

## 찰성밀과 보통밀간의 종실 및 제분특성 비교

이춘기\*† · 남중현\* · 강문석\* · 구본철\* · 박광근\* · 김재철\* · 손영구\* ·  
박정화\* · 이영호\* · 손종록\* · 민용규\*\*

\*농촌진흥청 작물과학원, \*\*충북대학교 식품공학과

## Comparison of Grain and Milling Properties between Waxy and Non-waxy Wheat

Choon-Ki Lee\*†, Jung-Hyun Nam\*, Moon-Seok Kang\*, Bon-Chol Ku\*, Kwang-Keun Park\*, Jae-Cheol Kim\*,  
Young-Koo Son\*, Jeong-Hwa Park\*, Yeong-Ho Lee\*, Jong-Rok Son\*, and Young-Kyoo Min\*\*

\*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

\*\*Dep. of Food Sci. & Technol, Chungbuk Nat'l Univ, Cheongju 361-763, Korea

**ABSTRACT :** For the purpose to verify the grain and evaluate milling properties of Korean waxy wheat, comparison analysis between waxy wheat lines and their respective maternal parents were performed. The waxy lines showed various grain yields of 4.76 ~ 5.79 t/ha depending on parentages, which were corresponding to 80 ~ 96% levels of their respective maternal parents. One thousand grain weights of waxy lines were also lighter than its respective part in its parentage by exhibiting 32.8 ~ 34.6 g compared to 32.9 ~ 45.2 g of their parents. Test weights of waxy lines and their parents were 720 ~ 798 g/l and 786 ~ 797 g/l, respectively. The proportions of the grains above 2.5 mm in width were higher in order of Keumgang, Olgeuru, Geuru, SW97134, Suwon 292, Woori, SW97105, and SW97110. Waxy lines exhibited low milling properties by showing the straight flour yields ranging from 61.8% to 67.1% compared with the yields of their parents ranging from 66.1% to 72.5%; the waxy lines were significantly lower in first break flour (B1) and first reduction flour (R1) yields in the Buller test mill, while significantly higher in the yields of second and third reduction flour (R2 and R3) than the respective ones of their parent wheat.

**Keywords:** wheat, waxy wheat, physico-chemical property, quality

밀에서 전분은 성숙한 종실의 62~75%를 차지하는 주요 성분으로서 보통 아밀로펙틴(65~78%)과 아밀로스(22~35%) 두 유형의 포도당 중합체로 구성되어 있고(Lineback *et al.*, 1988), 종실내에 전분립(starch granule) 형태로 축적된다.

보통밀(*Triticum aestivum*)에서 아밀로스 합성 효소인 59~60kDa 크기의 granule-bound starch synthase (GBSSI 또

는 Wx protein)는 *Wx-A1*(7AS), *Wx-B1*(4AL) 및 *Wx-D1*(7DS)로 정의된 homoeologous Wx loci로부터 독립적 유전정보를 받아 3종류가 생성되고, 이들로부터 생성된 효소는 각각 Wx-A1, Wx-B1 및 Wx-D1 GBSSI로 구분하고 있다(Chao *et al.*, 1989; Nakamura *et al.*, 1992, 1993, 1998). 따라서 찰성 밀이 되려면, 돌연변이 등으로 한 개체내 Wx 유전자 3개 모두 GBSSI를 생성할 수 없어야 하는데, 최근 3개의 Wx 유전자중 하나 또는 두 개가 자연 돌연변이를 일으킨 부분 찰성밀(partial waxy)의 존재가 확인되었고, 1990년대 중반에는 이들로부터 인위적 찰성 밀 계통이 육성되기에 이르렀다(Nakamura *et al.*, 1995; Yasui *et al.*, 1997; Kiribuchi-Otobe *et al.*, 1997). 국내에서도 찰밀 육성 연구가 1996년도부터 시작되어 1999년 말에는 생산력 검정단계의 고세대 찰성밀이 6계통이 선발되었고, 2001년도에는 지역적응시험단계까지 수행되었으며, 2002년도에는 이들 중 수원 292호가 “신미찰”이란 이름으로 품종 등록되기에 이르렀다(작물시험장, 1996, 1999-2002).

세계적으로 찰밀 계통이 육성되면서 품질면에서 GBSSI 단백질과 아밀로스 함량에 미치는 영향(Yamammori *et al.*, 2000b), 찰 및 부분 찰 전분의 swelling과 pasting 특성(Araki *et al.*, 1999, 2000), 찰 및 부분 찰성 밀가루의 제분특성(Epstein *et al.*, 2002), 찰성 밀의 제빵적성 등의 연구결과(Bhattachary *et al.*, 2001)가 보고된 바 있으나 아직도 이 분야에 대한 많은 검토가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 국내 육성중인 찰성 밀 계통의 종실 및 제분특성을 구명할 목적으로 모본으로 사용된 국내 보통밀과의 비교시험이 이루어졌다.

