 연구에 공시된 22개 밀 품종 및 계통에 대한 총 제분 수율(straight-grade flour yield), 조쇄분 수율(break flour yield), 밀가루의 회분 함량 및 제분평점 등에 대한 제분특성을 종합적으로 검토한 것이다. 총 제분 수율은 연질밀이 66.3~72.6%(평균 69.4%), 경질밀이 65.6~68.5%(평균 67.4%)로서 연질밀이 경질밀보다 평균 2.0% 높았고, 조쇄분 수율은 연질밀이 41.0~55.3%(평균 49.4%), 경질밀이 34.5~46.1%(평균 40.8%)로서 연질밀이 경질밀보다 평균 8.60% 높았다. 일반적으로 연질밀은 조쇄분 수율이 경질밀에 비해 높는데, 조쇄분 수율은 밀의 유전적 품질특성으로 알려져 있다(Kaldy와

Rubenthaler, 1987).

밀 종실의 이화학적 특성과 제분특성과의 관계를 보면 Table 3과 같다. NIR 경도와 제분특성과는 고도의 정 또는 부의 상관성이 있었는데, 특히 NIR 경도와 총 제분 수율 및 조쇄분 수율과의 상관관계는 각각 고도의 부의 상관($r=-0.644$, $r=-0.857$)을 보였다. 이와 같은 결과는 NIR 경도가 경질밀이 연질밀의 2배 이상으로 높았고, 반면 제분수율은 연질밀이 경질밀에 비해서 높았던 사실로서 설명되며, SKCS 경도와 제분수율과의 관계에서도 동일한 경향을 볼 수 있었다.

한편, 종실 및 밀가루의 단백질 함량과 제분수율과의 관계를 보면 종실 및 밀가루의 단백질 함량이 증가함에 따라서 제분수율이 감소함을 볼 수 있었는데, 이는 경질밀의 단백질 함량이 연질밀에 비해 높았기 때문이다.

Kaldy와 Rubenthaler(1987)의 밀 품종별 제분수율을 비교한 연구내용을 보면, soft white winter 밀이

Table 3. Simple correlation coefficient between kernel characteristics and milling properties determined in 22 wheat cultivars and lines

Characteristics	Milling properties			
	Straight flour yield	Break flour yield	Flour ash	Milling score
NIR ¹⁾ hardness	-0.644**	-0.857**	0.663**	-0.702**
SKCS ²⁾ kernel				
Hardness	-0.488*	-0.721**	0.659**	-0.616**
Weight	-0.264	-0.187	0.004	0.071
Size	0.124	-0.272	0.071	-0.026
Protein content				
Wheat	-0.649**	-0.672**	0.530**	-0.663**
Flour	-0.623**	-0.671**	0.454*	-0.595**

¹⁾Near-infrared reflectance.

²⁾Single Kernel Characterization System.

***: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

Table 2. Milling properties for 22 soft and hard wheat cultivars and lines

Milling properties	Mean ¹⁾			Range	
	Soft wheat	Hard wheat	Soft+Hard	Soft wheat	Hard wheat
Straight flour yield(%)	69.4±0.65	67.4±0.89	68.4±0.77	66.3~72.6	65.6~68.5
Break flour yield(%)	49.4±0.45	40.8±1.34	45.1±0.90	41.0~55.3	34.5~46.1
Flour ash content(%)	0.4±0.03	0.4±0.05	0.4±0.04	0.4~0.5	0.4~0.5
Milling score	83.4±1.66	78.8±1.47	81.1±1.57	80.2~90.0	73.0~82.0
Flour protein content(%) ²⁾	8.4±0.39	10.8±0.43	9.6±0.41	7.3~9.9	9.2~13.1

¹⁾Means are averages of triplicates for each cultivars and lines.

²⁾12% moisture content basis.

soft white spring 밀에 비하여 총 제분 수율 및 조쇄분 수율이 모두 높았고, 제분수율과 단백질 함량과는 부의 상관성이 있다고 밝혔다. 또한, Park *et al.*(1997)은 경질밀 중에서도 hard white 밀이 hard red 밀보다 제분수율이 높고 단백질 함량도 높다고 보고 하였다.

