

제분기 조쇄 롤의 간격과 밀알의 성질이 밀가루 수율에 미치는 영향

강희문 · 이승주*

영남제분주식회사, *동국대학교 식품공학과

Effects of Wheat Kernel Properties and Break Roll Gap on Flour Extraction

Hee Moon Kang and Seung Ju Lee*

Young Nam milling company

*Department of food science and technology, Dongguk University

Abstract

Flour extraction was analyzed by milling different varieties of wheat with different gaps of break rolls of Buhler automatic laboratory mill MLU-202. Straight flour extraction increased with decrease in the roll gap, which was mainly due to increase in break-related flour extraction, especially the flour from the first break roll. Farina extraction also increased with decrease in the roll gap, which contained a large amount of shorts and relatively small amount of flour. Straight flour extraction of wheat with larger kernel diameter was higher, but their correlation was not significant. Meanwhile, the kernel hardness showed significant (-) correlation with the flour extraction and (+) correlation with the shorts extraction. Consequently, the effect of the break roll gap was significant on the flour extraction, and the kernel hardness influenced the flour extraction more than the kernel diameter.

Key words: flour extraction, break roll gap, kernel diameter, kernel hardness

서 론

밀의 제분이란 밀 배유의 연성, 밀기울의 강탄성, 밀알의 특성에 따라 제분 조작을 적절히 하여 밀로부터 밀기울을 제거하고 배유를 밀가루로 바꾸는 과정이다(김희갑과 김성곤, 1985). 제분 조작은 여러 롤(roll)의 회전에 의한 조쇄(breaking)와 분쇄(reduction) 공정으로 구성되며, 동시에 체선별(sieving)을 거치면서 밀가루와 부산물로 밀기울과 shorts가 생산된다. 제분 공정의 성능 평가는 생산성을 나타내는 밀가루의 생산 수율과 밀가루의 품질 척도인 회분함량으로 나타낸다.

제분 성능은 밀의 물리적 성질에 영향을 받게 되

는데(Scanlon et al., 1988; Novales et al., 1998), Ohm et al.(1998)의 보고에 의하면 밀알의 중량과 체 분석에 의하여 측정된 밀알의 크기는 제분 특성을 평가하는데 중요한 품질 요인으로, 밀가루의 수율과 밀알의 크기는 매우 높은 상관관계를 보인다고 하였다. Hoseney(1990)에 따르면 밀의 경도는 가수, 밀가루의 입자분포, 밀가루의 비중, 밀가루의 수율과 관계가 있는 것으로 나타났다.

밀의 제분 성능에 영향을 주는 제분 조작의 조건 중 제분 장치의 구성, 특히 롤의 회전속도, 원료 투입속도, 롤의 주변장치 등과 밀의 전처리 공정인 가수 조절 조건에 대한 많은 연구결과가 보고된 바 있다(김희갑, 1986; Hsieh, et al., 1980). 그런데 롤이나 체선별에 사용하는 체(sieve) 등 각종 기계와 공정들의 많은 발전에도 불구하고 조쇄 공정의 조작은 제분기술자들의 현장경험과 감각적인 지식에만 주로 의존하고 있는 실정이며 또한 현장에 오차 없이 도입할 수 있는 체계적인 실험과 연구가 충분

Corresponding author: Seung Ju Lee, Professor, Department of food science and technology, Dongguk University, Seoul 100-715, Republic of Korea.
Phone: +02-2260-3372, Fax: +82-42-868-7355
E-mail: lseungju@dgu.edu

하게 이루어지지 못한 상태라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 밀기울을 제거하는 조쇄 과정의 1번 조쇄 롤의 간격과 밀 품종이 밀가루의 수율에 미치는 영향을 분석하였다. 현장 제분기와 비교할 때 기능이나 성능 면에서 많은 차이가 있으나 그 원리가 정확히 같다고 알려진 Buhler 실험용 제분기를 사용하여 현장의 복잡한 제분 공정의 가동 조건을 개선하는데 도움이 될 수 있는 기술적인 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

밀은 미국산 경질적춘맥(HRS: hard red spring), 연질백맥(SW: soft white), 경질적동맥(HRW: hard red winter) 3종의 정선된 밀을 종류 별로 표준망체를 사용하여 >3.36 mm, 3.36-2.83 mm, 2.83-2.38 mm의 크기 별로 각각 3등급으로 나누었고, 3 등급을 모두 혼합하여 또 다른 시료 등급으로 사용하였다(김성근과 이원종, 1988). 분리한 밀알의 분포는 Table 1과 같았다.

밀알의 물성 측정

밀의 시료를 Single Kernel Characterization System (SKCS, 4100, Perten Instruments, Sweden)을 사용

하여 각 시료들의 직경, 경도, 중량을 측정하였고 그 결과는 Table 2와 같았다.