### 재료 및 방법

#### 시험재료

본시험에 사용된 시료중 SW97134-B-WF1-12 (금강밀/찰4

†Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6787 (E-mail) lee0ck@rda.go.kr

<Received August 2, 2005>

**Table 1.** List of samples tested.

Sample name	Variety or pedigree name	Features	Starch type
Keumgang	Keumgangmil	Hard wheat	Non-waxy
Olgeuru	Olgeurumil	Soft wheat	"
Woorimil	Woorimil	Soft wheat	"
Geurumil	Geurumil	Semi-hard wheat	"
SW97134	SW97134-B-WF1-12	Descendant of Keumgangmil and Chal #4	Waxy
Suwon 292	Suwon 292	Descendant of Olgeurumil and Chal #2	"
SW97105	SW97105-B-WF14	Descendant of Woorimil and Chal #1	"
SW97110	SW97110-B-WF23-13	Descendant of Geurumil and Chal #2	"
Chal #1	Chal #1	Descendant of Kanto 107 and Baihuo	"
Chal #2	Chal #2	Descendant of Kanto 107 and Baihuo	"
Chal #4	Chal #4	Descendant of Kanto 107 and Baihuo	"

조합에서 육성된 계통으로서 SW97134로 표기), 수원 292호 (올그루밀/찰2 조합), SW97105-B-WF14 (우리밀/찰1 조합에서 육성된 계통으로서 SW97105로 표기) 및 SW97110-B-WF23-13 (그루밀/찰2 조합에서 육성된 계통으로서 SW97110으로 표기)는 찰성밀로서 국내 보통밀인 올그루밀, 우리밀, 그루밀 및 금강밀과 함께 2001년도에 작물시험장에서 재배 생산된 종실을 대상으로 시험이 이루어졌다.

**수분함량**

AACC 방법(1990)에 준해 수분은 분쇄된 가루를 사용 130°C 상압에서 오븐 건조법(AACC Method 44-15A)으로 측정하였다.

**Granule-bound starch synthase (GBSSI) 검출을 위한 전기영동**

GBSSI 검출을 위한 전분립 조제는 Zhao의 방법(1996)을 사용하였고, GBSSI추출과 전기영동은 서 등(1998)의 방법에 따랐다. GBSSI의 band 위치 확인을 위한 단백질 molecular marker는 48.5, 66.0 및 97.4kDa으로 구성된 것을 사용하였다.

**종실특성**

천립중은 밀알 500립을 무작위로 세어서 무게를 달아 수분 14%로 보정하여 천립당 무게로 환산하였다. 종실크기분포는 2.0, 2.2, 2.5 및 2.8mm체가 장착된 곡립선별장치(Sortimat, 독일)에 종실 100g을 올려놓고 3분간 체가 진탕되게 하여 체 눈 크기별로 선별된 종실의 무게를 전체무게의 비율로 나타내었다. 용적중은 AACC Method 55-10에 준해서 500ml 용기를 사용 측정된 값을 2배하여 리터중으로 환산하였다. 모든 측정은 3반복으로 이루어졌고, 평균치로 나타냈다.

**제분율 측정**

정선된 종실시료 1kg을 뚜껑을 닫아 밀폐할 수 있는 플라 스틱 용기에 담아 제분하기 18~24시간 전에 14% 수분함량이 되도록 물을 가하여 표면에 고루 물이 묻히게 충분히 섞어 준

다음 상온에서 tempering 과정을 거쳐 Buhler 제분기(Buhler Ltd, 스위스)로 제분하였고, 분획별 밀가루(Break 粉: B1, B2 및 B3; Reduction 粉: R1, R2 및 R3) 수율이 조사되었다. straight분은 이들 분획별 밀가루 수율을 전체 더하여 얻어졌고, patent분은 B1, B2, R1, R2 분획의 밀가루 수율을 합하여 나타냈다. 제분평점은 straight粉과 회분함량을 기준으로 다음 식과 같이 계산되었다.

$$\text{제분평점} = 100 - \{(80 - \text{straight粉}) + 50 \times (\text{회분함량} - 0.3)\}$$

**결과 및 고찰**

**Granule-bound Starch Synthase I (GBSSI) 존재 여부 확인**

GBSSI는 아밀로스 생성을 위한 필수효소로서 6 배체 보통 밀에서는 Wx-A1, -B1 및 -D1의 3가지 isoform이 존재하나 서로 간에 88.7~93.0%나 되는 높은 상동성(Murai *et al.*, 1999)으로 인해 분리가 쉽지 않아 연구자들 간에 분자량 크기에서 상이한 결과가 보고되어 있다. Fujita *et al.*(1996)은 SDS-PAGE 상에서 산출된 Wx-A1, -B1 및 -D1 단백질의 가시적 분자량이 각각 60.1, 59.2 및 59.0kDa이라 한 반면에 Zhao *et al.*(1996)은 각각 61.0, 56.7 및 59.0kDa이라 하였고, Murai *et al.*(1999)은 Waxy 유전자로부터 예측된 Waxy precursor를 기준으로 Wx-A1, -B1 및 -D1 단백질이 각각 604, 605 및 604개의 아미노산 구성을 가졌다고 보고하였다.