Bettge와 Morris(2000)의 밀 종실의 경도와 품질 특성과의 관계에 대한 연구에서 NIR 및 SKCS 경도와 조쇄분 수율은 고도의 부의 상관성이 있다고 밝힌바 있는데, 이는 본 연구의 결과와 일치한다.

호화 및 Mixograph 특성

밀의 수발아 정도를 측정하기 위하여 개발된 Rapid Visco-Analyzer(RVA)가 최근에는 밀가루 또는 전분의 호화특성을 측정하는 등 여러 가지 용도로 이용되고 있다(Ross *et al.*, 1987; Deffenbaugh와 Walker, 1989). 즉, RVA는 Brabender amylograph/viscograph와 비교하여 보면 시료량이 적고(시료량: 3~4 g) 측정시간이 짧으며 컴퓨터에 의해 측정치가 직접적으로 기록된다는 것이 가장 큰 장점이다.

공시 밀가루의 팽창부피(swelling volume), RVA peak viscosity 및 Mixograph 흡수율을 Table 4에 나타내었다. 팽창부피를 보면, 경질밀은 17.1~22.6 mL/g(평균 20.7 mL/g), 연질밀이 20.4~28.1 mL/g(평균 23.0 mL/g)으로서 연질밀이 비교적 높은 경향을 나타냈다. RVA peak viscosity는 품종에 따라서 경질밀이 123.0~245.0 unit(평균 168.8 unit), 연질밀이 91.0~259.5 unit(평균 152.4 unit)로서 경질밀이 높았으며, 품종간의 변이도 경질밀이 연질밀에 비하여 컸다.

밀가루 또는 전분의 호화특성은 반죽의 점성과 직접적인 관계가 있다. 아울러 반죽의 점성은 쿠키의 퍼짐성 즉, 쿠키 직경과 깊은 관계가 있는데, Miller와 Hosoney(1997)의 연구 결과에 따르면 쿠키 직경과 반죽의 점성과는 $r=-0.796$ 의 고도의 부의 상

관이 있음을 밝혔으며, Finney(1985)도 밀가루 전분의 특성 중 점성의 정도는 각 품종이 갖는 유전적 특성이라고 보고한 바 있다. 따라서 앞으로 RVA peak viscosity 및 팽창부피와 국수의 조리특성과의 관계에 대해서 검토해 볼 필요가 있다고 사료된다.

공시된 밀 종류 및 품종별 Mixograph 흡수율을 보면, 경질밀이 57.8~64.6%(평균 61.3%)으로서 연질밀의 51.9~60.6%(평균 54.9%)에 비하여 평균 6.4%가 높았다.

밀 종실 및 밀가루의 이화학적 품질은 가공 이용시 반죽의 리올로지특성에 중요한 영향을 미친다. 밀가루의 리올로지특성을 측정하기 위하여 Mixograph가 많이 이용되는데, 각 밀 품종은 품종 고유의 Mixograph 패턴을 갖는다(Weak *et al.*, 1977).

본 연구에서 22개의 경·연질밀 품종에 대한 Mixograph 흡수율과 종실의 특성 및 제분성과의 관계를 보면 Table 5와 같다. Mixograph 흡수율은 종실의 NIR 정도 및 SKCS 정도와 각각 $r=0.813$ 및

Table 5. Simple correlation coefficient among Mixograph absorption, kernel characteristics and milling properties determined in 22 wheat varieties and lines

Quality parameter	Mixograph absorption	
Kernel characteristics	Test weight	0.347
	NIR ¹⁾ hardness	0.813**
	SKCS ²⁾ hardness	0.788**
	SKCS weight	-0.118
	SKCS size	0.011
	Wheat protein	0.818**
Milling properties	Flour protein	0.870**
	Straight flour yield	-0.504*
	Break flour yield	-0.714**
	Ash content	0.410
	Milling score	-0.472*

¹⁾Near-infrared reflectance.

²⁾Single Kernel Characterization System.