제분

제분의 전처리로서 각각의 시료 4500 g를 HRS와 HRW는 목표 수분함량 16.0%, SW는 목표수분함량 14.0%에 이루도록 미리 계산된 양의 증류수를 가하여 28°C의 온도에서 HRS와 HRW는 18 시간, SW는 10 시간 가수 처리하였다(AACC, 1993). 시료를 1000 g, 500 g 씩 분할하여 Buhler 실험용 제분기(Buhler automatic laboratory mill MLU 202, Buhler Broth, Swiss)로 먼저 500 g를 사용, 예비 제분 후 산물을 모두 수거하여 버리고 조쇄 롤(break roll)의 좌우 조정 손잡이를 이용하여 Table 3과 같이 조정하면서 투입 속도를 HRS와 HRW는 130 g/min, SW는 100 g/min으로 고정하고 시료 1000 g를 제분하여 조쇄 계열 밀가루 3종(1B, 2B, 3B-Flour), 분쇄 계열 밀가루 3종(1R, 2R, 3R-Flour), shorts,

Table 1. Distribution of wheat kernel diameter

	HRS ¹⁾	SW	HRW
> 3.36 mm	16.9%	18.3%	13.8%
3.36~2.63 mm	62.2%	63.6%	58.3%
2.63~2.38 mm	19.0%	16.5%	25.3%

¹⁾HRS: hard red spring, SW: soft white, HRW: hard red winter.

Table 2. Single kernel characteristics of wheat classes by SKCS

		Diameter (mm)		Weight (mg)		Hardness ⁴⁾	
		Average ³⁾	Std. Dev.	Average	Std. Dev.	Average	Std. Dev.
HRS ¹⁾	NS ²⁾	2.50	0.56	32.31	9.27	88.23	19.52
	LA	3.20	0.44	48.78	6.77	70.95	17.93
	MI	2.69	0.44	35.75	6.98	84.39	18.21
	SM	2.18	0.53	27.06	10.04	88.16	21.11
SW	NS	2.43	0.55	33.67	9.36	33.35	19.77
	LA	2.91	0.46	45.37	7.74	28.58	16.95
	MI	2.56	0.46	37.09	8.54	33.48	19.08
	SM	1.92	0.34	24.44	5.92	40.43	22.50
HRW	NS	2.49	0.53	32.98	9.74	73.56	20.96
	LA	3.21	0.44	46.87	5.36	64.52	16.41
	MI	2.63	0.47	35.26	7.20	71.10	18.41
	SM	2.09	0.49	25.84	8.16	80.75	21.71

¹⁾HRS: hard red spring, SW: soft white, HRW: hard red winter.

²⁾LA (kernel large): > 3.36 mm, MI (kernel middle): 3.36-2.63 mm, SM (kernel Small): 2.63-2.38 mm, NS (kernel non-segregate): LA + MI + SM.

³⁾Average and standard deviation of 3 replications.

⁴⁾Characteristic hardness index of SKCS.

밀기울(bran)의 총 8 종의 산물을 획득하였다. 본 실험의 제분 공정 흐름도는 Fig. 1과 같으며 3개의 조쇄 롤(1B, 2B, 3B)과 3개의 분쇄 롤(1R, 2R, 3R)로 구성되며 각 롤 아래에는 체(9N-150, 10N-132)가 설치되어 있다. 상기에서 밀 품종에 따라 목표 수분함량과 투입 속도를 달리 조정한 이유는 본 연구의 대상인 조쇄 롤의 간격과 밀알의 크기 외의 조건은 최적으로 유지하기 위함이다(김성곤과 이원중, 1988).

밀가루 수율(extraction) 분석

Fig. 2에 나타낸 1B, 2B, 3B에서 각각 산출되는 조쇄 계열 밀가루 1B3, 2B3, 3B3과 밀기울 3B1, 그리고 1R, 2R, 3R에서 각각 산출되는 분쇄 계열 밀가루 1R3, 2R3, 3R2와 shorts 3R1의 총 무게를 100%로 기준하여 각각의 수율을 계산하였다. 또한 밀가루 등급 및 수율의 평가에 자주 사용되는 정의인 straight 밀가루, 상급 밀가루(patent flour), 중급 밀가루(clear flour), farina는 다음 식에 따라 분류하

여 적용하였다(김희갑, 1986; 최윤옥, 1975).