Sodium dodecyl sulfate-polyacryl amide gel electrophoresis (SDS-PAGE) 결과에서 수원 292호, 찰 2, SW97110, SW97134, SW97105, SW97113, SW97106 및 SW97116 등 8계통은 모두 SDS-PAGE상에서 granule-bound starch synthase I (GBSSI)의 분자량으로 알려진 60kDa 부근에서 어떠한 band도 나타내지 않음으로서 이들 계통의 7AS, 4AL 및 7DS 염색체에 있는 3개 Wx loci 모두가 null allele임을 암시해주었다(그림 1).

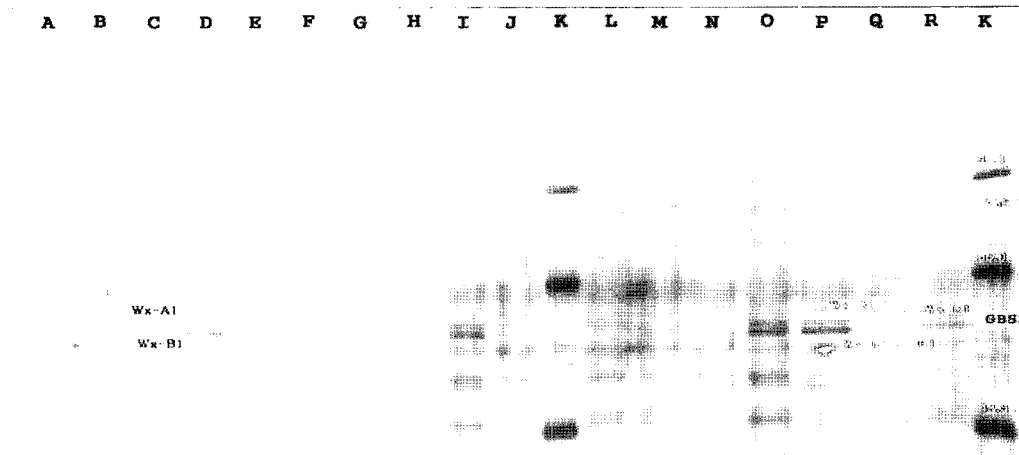


Fig. 1. SDS-PAGE band patterns of Granule-bound starch synthase I (A, C: Baihuo; B, Q: Chal#2; D: Olgeure; E: Suwon 292; F: SW97110; G: SW97134; H: SW97105; I: Keumgang; J: SW97113; K: Molecular weight marker; L: SW97106; M: SW97116; N: SW97112; O: Geurumil; P: Woorimil; R: Kanto 107).

**종실특성**

찰성밀의 특성을 육성모본으로 사용된 보통밀 품종과 대비 하였을 때(표 2), 찰성밀 계통인 SW97134, 수원 292호, SW97105 및 SW97110은 모본인 보통밀 품종 수량성의 80~96% 수준으로 낮았다. 찰성밀 계통간의 수량성은 수원 292호와 SW97110이 각각 5.79와 5.22t/ha로서 나머지 두 계통보다 높은 편이었고, SW97105는 4.76kg/ha로서 가장 저조하였다. Araki *et al.*(1999)은 밀의 4A 염색체에 있는 *Wx* 유전자와 농업형질간의 연관성에서 출수율이 *Wx-B1*과 다면적 발현 효과(pleiotropic effect)가 있거나 한 개의 양적형질 연관군과 긴밀한 관련이 있는 것으로 관찰되었으나, 수량 및 그 구성요소와 관련해서는 *Wx-B1*이나 인접부위가 연관되었다는 어떤 유의적 효과도 찾을 수 없었다고 하였다. 본 시험에 사용된 찰성밀 계통의 양친중 모본은 모두 국내 품종으로 구성되어 있었으나, 부분은 관동 107호/Baihuo 교배조합으로부터 분리된 찰성 계통으로서 일본과 중국 품종에 근원을 두고 있다. 관동 107호와 Baihuo는 둘 다 국내 환경에는 적합하지 않은 품종들로서 국내적응을 위해서는 숙기, 간장 등 농업형질 개량이 크게 요구되는 품종이다. 따라서 현재 육성되는 찰

성밀 계통의 수량 관련형질을 국내에 적용할 수 있도록 개량할 경우 수량성 문제는 극복될 수 있을 것으로 판단된다.