***: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

Table 4. Flour swelling volume, Rapid Visco Analyser(RVA) peak viscosity and Mixograph absorption of 22 soft and hard wheat cultivars and lines

Quality parameter	Mean ¹⁾			Range	
	Soft wheat	Hard wheat	Soft+Hard	Soft wheat	Hard wheat
Flour swelling vol.(mL/g)	23.0±0.93	20.7±1.44	21.8±1.19	20.4~28.1	17.1~22.6
RVA peak viscosity(Cp×12)	152.4±3.60	168.8±17.39	160.6±10.50	91.0~259.5	123.0~245.0
Mixograph absorption(% ²⁾)	54.9±0.74	61.3±0.42	58.3±0.58	51.9~60.6	57.8~64.6

¹⁾Means are averages of triplicates for each cultivars and lines.

²⁾Percentage by weight, corrected to 14% moisture basis.

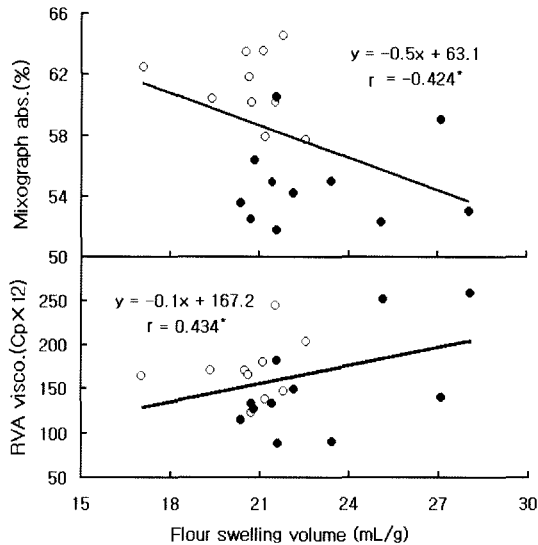


Fig. 1. Relationship among flour swelling volume, Rapid Visco Analyser(RVA) and Mixograph absorption determined in 22 wheat cultivars and lines.

○ : soft wheat, ● : hard wheat

*: Significant at the 5% level probability

$r=0.788$ 의 고도의 정의 상관관계가 있었다. 한편, 밀 종실 및 밀가루의 단백질 함량과 Mixograph 흡수율과의 관계를 보면, 고도의 정의 상관관계가 있었으나 총 제분 수율, 조쇄분 수율 및 제분평점과는 부의 상관관계가 있었다.

Pomeranz *et al.*(1988)은 밀의 경도와 가공적성에 관한 연구에서 경질밀의 경도가 연질밀보다 높은 것은 경질밀의 단백질 함량이 연질밀보다 높기 때문이며, 따라서 밀의 단백질 함량과 밀의 경도는 정의 상관관계가 있다고 밝혔는데, 이는 본 연구의 내용과 일치하는 것이다.

한편, 경·연질 밀가루의 팽창부피(flour swelling volume, FSV)와 Mixograph 흡수율 및 RVA peak viscosity와는 각각 $r=-0.424$ 및 $r=0.434$ 의 유의성이 있어 FSV가 증가함에 따라서 흡수율은 감소하였지만 peak viscosity는 증가하는 경향을 볼 수 있었다(Fig. 1).

밀가루의 FSV는 유전성이 강한 품질특성으로서, 밀 품종에 따라 서로 다른 점탄성 특성을 갖는 것으로 알려져 있다(Wong과 Lelievre, 1982). 따라서 Toyokawa *et al.*(1989)은 호주 표준밀(Australian Standard White, ASW)이 연질 또는 club밀보다 FSV가 높다고 보고하였고, Crosbie(1991)도 FSV는 밀 품종의 유전적 요인인 재배환경보다 크다고 밝힌 바 있다. Morris *et al.*(1997)도 밀 육성에 있어서 가공이용과 관련하여 최적 FSV를 갖는 품종의 육성이 필요하다고 보고하였다.