Straight 밀가루

$$= 1B3 + 2B3 + 3B3 + 1R3 + 2R3 + 3R2 \quad (1)$$

$$\text{상급 밀가루} = 1B3 + 2B3 + 1R3 + 2R3 \quad (2)$$

$$\text{중급 밀가루} = 3B3 + 3R2 \quad (3)$$

$$\text{Farina} = 1R3 + 2R3 + 3R2 + 3R1 \quad (4)$$

수율의 결과는 밀의 종류별 롤 간격 및 밀알의 크기에 대한 수율을 Fig. 3~6와 같이 모두 도시하였다. 또한 수율에 대한 롤 간격과 밀알 크기의 영향을 밀의 종류간에 효과적으로 비교하기 위하여 밀의 종류별 평균 밀알 직경(average diameter)과 평균 롤 간격(RGA, average pf roll gaps)에 대한 수율을 추가로 나타내었다. 여기서 평균 밀알 직경의 수율이란 롤 간격별 모든 밀알의 직경에 대한 수율의 평균값을 의미하며, 평균 롤 간격의 수율은 밀알의 직경별 모든 롤 간격에 대한 수율의 평균값을 나타낸다.

결과 및 고찰

조쇄 계열 밀가루 수율

조쇄 공정의 stream의 수율 변화는 Fig. 3과 같았고 또한 조쇄 롤 간격과 밀알의 물성과의 상관관계

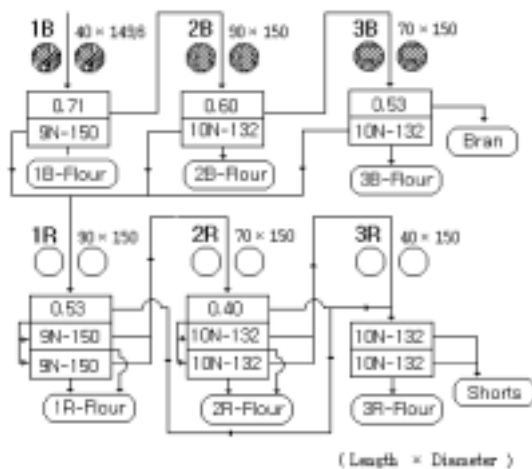


Fig. 1. Flow sheet of milling process in Buhler automatic laboratory mill. B, break rolls; R, reduction rolls; N, sieves.



Fig. 2. Schematic diagram of mass streams in milling process in Buhler automatic laboratory mill. 1B3, 1B-flour; 2B3, 2B-flour; 3B3, 3B-flour; 1R3, 1R-flour; 2R3, 2R-flour; 3R2, 3R-flour; 3B1, bran; 3R1, shorts; the others, intermediate masses.

Table 3. Adjustment of roll gaps in Buhler automatic laboratory mill

	Gap of break rolls		Gap of reduction rolls	
	Left end ¹⁾	Right end	Left end	Right end
Narrow	0.30 mm		0.01mm	0.01mm
Middle	0.35 mm	0.30mm		
Wide	0.40 mm			

¹⁾Three break rolls are on one shaft with 2 ends, and 3 reduction rolls are on the other shaft in the same manner.