종실 비중을 대변하는 용적중은 종실의 모양, 균일성, 밀도 및 충전 용이도에 의해 영향을 받는다(Pomeranz, 1988). 본 시험에 공시된 보통밀의 천립중은 32.9~45.2g으로서 변이가 컸으나 용적중은 786~797g/l 범위로서 비교적 변이가 적었다(표 2). 찰성밀 계통의 천립중은 32.8~34.6g의 범위로서 변이 폭이 보통밀에 비해 적은 반면에 용적중은 770~798g/l으로서 보통밀보다 변이 폭이 컸다. 천립중이 동일 환경에서 재배되었을 경우 유전적 영향을 크게 받는 형질임에도 불구하고 찰성밀에서 천립중 변이 폭이 적다는 것은 본 시험에 사용된 찰성 계통의 천립중 관련형질이 국내 품종에 의해 발현되기보다는 부분의 영향이 더 크게 작용하였을 것으로 추정되었다.

종실모양과 균일도는 개별 종실이 제분기를 통과하는 동안에 영향을 미침으로써 제분율에까지 변화를 줄 수 있다(Marshall *et al.*, 1996). Schuler *et al.*(1995)은 12가지 환경 조건에서 자란 미국 밀 24품종에서 밀가루 수율과 종실 평균 크기, 길이 또는 폭간에 어떤 상관성도 없었다고 한 반면에 Berman *et al.*(1966)은 digital image analysis를 사용하여 호

Table 2. Comparison of grain yields, one thousand grain weights and test weights between normal and waxy wheat grains.

Wheat lines	Grain yield		One thousand grain weight (g)	Test weight (g/l)	Characteristics
	(t/ha)	Index			
Keumgangmil	6.03	100	45.2	793	Maternal parent of SW97134
SW97134	4.85	80	34.3	798	Waxy wheat line
Olgeurumil	6.03	100	38.4	797	Maternal parent of Suwon 292
Suwon 292	5.79	96	32.8	770	Waxy wheat line
Woorimil	5.10	100	32.9	796	Maternal parent of SW97105
SW97105	4.76	93	33.3	777	Waxy wheat line
Geurumil	5.95	100	39.2	786	Maternal parent of SW97110
SW97110	5.22	88	34.6	773	Waxy wheat line

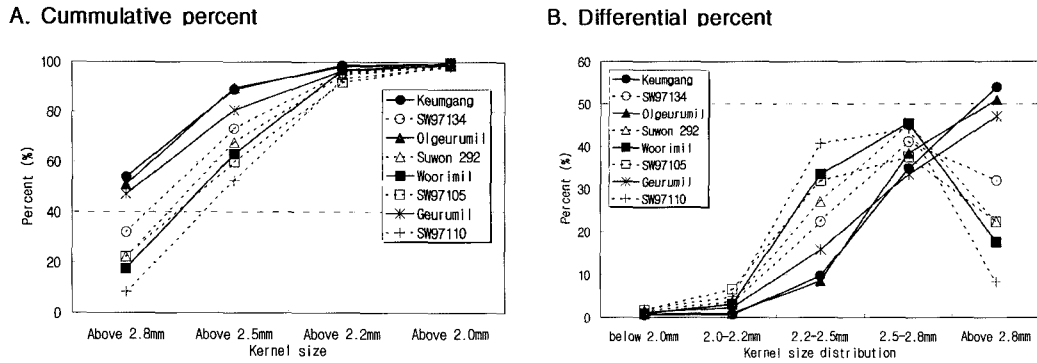


Fig. 2. The grain size distributions of normal and waxy wheat varieties.

주 6개 지역 추파 밀 품종들의 밀가루 수율변이를 66%까지 예측할 수 있었다고 함으로서 서로 대조를 이루나 같은 조건에서는 종실이 크고 균일할수록 그렇지 않은 것보다 제분율이 높게 나타날 것은 분명하다. 본 시험에 사용된 밀의 종실 크기에서는 금강밀 > 울그루밀 > 그루밀 > SW97134 > 수원 292 호 > 우리밀 > SW97105 > SW97110 순으로 2.5mm 이상의 비율이 높았다. 종실 크기 분포에서 금강밀, 울그루밀 및 그루밀은 2.8mm 이상의 종실을 월등히 높게 함유함으로써 2.5mm 크기의 종실과 함께 80% 이상의 비율을 나타낸 반면에 나머지 품종이나 계통들에서는 80% 비율이 되기 위해서 2.2~2.5mm 종실까지 포함시켜야 하였는데(그림 2A), SW97134는 2.5~2.8mm 종실 다음으로 2.8mm 이상의 종실이 주를 이루었고, 우리밀과 나머지 찰성밀 계통은 2.5~2.8mm 종실 다음으로 2.2~2.5mm 종실이 주를 이루었다(그림 2B).