Yellow alkaline noodle sheet의 선택

Yellow alkaline noodle(YAN) 면대의 선택을 경·연질밀로 구분하여 보면 Table 6과 같다. 즉, YAN sheet의 제조직후(0 hr) L값은 연질밀과 경연질이 각각 86.1~89.4(평균 87.5) 및 85.6~88.6(평균 87.2)로서 밀가루의 품종에 따라서 차이를 보이지 않았으며, a값과 b값도 같은 경향을 보였다.

이와 같이 품종에 따라서 선택의 차이가 나지 않은 것은 면대 제조 후 24 시간 지났을 때도 동일한 경향을 보였다. 즉, 면대 제조 24시간 후 선택의 변화를 보면, L값은 연질밀과 경질밀이 각각 74.9~83.1(평균 79.9) 및 76.2~83.5(평균 79.8), a값은 각각 -0.6~1.6(평균 -0.7) 및 -0.1~3.5(평균 -1.6) 그리고 b값은 각각 23.0~27.8(평균 25.9) 및 24.3~32.1(평균 27.5)로서 품종 간에 큰 차이를 보이지 않

Table 6. Dough sheet color value of yellow alkaline noodle of 22 different wheat flours measured at immediately(0 hr) and 24 hr after sheeting

Dough sheet color	Mean ¹⁾			Range	
	Soft wheat	Hard wheat	Soft+Hard	Soft wheat	Hard wheat
Immediately after sheeting (0 hr)					
L	87.5±0.90	87.2±0.64	87.4±0.77	86.1~89.4	85.6~88.6
a	-2.2±0.37	-2.6±0.25	-2.4±0.31	-0.2~3.3	-1.7~3.3
b	19.8±1.44	20.6±1.04	20.2±1.24	15.3~21.4	18.2~23.5
24 hr after sheeting					
L	79.9±2.19	79.8±2.80	79.9±2.50	74.9~83.1	76.2~83.5
a	-0.7±0.87	-1.6±0.60	-1.2±0.74	-0.6~1.6	-0.1~3.5
b	25.9±1.53	27.5±1.10	26.7±1.32	23.0~27.8	24.3~32.1

¹⁾Means are averages of triplicates for each cultivars and lines.

았다.

이와 같은 사실로 보아 면대 제조 직후의 색택은 밀 품종에 따라서 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. Shin과 Kim(2005)의 연구에서도 우리나라 생면용 밀가루의 명도와 황색도는 ASW 밀가루와 혼합 밀가루 사이에 유의성이 없었다고 발표하였으며, Kim과 Koh(2000)는 첨가제를 이용한 밀가루 국수의 색택비교에 관한 내용을 보면 L값이 도입 밀가루와 한국산 밀가루가 각각 81.8 및 78.1로 큰 차이가 없을 뿐만 아니라 생면과 건면 제조 시에는 다소 감소하는 현상을 보였으나 생면과 건면은 차이가 없었다고 보고하였다.

그러나 면대 제조 직후와 제조 24 시간 후의 색택의 변화를 보면, L값의 경우 연질밀은 평균 87.5에서 79.9로서 8% 이상이 감소하였고, b값은 연질밀이 평균 19.8에서 25.9, 경질밀이 평균 20.6에서 27.5로서 30% 이상 증가되는 현상을 보였다. 이와 같은 결과는 Chang과 Lee(2003)의 white salted noodle의 연구에서도 면대 제조 24 시간 후 L값이 10.7 unit 까지 감소하였다는 보고와 일치하며, 또 Morris et al.(2000)의 YAN의 연구에서 면대 제조 24 시간 후 L, a, b값의 감소는 고도의 유의성이 있으며, 아울러 품종에 따라 큰 차이가 있다고 밝혔다. 즉, Eltan과 ID377S는 L값이 5 unit 정도 감소한 반면 Penawawa는 15 unit가 감소한 것을 볼 수 있었다. 따라서 Chang과 Lee(2003)는 면대의 색택에 미치는 요인은 사용한 밀가루의 품종과 면대의 두께라고 보고하였다.