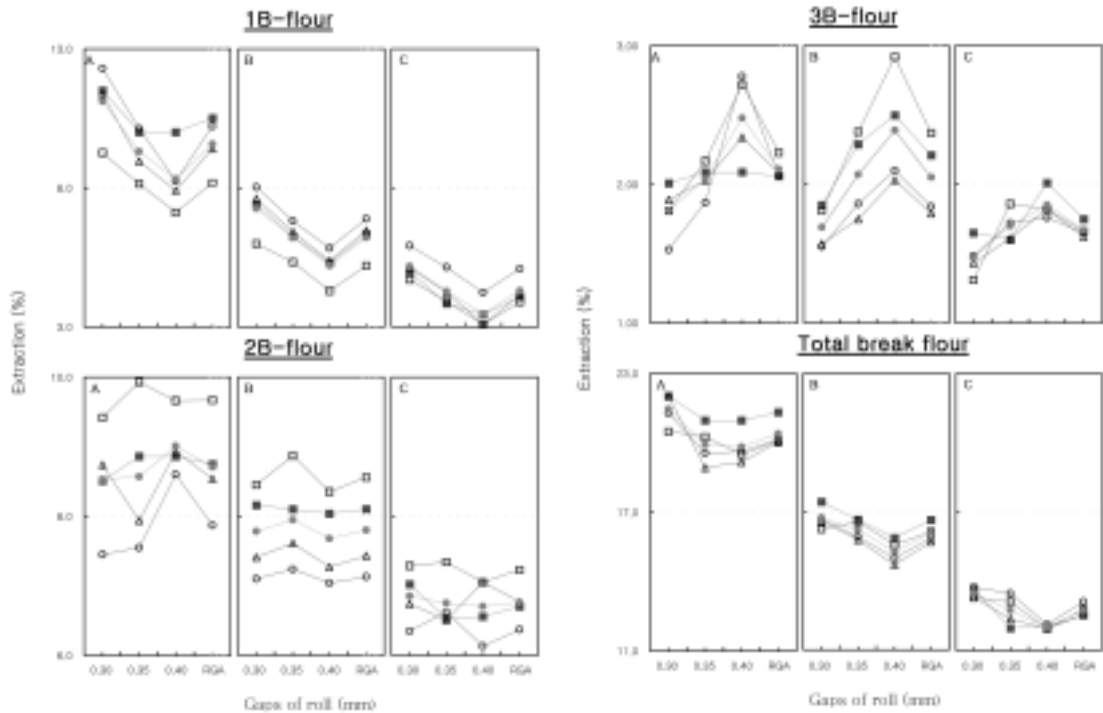


Fig. 3. Flour extraction from break rolls (1B, 2B, 3B) according to the 1st break roll gaps.

A: soft white, B: hard red winter, C: hard red spring. ○ : LA, △ : MI, □ : SM, ■ : NS, ● : average diameters (refer to Table 2); RGA, average of roll gaps.

는 Table 4와 같았다. 1B-밀가루(1B3)의 수율은 1번 조쇄 롤(1B-R)의 간격과 유의적인 (-) 상관관계로 1B-R의 간격이 좁아질수록 밀의 종류에 관계없이 뚜렷한 증가를 보이며 밀알의 직경과는 (+) 상관관계로 밀알의 직경이 클수록 밀의 종류에 관계없이 수율은 높게 나타났다. 밀의 종류에 따라서 경도가 낮은 SW > HRW > HRS 순으로 수율은 높았으며 SW는 1B-R의 간격 0.30 mm에서의 밀알의 직경간 수율의 차이가 0.4 mm에서 보다 크게 나타났으며 HRW와 HRS에서는 비슷한 수준을 나타냈다.

2B-밀가루(2B3)의 수율은 밀의 종류에 관계없이 1B-R의 간격과 낮은 (+) 상관관계로 1B-R의 간격이 좁아질수록 수율은 감소하나 그 경향은 뚜렷하지 않았으며 밀알의 직경과 (-) 상관관계로 밀알의 직경이 작을수록 2B3의 수율은 높게 나타났으며 밀의 종류에 따라서 경도가 낮은 SW > HRW > HRS 순으로 수율은 높게 나타났다.

3B-밀가루(3B3)의 수율은 1B-R의 간격과 (+) 상관관계로 1B-R의 간격이 좁아질수록 수율은 뚜렷하게 감소하고 밀알의 직경과는 (-) 상관관계를 보

이나 그 경향은 뚜렷하지 않았다. 밀의 종류에 따라서 경도가 낮은 SW > HRW > HRS 순으로 수율은 높게 나타났다. 그러나 SW와 HRW는 1B-R의 간격 0.30 mm에서의 밀알의 직경간 수율의 차이가 1B-R의 간격 0.40 mm에서 보다 작게 나타났으며 HRS는 비슷한 수준을 나타냈다.

조쇄 공정에서 산출되는 조쇄 계열 밀가루 (BF=1B3+2B3+3B3)의 전체 수율은 1B-R의 간격과 (-) 상관관계를 보였으며 1B-R의 간격이 좁아질수록 BF의 수율은 뚜렷하게 증가하였다. 이것은 2B3와 3B3의 수율이 증가 또는 감소하는 변화량에 비하여 1B3의 수율 변화량이 많아 BF의 수율은 1B3의 수율에 의하여 좌우되는 것으로 생각되며, BF의 전체 수율은 밀알의 직경과는 낮은 (-) 상관관계를 보이나 그 경향은 뚜렷하지 않으며 밀의 종류에 따라서 차이를 보여 일부 직경에서 다른 직경에 비하여 높은 증가나 감소를 보였고 밀의 종류에 따라서 SW > HRW > HRS 순으로 수율이 높게 나타났다.