**제분특성**

제분특성에서 straight 粉의 수율 분포는 보통밀의 경우 66.1(우리)~72.5%(금강), 찰성밀의 경우 61.8(수원 292호)~67.1%(SW97110) 범위였고, 메성과 찰성그룹내 高·低 제분율간 차이는 각각 6.4%와 5.3%를 보였다. 각 찰성밀 계통별로 모본 품종과의 제분율 차이 역시 1.5% (SW97110 대 그루)에서 5.8% (SW97134 대 금강)까지 변이를 보였는데, 공통적으로 모본보다 찰성밀 계통의 제분율이 낮았다. 밀가루 회분함량에 있어서도 찰성밀이 보통밀과 같거나(금강밀 대 SW97134) 보통밀보다 0.13%까지 (우리 대 SW97105) 높았다. 그 결과 제분율과 회분함량으로 산출되는 제분평점에서도 찰밀이 보통밀보다 현저히 낮았다.

찰성밀 계통의 경우 보통밀 품종에 비해 B1 粉이 현저히 낮았으나 R2와 R3 밀가루는 월등히 높았다. R1 粉은 우리밀과 SW97105를 제외한 나머지 찰성 계통들에서 각각의 모본보다 일률적으로 낮았다. B2와 B3 粉은 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 밀가루 수율 감소와 직접적 연관이 있는 bran과 short의 비율에서는 전자의 경우 품종적 영향으로 찰성밀과 보통밀간의 변이가 뚜렷하지 않았으나 후자는 찰성밀이 보통밀

Table 3. Milling properties of normal and waxy wheat grains.

Variety or breeding lines	Patent flour (%)	Straight flour (%)	Ash (%)	Milling <sup>†</sup> Score
Keumgangmil	68.3	72.5	0.47	84.2
SW97134	62.3	66.7	0.47	78.2
Olgeurumil	62.5	67.0	0.40	82.1
Suwon 292	56.1	61.8	0.42	75.7
Woorimil	61.3	66.1	0.36	83.0
SW97105	59.3	63.9	0.49	74.5
Geurumil	63.8	68.6	0.44	81.7
SW97110	62.2	67.1	0.50	77.1

보다 월등히 높았다.

일반적인 roll 제분공정에서 break 粉(B1-B3)은 밀을 가는 흠을 지닌 break roll 사이로 통과시켜 破碎하는 과정에서 생산되는 밀가루로서 배유로부터 bran을 분리하기 위해 篩別하는 과정에서 작은 입자로 부서져 체를 통과한 것들로 구성된 반면에 reduction 粉(R1-R3)은 bran을 제거 후 남은 배유분을 단계적으로 좁은 간격의 평평한 roll 사이로 통과시켜 壓延하고 篩別하여 얻어진다. 따라서 bran제거를 위한 과쇄과정에서 종실 크기가 같을 경우 충격에 쉽게 부서러지는 배유조직을 갖는 품종일수록 break 분이 증가되고, 동일한 경도를 지닐 경우 배유가 큰 것이 작은 것보다 더 강한 破碎 剪斷력을 받아 상대적으로 더 높은 break 분을 생산하게 될 것이다. 본 성적에서도 B1분이 국내 연질 품종중 하나인 우리밀에서 12.8%로 가장 높았고, 경질품종이나 밀알이 굵고 풍만도가 높은 금강밀이 12.3%로서 다음을 이었으며, 중간질이면서 용적중이 타 품종보다 낮았던 그루밀에서 10.4%로 가장 낮았다. 보통밀에 비하면 찰성밀의 B1 분은 전체 계통에서 현저히 낮았는데, 이는 찰성밀이 쉽게 부서지지 않는 조직특성을 갖거나 아니면 낮은 친립중과 용적중으로부터 유추할 수 있듯이 배유의 충실도가 떨어져서 나타난 결과일 것이다.

한편 reduction 粉은 bran을 제거한 후 남은 부분을 압연제분하기 때문에 당연히 배유비율이 높을수록 전체 수율이 증가될 것이다. 분획별 밀가루 수율에서는 배유조직이 부서러져 粉未化 性向이 클수록 R1에서 생산량이 월등히 높아지고 R3쪽

**Table 4.** Compositions of wheat flour between normal and waxy wheat.

Variety or breeding lines	Break flour (%)			Reduction flour (%)			Short (%)	Bran (%)
	B1	B2	B3	R1	R2	R3		
Keumgangmil	12.3	8.4	2.5	40.7	6.9	1.7	8.0	19.5
SW97134	7.8	7.0	2.0	38.6	8.9	2.4	10.6	22.7
Olgeurumil	11.7	7.7	3.0	36.7	6.5	1.6	6.8	26.1
Suwon 292	9.3	8.7	3.5	30.3	7.9	2.2	9.8	28.4
Woorimil	12.8	8.9	3.4	33.9	5.7	1.4	6.0	27.9
SW97105	7.3	6.9	2.3	37.1	8.0	2.3	9.7	26.4
Geurumil	10.4	7.4	3.0	39.8	6.3	1.8	8.6	22.8
SW97110	7.6	7.4	2.3	37.9	9.3	2.6	11.6	21.3