Kim과 Koh(2000)의 연구에서도 반죽 후 색의 변화는 시간이 경과함에 따라서 계속 진행되며 전반적으로 4시간까지는 색의 변화가 크지만, 이후부터는 변색이 완만하게 진행된다고 밝혔다. 특히, Chang

과 Lee(2004)의 연구에서는 경질밀 360품종 및 계통의 YAN의 색택에 대한 연구에서 면대의 a값과 L-DOPA polyphenol oxidase와는 고도의 정의 상관이 있다고 보고한 바 있으며, Lee et al.(1997)의 국산밀과 수입밀의 국수품질에 관한 연구를 보면, 국수는 색상(hue) 보다는 기호성 면에서 명도(value)를 중시하는데, 색상이나 명도에서 밀 품종별로 차이가 크다고 밝힌 바 있다.

Alkaline noodle 면대 제조 직후(0 시간)와 휴지 후(24 시간) 색택의 상관관계를 보면 Table 7과 같다. L값의 관계를 보면 고도의 정의 상관(r=0.684)이 있어 면대형성시의 색택이 휴지 후의 색택에 직접적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. a값과 b값에서도 각각 r=0.679 및 r=0.633으로 고도 정의 상관을 보여 L값과 동일한 경향을 보였다.

한편, L값과 a값의 관계를 보면, 면대형성 직후와 휴지 후 각각 고도의 부의 상관(r=-0.542, r=-0.595)이 있어서 L값, 즉 명도가 증가함에 따라서 a값(적색도)이 감소함을 볼 수 있었으며, a값과 b값의 관계에도 같은 경향을 보였다.

Kim et al.(1997)에 의하면 국수제조 시 대체분의 첨가량이 증가할수록 L값은 급격히 감소하고 a와 b값은 증가한다는 것은 품질저하의 요인이 될 수 있다고 지적하였다. 따라서 밀품종에 있어서도 면대의 L값이 감소하고 a값과 b값이 증가한다는 것은 국수의 품질, 특히 색택을 저하 시키는 요인이 될 수 있다고 생각한다.

이와 같은 결과를 종합하여 보면, Morris et al.(2000)이 지적한 바와 같이 면대의 색택에는 밀의 품종과 휴지시간(flour-by-time)의 상호관계가 존재하며, 국수의 명도에 결정적 영향을 미치는 것은 밀가루의 특성이라 볼 수 있다. 즉, 각 품종의 0 시

Table 7. Correlation coefficients between immediately after sheeting (0 hr) and 24 hr after sheeting in alkaline noodle dough sheet color

Dough sheet color	Immediately after sheeting			24 hr after sheeting		
	L	a	b	L	a	b
Immediately after sheeting (0 hr)						
L	-					
a	-0.542**	-				
b	-0.205	-0.445*	-			
24 hr after sheeting						
L	0.684**	-0.582**	-0.147	-		
a	-0.537**	0.679**	-0.295	-0.595**	-	
b	-0.131	-0.451*	0.633**	0.288	-0.326	-

***: Significant at the 5% and 1% levels probability, respectively.

간의 색택은 24 시간 후에도 그 순위가 변화되지 않았다.

요 약

본 연구는 연질밀과 경질밀을 각각 11품종 및 계통을 공시하여 이화학적 특성(용적중, near-infrared reflectance(NIR) 정도, single kernel characteristics, 제분율, rapid visco analyser(RVA) 등)과 yellow alkaline noodle(YAN)의 색택 등에 대하여 검토하였다. NIR 정도는 총 제분 수율 및 조쇄분 수율과 각각 고도의 부의 상관($r=-0.581$, $r=-0.746$)이 있었다. 밀가루의 팽창부피는 $17.1\sim 28.1$ mL/g(평균 21.8 ± 1.19 mL/g)으로서 밀 품종 간에 큰 차이가 없었으며, RVA peak viscosity는 연질밀이 경질밀에 비하여 월등히 높았다. Mixograph 흡수율은 $51.9\sim 63.6\%$ 로서 경질밀이 연질밀보다 높았으며, Mixograph 흡수율은 종실의 정도 및 단백질 함량과 고도의 정의 상관성이 있었다. YAN 면대의 색택(L , a 및 b 값)은 면대 제조직후와 24 시간 후 측정하였는데, L , a 및 b 값은 밀 품종에 따른 영향은 크지 않았다. L 값은 24 시간 후 감소하였으나, a 와 b 값은 증가하였다. L 값은 면대형성 직후와 24 시간 휴지 후 색택 간에는 고도의 정의 상관성이 있었다.