조쇄 공정 중 1번 조쇄 롤(1B-R)의 기능은 밀알을 잘라낸 후 배유를 부수어 적당히 분류하고 3번

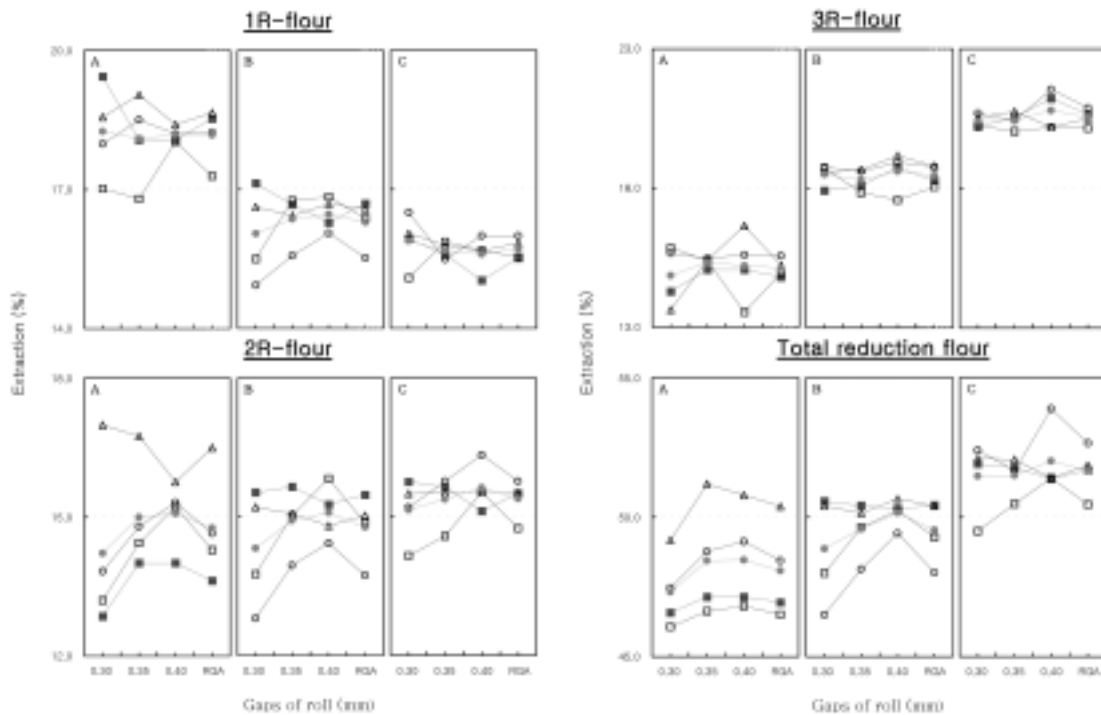


Fig. 4. Flour extraction from reduction rolls (1R, 2R, 3R) according to the 1st break roll gaps.

A: soft white, B: hard red winter, C: hard red spring. ○ : LA, △ : MI, □ : SM, ■ : NS, ● : average diameters (refer to Table 2); RGA, average of roll gaps.

조쇄 롤(3B-R)의 기능은 일정한 밀가루 품질과 수율을 유지하면서 가능한 깨끗하게 밀기울에 남아 있는 배유를 긁어내는 것이다(김희갑과 김성곤, 1985). 그러나 1B-R이 밀알을 잘라낼 때 롤의 간격이 좁아질수록 입자크기 분포가 1B-R의 체(9N-150)를 통과할 수 있는 고운 부분이 증가하여 1B3의 수율은 증가하며 굵은 입자가 적어지고 작은 밀기울이 많이 발생하며 1B-R과 2번 조쇄롤(2B-R)에서 밀기울 부분에 남아 있는 배유가 많이 조쇄되어 상대적으로 3B3의 수율이 감소하는 것으로 생각된다.

밀알의 직경과 경도가 밀가루의 수율과 서로 다른 상관관계를 보이는 것으로 보아 1B-R 및 다른 롤이 밀알에 주는 물리적인 힘과 밀의 다른 특성들이 복합적으로 작용하는 것으로 생각된다. 1B3 수율에만 밀알 크기의 영향이 뚜렷이 나타났는데 이러한 현상은 1B-R 이후의 제분 단계에서는 밀알이 이미 부서진 상태이므로 밀알 크기가 수율에 미치는 영향이 직접적이지 못하고 간접적이며 파생적인 수준에서 작용하기 때문으로 생각된다.

분쇄 계열 밀가루 수율

분쇄 공정의 stream의 수율 변화는 Fig. 4와 같았고, 또한 조쇄 롤 간격과 밀알의 물성과의 상관관계는 Table 4와 같았다. 1R-밀가루(1R3)의 수율은 1B-R의 간격과 (+) 상관관계이나 뚜렷한 경향이 없고 밀의 종류에 따라서 1B-R의 간격이 좁아질 때 HRS에서 수율은 증가하고 HRW에서는 감소, SW에서는 1B-R의 간격 0.35 mm에서 낮은 수율을 보였다. 밀알의 직경과는 (-) 상관관계이나 그 경향이 뚜렷하지 않으며 밀의 종류나 1B-R의 간격에 따라서 다른 수율의 변화를 보였으며 SW와 HRW는 1B-R의 간격 0.30 mm에서의 밀알 직경간의 수율의 차이가 1B-R의 간격 0.40 mm에서보다 크게 나타났으며 HRS는 1B-R의 간격 0.35 mm와 차이를 보였다. 밀의 종류에 따라서 경도가 낮은 SW > HRW > HRS 순으로 수율이 높게 나타났다.