**Table 5.** Correlation coefficients between milling yield components.<sup>†</sup>

Variables	Kernel size distribution					1000 grain weight	Test weight	Patent flour	Straight flour
	Below 2.0mm	2.0~2.2mm	2.2~2.5mm	2.5~2.8mm	Above 2.8mm				
Patent flour	-0.60	-0.63	-0.54	-0.62	0.63	0.87**	0.57	1.00	-
Straight flour	-0.59	-0.65	-0.54	-0.61	0.62	0.88**	0.53	0.99**	1.00
B1 flour	-0.79**	-0.78**	-0.53	-0.15	0.52	0.51	0.58	0.44	0.46
B2 flour	-0.38	-0.40	-0.04	0.39	-0.01	0.08	0.05	-0.05	-0.00
B3 flour	-0.17	-0.27	-0.08	0.28	0.02	-0.13	-0.08	-0.36	-0.31
R1 flour	-0.26	-0.27	-0.39	-0.75*	0.51	0.67*	0.39	0.85**	0.82**
R2 flour	0.63	0.55	0.47	0.30	-0.49	-0.34	-0.48	-0.25	-0.26
R3 flour	0.77*	0.67*	0.53	0.24	-0.53	-0.41	-0.61	-0.35	-0.36
Short	0.73*	0.57	0.46	0.16	-0.45	-0.29	-0.62	-0.25	-0.24
Bran	0.15	0.30	0.26	0.50	-0.34	-0.68*	-0.16	-0.82**	-0.82**

으로 가면서 분획별 수율이 급격히 줄어들 것이다. 반대로 粉未化 성향이 낮을 경우에는 어떤 한 reduction rolls에서 분말화가 완전히 되지 못하고 다음 rolls로 넘어가는 비율이 높아지면서 R1에서 R3까지 가면서 나타나는 분획별 수율 감소가 둔화되는 양상으로 반영될 것이다. 본 성적에서는 R1 粉의 수율이 찰성 계통의 경우 천립종과 용적종이 가장 낮은 순위를 보인 수원 292호를 제외한다면 37.1~38.6%로서 비교적 큰 차이가 없는 반면에 보통밀에서는 우리밀, 울그루밀, 그루밀 및 금강밀이 각각 33.9, 36.7, 39.8 및 40.7%로서 硬·軟質, 大·小粒 영향과 높은 상관관계가 있음을 암시해주었다. R2과 R3粉에서 찰성밀과 보통밀 차이가 명확히 나타났는데, 찰성밀이 일률적으로 높은 수율을 보임으로서 찰성밀 배유조직의 미분화가 보통밀보다 용이하지 않음을 암시해 주었다. 찰성밀에서 높은 short粉 수율을 보인 점도 이를 뒷받침하고 있다.

B2, B3, R2 및 R3粉 모두 밀가루 수율과 직결되나, 제분장치 특성상 B2와 B3粉은 뒤로 갈수록 추가적 파쇄과정에서 bran粉의混入을 증대시키고, R2와 R3는 뒤로 갈수록 추가적 압연과정에서 short粉의混入을 증가시킬 것이다. bran의 경우 주성분이 밀 종실의 겉껍질(과피, 종피 및 호분층)로서 종실의 껍질두께가 두꺼울수록, 겉껍질과 전분질배유성분의 분리가 어려울수록, 종실의 豊滿度가 떨어질수록 높게 나타나고, short는 겉껍질의 작은 파편, 배아, 호분층, 세포막 성분들로 구성된 것으로서 밀 종실의 겉껍질이 잘 부서질수록, 종실의 충실

도가 떨어질수록 높게 나타난다. 본 시험에 사용된 시료들에서 bran 함량의 경우는 찰밀과 보통밀간의 차이가 일정한 경향을 보이지 않음으로서 품종적 交互作用이 관여하는 것으로 추정되었으나 short 비율이 일률적으로 보통밀보다 찰성밀에서 현저히 높았다. 찰성밀에서 보이는 높은 short 비율이 파쇄된 bran 혼입 증가로 초래되었을 가능성을 전혀 무시할 수는 없겠으나, 시료간 유전적 배경이 다르다는 점을 감안할 때 찰밀과 보통밀간의 조직특성에서 차이가 개입되었을 가능성도 배제할 수 없었다.