참고문헌

- American Association of Cereal Chemistry. 2000. Approved Methods of the AACC. 10th ed. AACC, Inc., St. Paul, MN, USA.
- Bettge, A.D. and C.F. Morris. 2000. Relationships among grain hardness, pentosan fractions, and end-use quality of wheat. *Cereal Chem.* **77**: 241-247.
- Briggle, L.W., W.T. Yamazaki and W.D. Hanson. 1968. Heritability of three soft wheat quality characters in the F2 and F3 generations. *Crop Sci.* **8**: 283-285.
- Chang, H.G., K.Y. Chung and C.S. Kim. 1982. Studies on the physicochemical characteristics and end-product potentialities of Korean wheat varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.* **14**: 350-354.
- Chang, H.G. and M.J. Lee. 2003. Effects of processing, formula and measurement variables on white salted noodle color. *Food Sci. Biotechnol.* **12**: 559-564.
- Chang, H.G. and Y.T. Lee. 2004. Relationships among polyphenol oxidase activity, quality characteristics and alkaline noodle color of hard white wheats. *Food Sci. Biotechnol.* **13**: 498-503.
- Chang, H.G., Y.T. Lee and W.B. Koh. 2002. Relationships among single-kernel characteristics, milling properties and baking quality of hard wheats. *Food Sci. Biotechnol.* **11**: 526-530.
- Crosbie, G.B. 1991. The relationship between starch swelling properties, paste viscosity and boiled noodle quality in wheat flours. *J. Cereal Sci.* **13**: 145-150.
- Deffenbaugh, L.B. and C.E. Walker. 1989. Comparison of starch pasting properties in the Brabender viscoamylograph and the rapid visco-analyzer. *Cereal Chem.* **66**: 493-499.
- Finney, P.L. 1985. Effect of wheat variety on the relationship between falling number and alpha amylase activity. *Cereal Chem.* **62**: 258-262.
- Giroux, M.J. and C.F. Morris. 1997. A glycine to serine change in puroindoline b associated with wheat grain hardness and low levels of starch-surface friabilin. *Theor. Appl. Genet.* **95**: 857-864.
- Jang, E.H., H.S. Lim, B.K. Koh and S.T. Lim. 1999. Quality of Korean wheat noodles and its relations to physicochemical properties of flour. *Korea J. Food Sci. Technol.* **31**: 138-146.
- Kaldy, M.S. and G.L. Rubenthaler. 1987. Milling, baking, and physical-chemical properties of selected soft white winter and spring wheats. *Cereal Chem.* **64**: 302-307.
- Kasarda, D.D., C.C. Nimmon and G.O. Kohler. 1978. Proteins and amino acid composition of wheat fractions. pp.227-299 In: *Wheat Chemistry and Technology*. Pomeranz, Y. (eds.). AACC, St. Paul, MN, USA.
- Kim, M.S. and B.K. Koh. 2000. Discoloration of Korean wheat flour noodles with additives. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**: 792-798.
- Kim, S.K. 1997. Overview of Korean noodle industry. *Food and Biotechnol.* **6**: 125-130.
- Kim, S.K. and B.N. Kim. 1989. Survey on wheat flour utilization in Korean. *Korean J. Dietary Culture* **4**: 109-120.
- Kim, Y.S., T.Y. Ha, S.H. Lee and H.Y. Lee. 1997. Effects of rice bran dietary fiber on flour rheology of wet noodles. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 90-95.
- Lee, H.D. and C.H. Lee. 1985. The quality of Korean dried noodle made from Australian wheat. *Korean J. Food Sci. Technol.* **17**: 163-169.
- Lee, H.D., C.H. Lee, O.H. Kwon and H.G. Chang. 1984. Milling property of Australian wheats and physicochemical properties of the flour. *J. Korean Agri. Chem. Soc.* **27**: 21-28.
- Lee, C.H., P.J. Gore, H.D. Lee, B.S. Yoo and S.H. Hong. 1987. Utilization of Australian wheat for Korean style dried noodle making. *J. Cereal Sci.* **6**: 283-287.
- Lee, S.Y., H.S. Hur, J.C. Song, N.K. Park, W.K. Chung, J.H. Nam and H.G. Chang. 1997. Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 44-50.
- Lee, Y.S., J.G. Kim, J.H. Won and H.G. Chang. 2002.