2R-밀가루(2R3)의 수율은 1B-R의 간격과 (+) 상관관계로 밀의 종류에 관계없이 1B-R의 간격이 좁아질수록 수율은 감소하였고, 밀알의 직경과는 매

Table 4. Correlation coefficients between flour extraction and single kernel wheat parameters or milling parameters

	GOR ²⁾	SKD	SKH	SKW	SKD for individual GOR			GOR for individual WC		
					0.30mm	0.35mm	0.40mm	HRS	HRW	SW
1B3 ¹⁾	-0.998*	0.058	-0.978**	0.219	0.081	0.049	0.037	-0.997*	-1.000**	-0.997*
2B3	0.073	-0.657*	-0.630*	-0.530	-0.707*	-0.679*	-0.544	-0.980	-0.373	0.909
3B3	0.997*	-0.500	-0.532	-0.392	-0.375	-0.548	-0.442	0.997*	0.999*	0.969
1R3	0.714	-0.145	-0.909**	0.018	-0.048	-0.169	-0.208	-0.984	0.961	0.198
2R3	0.942	0.086	0.217	0.076	0.115	0.098	-0.027	0.986	0.950	0.910
3R2	0.963	0.311	0.911**	0.148	0.210	0.273	0.422	0.873	0.355	0.895
SH	-0.952	-0.015	0.789**	0.262	0.433	0.390	0.357	-0.987	-0.967	-0.908
BR	0.965	-0.665*	0.224	-0.708	-0.636*	-0.602*	-0.657	0.966	0.966	0.914
BF	-0.996	-0.203	-0.932**	-0.042	-0.149	-0.238	-0.224	-1.000**	-0.985	-0.948
RF	0.997*	0.330	0.644	0.228	0.265	0.263	0.445	0.885	0.998*	0.952
FA	-0.776	0.411	0.800**	0.274	0.418	0.380	0.431	-0.615	-0.869	-0.743
P-F	-0.998*	-0.155	-0.932**	0.014	-0.078	-0.184	-0.203	-0.999*	-0.854	-0.992
C-F	0.988	0.273	0.931**	0.114	0.189	0.224	0.403	0.962	0.953	0.999*
S-F	-0.994	0.406	-0.837**	0.139	0.038	-0.130	0.036	-0.939	-0.453	-0.935

¹⁾1B3, 1B flour; 2B3, 2B flour; 3B3, 3B flour; 1R3, 1R flour; 2R3, 2R flour; 3R2, 3R flour; SH, shorts; BR, bran; BF, total break flour; RF, total reduction flour; FA, farina; P-F, patent flour; C-F, clear flour; S-F, straight flour.

²⁾GOR, gaps of roll; SKD, single kernel diameter; SKH, single kernel hardness; SKW, single kernel weight; WC, wheat classes.

우 낮은 (+) 상관관계로 직경에 따른 특정한 경향은 없지만 수율의 차이는 크게 나타났다. 그러나 SW와 HRW의 MI(직경이 3.36-2.63 mm인 밀알)는 오히려 1B-R의 간격이 좁아질수록 수율이 증가하는 경향을 보였고 HRS는 1B-R의 간격의 변화에 관계없이 비슷한 수준의 수율 변화를 보였다. 밀의 종류에 따라서 경도가 높은 HRS > HRW = SW 순으로 수율이 높게 나타났다

3R-밀가루(3R2)의 수율은 1B-R의 간격과 (+) 상관관계를 나타내었으며 밀알의 직경에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다.

분쇄 공정에서 산출되는 분쇄 계열 밀가루(RF=1R3+2R3+3R2)의 전체 수율은 1B-R의 간격과 (+) 상관관계로 1B-R의 간격이 좁아질수록 RF의 수율은 감소를 보였다. 이는 분쇄 물의 간격이 좁아질수록 조쇄 계열 밀가루의 수율이 높아지므로 물질 수지의 관점에서 상대적으로 분쇄 계열 밀가루의 수율은 감소하기 때문으로 생각된다.

밀알의 직경에 따른 RF의 수율은 (+) 상관관계를 보였으며 밀의 종류에 따라서 그 경향에는 차이를 나타내었다. 밀의 종류에 따라서 경도가 높은 HRS > HRW > SW 순으로 수율이 높게 나타났다. 밀의 경도가 높을수록 조쇄 공정에서 수율이 낮아져서 상대적으로 분쇄 계열 밀가루의 수율은 증가하는 것으로 추정된다.