표 5는 본시험에 사용된 시료의 종실특성과 각 分割別 밀가루 수율이 straight 및 patent 수율에 미치는 영향을 보여준다. straight粉 수율이 R1粉 수율과 고도의 정의상관을 보인 반면에 bran함량과는 고도의 부의상관을 나타냈다. B1粉은 straight粉과 정의 상관을 보이기는 했으나 유의성은 없었다. 종실특성이 밀가루 각 分割에 미치는 영향에서는 B1粉의 경우 2.2mm 미만의 종실비율과 고도의 부의 상관, R1粉 수율은 천립종과 정의상관을 보였다. 또한 R1粉 수율은 찰성밀의 영향에 따른 왜곡효과일 수도 있으나 2.5~2.8mm 크기의 종실함량은 부의 상관을 나타냈다. B2와 B3粉의 경우 유의성은 없었으나 종실크기가 2.5mm이하로 작아질수록 감소되는 경향을 보였다. R2와 R3粉은 종실크기가 작아질수록 증가 경향을 보였는데, 특히 R3의 경우는 종실크기가 2.2mm보다 작아질 경우 유의적으로 증가 경향을 보였다. 제분수율과 부정적인 관

계가 있는 shorter와 bran粉의 경우 전자에서는 종실중보다 종실크기가 작아질수록 증가 경향을 보인 반면에 후자에서는 종실중이 작을수록 유의적 증가 경향을 나타냈다.

적 요

1. Sodium dodecyl sulfate-polyacryl amide gel electrophoresis (SDS-PAGE) 결과에서 찰성밀 계통인 수원 292호, 찰 2, SW97110, SW97134, SW97105, SW97113, SW97106 및 SW97116 등은 모두 60kDa 부근에서의 band가 결여되었다.

2. 본 시험에 사용된 찰성밀은 모본인 보통밀 품종에 비해 종실수량이 4~20% 낮고, 친립중과 용적중도 낮아 국내 적합 형으로의 육종적 개량이 필요한 것으로 나타났다.

3. straight 粉의 수율 분포가 보통밀의 경우 66.1(우리밀)~72.5%(금강밀), 찰성밀의 경우 61.8(수원 292호)~67.1%(SW97110) 범위였고, 각 찰성/배성 그룹내 높은 품종과 낮은 품종간의 제분율 차이는 6.4%와 5.3%를 보였다. 찰성밀 계통과 이들의 모본 품종간의 제분율 차이 역시 1.5% (SW97110 對 그루밀)에서 5.8% (SW97134 對 금강밀)까지 큰 변이를 보였는데, 공통적으로 모본보다 찰성밀 계통에서 제분율이 낮았다. 밀가루 회분함량에 있어서도 찰성밀이 보통밀과 같거나 (금강밀 對 SW97134) 보통밀보다 0.13%까지 (우리밀 對 SW97105) 높아서 제분평점에서 찰밀이 보통밀보다 현저히 낮았다.

4. break roll와 reduction roll이 분획별 밀가루 수율에서 찰성밀 계통의 경우 보통밀 품종에 비해 B1 粉이 현저히 낮았으나 R2와 R3 밀가루는 월등히 높았다. R1 粉은 우리밀과 SW97105를 제외한 나머지 찰성 계통들에서 각각의 모본보다 일률적으로 낮았다. 밀가루 수율 감소와 직접적 연관이 있는 bran과 short의 비율에서는 전자의 경우 품종적 영향으로 찰성밀과 보통밀간의 변이가 뚜렷하지 않았으나 후자는 찰성밀이 보통밀 보다 월등히 높았다.

5. R1 粉의 수율이 찰성 계통의 경우 친립중과 용적중이 가장 낮은 수원 292호를 제외한다면 37.1~38.6%로서 비교적 큰 차이가 없는 반면에 보통밀에서는 우리밀, 울그루밀, 그루밀 및 금강밀이 각각 33.9, 36.7, 39.8 및 40.7%로서 다양한 변이를 보임으로서 경·연질, 대·소립의 영향과 높은 상관관계 가능성을 암시해주었다. R1과 R2粉에서는 찰성밀이 일률적으로 보통밀보다 높은 수율을 지님으로서 배유조직의 제분특성에서 찰성밀이 보통밀보다 분말화가 용이하지 않음을 나타내 주었다.