- Physicochemical properties and sugar-snap cookie making potentialities of soft wheat cultivars and lines(*Triticum aestivum* L. em Thell.). Korean J. Food Sci. Technol. **34**: 846-855.
- Miller, R.A. and R.C. Hosene. 1997. Use of elongational viscosity of estimate cookie diameter. Cereal Chem. **74**: 614-616.
- Morris, C.F., B.J. Shackley, G.E. King and K.K. Kidwell. 1997. Genotypic and environmental variation for flour swelling volume in wheat. Cereal Chem. **74**: 16-21.
- Morris, C.F., H.C. Jeffers and D.A. Engle. 2000. Effect of processing, formula and measurement variables on alkaline noodle color-Toward an optimized laboratory system. Cereal Chem. **77**: 77-85.
- Morris, C.F., H.C. Jeffers, D.A. Engle, M.L. Baldrige, B.S. Patterson, A.D. Bettge, G.E. King and B. Davis. 1999. Fifty-first annual report of the Western Wheat Quality Lab., USDA Agricultural Research Service.
- Park, W.J., D.R. Shelton, C.J. Peterson, T.J. Martin, S.D. Kachman and R.L. Wehling. 1997. Variation in polyphenol oxidase activity and quality characteristics among hard white wheat and hard red winter wheat samples. Cereal Chem. **74**: 7-11.
- Pomeranz, Y. 1978. Composition and functionality of wheat-flour components. pp. 585-674. In: Wheat Chemistry and Technology. Pomeranz, Y.(eds.). AACC, St. Paul, MN, USA.
- Pomeranz, Y., M.D. Shogren, L.C. Bolte and K.F. Finney. 1976. Functional properties of dark hard and yellow hard red winter wheat. Baker's Digest **50**: 35-40.
- Pomeranz, Y., Z. Czuchajowska, M.D. Shogen, G.L. Rubenthaler, L.C. Bolte, H.C. Jeffers and P.J. Mattern. 1988. Hardness and functional(bread and cookie-making) properties of U.S. wheat. Cereal Foods World **33**: 297-304.
- Puppala, V., T.J. Herrman, W.W. Bockus and T.T. Loughin. 1998. Quality response of twelve hard red winter wheat cultivars to foliar disease across four locations in central Kansas. Cereal Chem. **75**: 94-99.
- Reed, G. and J.A. Thorn. 1978. Enzymes. pp. 453-491. In: Wheat Chemistry and Technology. Pomeranz, Y.(eds.). AACC, St. Paul, MN, USA.
- Ross, A.S., C.E. Walker, R.I. Booth, R.A. Orth and C.W. Wrigley. 1987. The Rapid Visco-Analyzer: A new technique for the estimation of sprout damage. Cereal Foods World **32**: 827-829.
- Shin, S.N. and S.K. Kim. 2005. Physicochemical properties of Korean raw noodle flours. Korean J. Food Sci. Technol. **37**: 418-424.
- Slaughter, D.C., K.H. Norris and W.R. Hruschka. 1992. Quality and classification of hard red wheat. Cereal Chem. **69**: 428-432.
- Toyokawa, H., G.L. Rubenthaler, J.R. Powers and E.G. Schanus. 1989. Japanese noodle qualities. II. Starch components. Cereal Chem. **66**: 387-391.
- Weak, E.D., R.C. Hosene, P.A. Seib and M. Biag. 1977. Mixograph studies. 1. Effects of certain compounds on mixing properties. Cereal Chem. **54**: 794-802.
- Wong, R.B.K. and J. Lelievre. 1982. Effects of storage on dynamic rheological properties of wheat starch pastes. Starch/Staerke **34**: 231-233.