부산물의 수율

Shorts의 수율은 밀의 종류에 관계없이 1B-R의 간격과 (-) 상관관계로 1B-R의 간격이 좁아질수록 수율은 증가하나 밀의 종류와 밀알의 직경에 따라서 차이를 보였다(Fig. 5). 특히 SW의 SM과 MI는 1B-R의 간격 0.35 mm에서 보다 0.40 mm에서 수율은 오히려 감소하였다. 물의 간격이 좁아짐에 따라 3B-R에서 더 이상 밀기울로 분리할 수 없을 정도로 작은 밀기울이 shorts로 이행되는 양이 증가하기 것으로 생각된다. 밀알의 직경에 따른 수율의 변화는 뚜렷한 경향은 없으나 SW와 HRW에서는 LA(직경 > 3.36 mm인 밀알)가 높은 수율을 보이거나 HRS에서는 SM(직경 2.63-2.38 mm인 밀알)이 높은 수율을 보였다. 밀의 종류에 따라서는 경도가 높은 HRS > HRW > SW 순으로 수율이 높게 나타났다. 밀의 경도가 높은 경우 미처 분쇄되지 못한 밀가루가 shorts로 이행되는 양이 증가하는 것으로 추정된다.

밀기울(bran)의 수율은 1B-R의 간격과 (+) 상관관계로 1B-R의 간격이 좁아질수록 밀의 종류에 관계없이 감소를 보였고 밀알의 직경과는 (-) 상관관계이나 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

1B-R의 간격이 좁아질수록 굵은 입자가 적어지고 작은 밀기울이 많이 발생하며 밀기울 부분에 남아 있는 배유가 많이 조쇄되어 상대적으로 밀기울의 수율이 감소하는 것으로 생각된다. 밀의 종류에 따

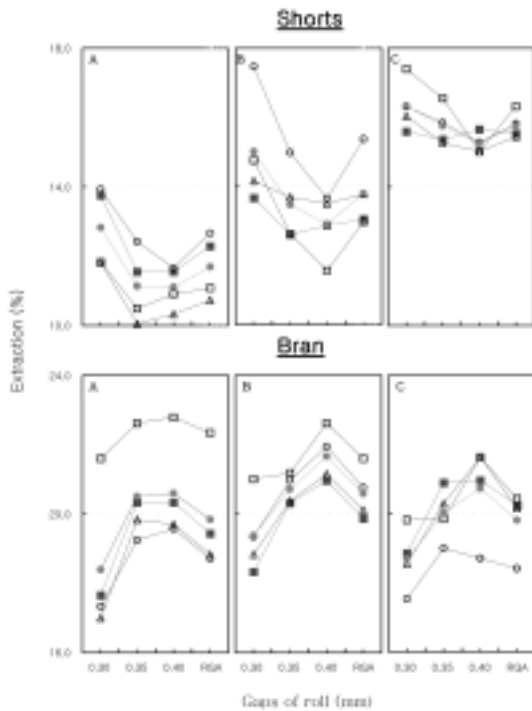


Fig. 5. Flour extraction of shorts and bran according to the 1st break roll gaps.
 A: soft white, B: hard red winter, C: hard red spring. ○ : LA, △ : MI, □ : SM, ■ : NS, ● : average diameters (refer to Table 2); RGA, average of roll gaps.

라서는 1B-R의 간격이나 밀알의 직경에 따라서 차이는 있으나 평균적으로 HRW > HRS > SW 순으로 높았다. 또한 밀의 종류에 관계없이 SM의 수율이 높은 경향을 보였다.

Straight와 상급 밀가루 수율

상급 밀가루의 수율은 대체적으로 1B-R의 간격이 좁아질수록 수율은 증가하나 특정한 밀알의 직경에서는 감소하는 경향을 보였다(Fig. 6). 밀알의 직경에 따라서 뚜렷한 경향을 보이지 않으며 SW와 HRW는 1B-R의 간격 0.3 mm에서 밀알의 직경간 수율의 차가 0.4 mm에 비하여 크게 나타났으며 밀의 종류에 따라서는 SW > HRW > HRS 순으로 높았다.

Straight 밀가루의 수율은 1B-R 간격과 (-) 상관관계로 1B-R의 간격이 좁아질수록 수율은 증가하나 특정 밀알의 직경에서 수율의 감소를 보였다. 밀알의 직경에 따라서 뚜렷한 경향은 없으나 SW의 밀알의 직경간에 수율은 1B-R의 간격에 관계없이 차이를 보였으며 HRW와 HRS는 1B-R의 간격 0.3