인용문헌

AACC. 1990. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. 8th ed. Method 44-15A. Method 46-13. Method

08-01. Method 55-10. Method 54-40A. AACC Method 56-61A.  
 Araki, E., H. Miura, and S. Sawada. 1999. Identification of genetic loci affecting amylose content and agronomic traits on chromosome 4A of wheat. *Theor. Appl. Genet* 98 : 977-984.  
 Araki, E., H. Miura, and S. Sawada. 2000. Differential effects of the null alleles at the three *Wx* loci on the starch-pasting properties of wheat. *Theor. Appl. Genet* 100 : 1113-1120.  
 Berman, M., M. I. Bason, R. Ellison, G. Peden, and C. W. Wrigley. 1966. Image analysis of whole grains to screen for flour-milling yield in wheat breeding. *Cereal Chem.* 73 : 323-327.  
 Bhattacharya, M., S. Erazo-Casterjon, D. C. Doehlert, and M. McMullen. 2001. Staling of bread as affected by waxy wheat flour blends: TEKTRAN in Agricultural Research Service, USDA.  
 Chao, S., P. J. Sharp, A. J. Warhman, E. J. Warhman, and R. M. D. Koebner. 1989. RFLP-based genetic maps of wheat homoeologous group 7 chromosomes. *Theor. Appl. Genet.* 78 : 495-504.  
 Epstein, J., C. F. Morris, and K. C. Huber. 2002. Instrumental texture of white salted noodles prepared from recombinant inbred lines of wheat differing in the three granule bound starch synthase (*Waxy*) genes. *J. of Cereal Science* 23 : 51-63.  
 Fujita, N., A. Wadano, S. Kozaki, K. Takaoka, S. Okabe, and T. Taira. 1996. Comparison of the primary structure of waxy proteins (Granule-bound starch synthase) between haploid wheats and related diploid species. *Biochem. Genet* 34 : 403-413.  
 Kiribuchi-Otobe, C., T. Nagamine, T. Yanagisawa, M. Ohanishi, and I. Yamaguchi. 1997. Production of hexaploid wheat with waxy endosperm character. *Cereal Chemistry* 74 : 72-74.  
 Lineback, D. R. and V. F. Rasper. 1988. Wheat Carbohydrates. Pages 277-322 in: *Wheat Chemistry and Technology* (by Pomeranz ed), Vol I. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.  
 Marshall, J., C. Sidebottom, M. Debet, C. Martin, A. M. Smith, and A. Edwards. 1996. Identification of the major starch synthase in the soluble fraction of potato tubers. *Plant Cell.* 8 : 1121-1135.  
 Murai, J., T. Taira, and D. Ohta. 1999. Isolation and characterization of the three *Waxy* genes encoding the granule-bound starch synthase in hexaploid wheat. *Gene* 234 : 71-79.  
 Nakamura, T., M. Yamamori, M. S. Hidaka, and T. Hoshino. 1992. Expression of HMW *Wx* protein as Japanese common wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Japan. *J. Breed* 42 : 681-685.  
 Nakamura, T., M. Yamamori, H. Hirano, and S. Hidaka. 1993. Identification of three *Wx* proteins in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Biochem. Genet.* 31 : 75-86.  
 Nakamura, T., M. Yamamori, H. Hirano, S. Hidaka, and T. Nagamine. 1995. Production of waxy (amylose-free) wheat. *Mol. and General Genetics* 78 : 495-504.  
 Nakamura, T., P. Vrinten, K. Hayakawa, and J. Ikeda. 1998. Characterization of a granule-bound starch synthase isoform found in the pericarp of wheat. *Plant Physiol.* 118 : 451-459.  
 Pomeranz, Y. 1988. Composition and functionality of wheat flour components. In "Wheat Chemistry and Technology" (Y. Pomeranz ed.), Vol II, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA pp 219-370.  
 Schuler, S. F., R. K. Bacon, P. L. Fenny, and E. E. Gbur. 1995. Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in soft red winter wheat. *Crop Sci.* 35:949-953.  
 Seo, Y. W., B. H. Hong, and Y. W. Ha. 1998. Identification of granule bound starch synthase (GBSS) isoforms in wheat. *Korean J. Crop*

- Sci. 43(2) : 89-94.
- Yamamori, M., S. Fujita, K. Hayakawa, J. Matsuke, and T. Yasui. 2000a. Genetic elimination of starch granule protein, SGP-1, of wheat generates an altered starch with apparent high amylose. *Theor. Appl Genet* 101 : 21-29.
- Yamamori, M. and N. T. Quynh. 2000b. Differential effects of Wx-A1, -B1 and -D1 protein deficiencies on apparent amylose content and starch pasting properties in common wheat. *Theor Appl Genet* 100 : 32-38.
- Zhao, X. C. and P. J. Sharp. 1996. An improved 1D SDS-PAGE method for the identification of three bread wheat 'Waxy' proteins. *J. of Cereal Science* 23 : 191-193.
- 이춘기, 남중현, 민용규. 2003. 국산 찰성밀의 이화학적 특성. 충북대 박사학위논문.
- 작물시험장. 1996. 시험연구보고서(맥류편).
- 작물시험장. 1999. 시험연구보고서(맥류편).
- 작물시험장. 2000. 시험연구보고서(맥류편).