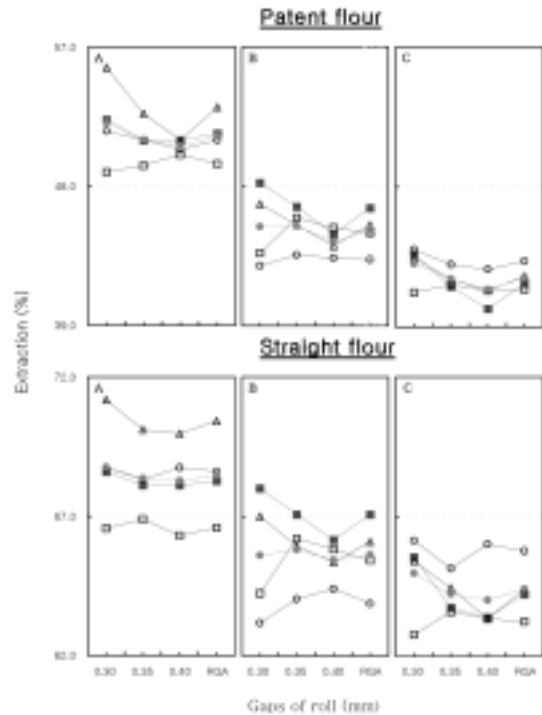


Fig. 6. Flour extraction of patent and straight flours according to the 1st break roll gaps.
 A: soft white, B: hard red winter, C: hard red spring. ○ : LA, △ : MI, □ : SM, ■ : NS, ● : average diameters (refer to Table 2); RGA, average of roll gaps.

mm에서의 밀알의 직경간에 수율 차이가 0.4 mm에서보다 크게 나타났다. 밀의 종류에 따라서는 SW > HRW > HRS 순으로 높았다.

1B-R의 간격이 좁아질수록 전체적인 수율 증가는 RF의 수율 보다 BF의 수율에 의하여 결정되고 특히 1B3의 수율이 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 밀가루의 수율에는 밀알의 직경보다는 1B-R의 간격과 밀알의 경도가 우선적으로 영향을 미쳐서 조쇄 공정에서 분쇄 공정으로 이행되는 farina의 양은 증가하지만 그 내용물은 주로 미세한 밀기울을 다량 함유하게 되어 RF의 수율은 오히려 감소하고 shorts의 수율은 증가함을 알 수 있었다.

요 약

Buhler 실험용 제분기를 사용하여 조쇄 룰의 간격과 밀알의 물성에 따른 제분 수율에 관하여 연구하였다. 1B-R(첫번째 조쇄 룰)의 간격이 좁아질수

록 straight 밀가루의 수율은 증가하였다. 조쇄 계열 밀가루의 수율 특히 1B3(1B-R으로부터 생성된 밀가루)의 수율이 straight 밀가루의 수율에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 조쇄 공정에서 생성되는 farina는 1B-R의 간격이 좁아질수록 많아졌는데 이중 분리되지 않은 미세한 밀기울과 충분히 분쇄되지 않은 farina로부터 이행된 shorts 수율은 증가하였고 상대적으로 분쇄 계열 밀가루의 수율은 오히려 감소하였다. Straight 밀가루의 수율은 밀알의 직경이 클수록 증가하였으나 유의적인 상관성은 없었다. 밀알의 경도는 수율과 유의적인 상관관계를 보였으며 경도가 높을수록 밀가루의 수율은 떨어지고 shorts의 수율은 증가하였다. 결과적으로 제분에서 1B-R의 간격은 밀가루의 수율에 매우 큰 영향을 미치며 밀알의 직경보다는 경도가 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2002학년도 동국대학교 연구비 지원으로 이루어진 결과로서 이에 감사 드립니다.

문 헌

김성곤, 이원중. 1988. 실험제분2. 한국제분공업협회 · 미

- 국소맥협회, pp59-75
- 김희갑, 김성곤. 1985. 소맥과 제분공업. 한국제분공업협회, pp34-86
- 김희갑. 1986. 원료맥의 조질 · 배합. 한국제분공업협회 · 미국소맥협회, pp47-56
- 최윤옥. 1975. 소맥품질검정방법. 작물개량연구소, pp46-52
- A.A.C.C. 1993. Methods 26-10A and 26-21A. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Hoseney, R.C. 1990. *Principles of Cereal Science and Technology*. A.A.C.C, Inc., St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Hsieh, F.H., D.G. Martin, H.C. Black and K.H. Tipples. 1980. Some factors affecting the first break grinding of Canadian wheat. *Cereal Chem.* **57(3)**: 217-223
- Novalles, B., S. Guillaume, M.F. Devaux and M. Chaurand. 1998. Particle size characterisation of in-flow milling products by video image analysis using global features. *J. of the Science of Food and Agriculture* **78(2)**: 187-195
- Ohm, J.B., O.K. Chung and C.W. Deyoe. 1998. Single-kernel characteristics of hard winter wheats in relation to milling and baking quality. *Cereal Chem.* **75(1)**: 156-161
- Scanlon, M.G., J.E. Dexter and C.G. Biliaderis. 1988. Particle-size related physical properties of flour produced by smooth roll reduction of hard red spring wheat farina. *Cereal Chem.* **65(6)**: 486-492