

19602157

G1110-0688

664,72293

L 2930

V-1

제 1 차년도  
연차 보고서

# 우리밀의 종합적 활용을 위한 가공공정 기술의 개발

Development of Processing Technology for Comprehensive  
Utilization of Domestic Wheat (Woorymil)

우리밀 가공기술

밀 가공기술

연구기관

한국식품개발연구원

농림수산부

## 제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “우리밀의 종합적 활용을 위한 가공공정 기술의 개발”  
사업의 최종 보고서로 제출합니다.

1995년 12월 19일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원  
총괄연구책임자 : 김        종        태  
연    구    원 : 김        철        진  
                  박        동        준  
                  황        재        관  
                  구        경        형  
                  조        성        자  
                  남        수        진  
협동연구기관명 : 우리밀살리기운동본부  
협동연구책임자 : 김        승        오

**여 백**

## 요 약 문

### I. 제 목

우리밀의 종합적 활용을 위한 가공공정 기술의 개발

### II. 연구개발의 목적 및 중요성

국내산 밀의 품종별 이화학적 특성과 가공적성을 구명하고, 밀과 밀제분 부산물을 이용한 가공제품 및 생산공정을 개발하며, 현행 우리밀 제분공장의 제분공정의 특성과 공정 개선방안을 연구한다.

### III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 밀의 제분 및 가공기술에 대한 자료조사
2. 국내산 밀의 품종별 이화학적 특성
  - 화학적 영양성분의 분석
  - 밀가루의 반죽특성
3. 국내산 밀의 제분 및 품질특성
  - 시험 제분기에 의한 제분
  - 소형 제분공장 규모의 제분(우리밀 제분공장)
  - 제분수율 및 밀가루의 품질특성
4. 국내산 밀 가공제품 생산 및 제조공정의 확립
  - 밀가루와 밀기울을 이용한 식이섬유 제품의 개발
  - 스낵 및 플레이크 제품 제조공정 기술의 확립
5. 우리밀 제분공장의 공정 분석
  - 우리밀 제분공장(충남 아산, 전남 무안)의 공정 비교
  - 소형 공장규모의 제분 실험(전남 무안)

### IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

국내산 밀(그루, 수원257, 은파, 조광, 탑동)의 단백질 함량은 수입밀인 ASW와 DNS와 비슷한 12~14%를 보였고, 회분함량은 약간 높았으며 사분함량과

피틴산은 ASW와 DNS보다 낮아 품질의 우수성을 보였다. 국내산 밀의 식이섬유 함량은 수입밀과 비교할 때 큰 차이를 보이지 않았고, 무기질중 P, Ca, Na, K의 함량이 높게 나타났으며, 아미노산은 glutamic acid, proline, cysteine등이 ASW보다 높았고, DNS와는 비슷하였다. 지방질의 조성은 국내산 밀이 ASW와 DNS보다 결합지방질의 함량이 낮았으며, 특히 인지질의 함량이 낮았으며 주성분은 lisophosphatidylcholin인 것으로 확인되었다. 국내산 밀의 실험제분 결과 제분수율 70%인 밀가루의 회분함량은 0.57~0.84% 범위를 보였고, 은파와 수원 257이 다른 품종에 비하여 약간 낮았다.

밀기울의 각종 열처리에 따른 밀기울의 화학적 구조 및 기능특성의 변화를 연구하였다. 열처리 공정에 의하여 가장 뚜렷한 차이를 보인 것은 수용성 식이섬유의 함량으로서 원료밀기울에 비하여 약 40~110%의 수용성 식이섬유가 증가하였다. 또한, 열처리에 의하여 용해도와 보수력이 증가한 반면에 보유력은 오히려 감소하는 경향을 보였다. 용적밀도와 팽화도는 각각 보수력과 밀접한 관계를 보이지 않았으나, 이들의 곱은 보수력과 높은 상관관계( $R^2 = 0.94$ )를 보였다. 주사전자현미경에 의한 밀기울의 외형적 구조변화에 대한 관찰은 열처리에 따른 밀기울의 화학적 및 기능적 특징에 대한 결과를 잘 반영해주었다.

가열 및 기계적 에너지에 대한 밀기울 세포벽의 반응성을 구명하기 위하여 autoclave, microwave, extruder 등에 의한 가열처리 시료의 수용성 분획(WSF)의 특성을 조사하였다. WSF의 화학적 분석 및 겔여과 크로마토그래피에 의하면 전분의 호화가 가장 중요한 수용화 기작으로 나타났으며, 이 과정에서 비전분성 세포벽 성분의 수용화도 발생하였다. 압출성형의 경우 다른 열처리에 비하여 수용화 효율이 가장 뛰어났으며, 또한 상대적으로 고분자량의 비전분성 세포벽 성분을 수용화 시켰다. 수용성 비전분계 다당류의 GC 분석에 의하면 세포벽의 arabinoxylan 부분이 열처리 과정에서 가장 많이 수용화되는 것으로 나타났다.

국내산 밀의 호화온도는 ASW와 DNS에 비하여 낮았고 페리노그래프에 의한 반죽적성은 탑동과 수원 257이 양호하였으며, 그루밀은 점착성과 흡수율이 높았다. 제면적성은 수입산 밀과 그루밀로 제조한 경우가 비슷한 특성을 보였고, 탑동밀은 상당히 견고한 조직감을 보였다. 국내산 밀과 밀기울을 이용한 식이섬유 강화 압출스낵과 플레이크 제품의 개발이 가능하였다.

## SUMMARY

### I. Title

Development of Processing Technology for Comprehensive Utilization of Domestic Wheat (Woorymil)

### II. Purpose and Significance

1. To investigate physicochemical and processing properties of domestic wheat varieties
2. To develop the processing technology of domestic wheats and their processing by-products
3. To improve the milling process

### III. Content and Scope

1. Literature review on milling and processing technology of wheats
2. Physicochemical properties of domestic wheat varieties
  - Analysis of nutritional components
  - Dough properties of wheat flour
3. Milling and quality characteristics of domestic wheats
  - Milling by a test mill
  - Milling test at small scale milling factory
  - Milling yield and wheat quality
4. Development of processed food products using domestic wheats
  - Dietary fiber products using whole wheat and wheat bran
  - Establishment of processing technology for snack and flake products
5. Process analysis of Woorymil milling factory
  - Process comparison of milling factory  
(Chun nam Asan, Chunnam Mooan)
  - Milling experiments of small scale factory (Chunnam Mooan)

#### IV. Results and Suggestions

The protein content of domestic wheats (Kru, Suwon 257, Eunpa, Chokwang, Tapdong) was 12-14%, similar to foreign wheats (ASW and DNS). When compared to ASW and DNS, the ash content of domestic wheats was higher, the sand and phytic acid content lower, and the mineral content (P, Ca, Na, K) higher. However, no significant difference was observed in the dietary fiber content. The amino acids such as glutamic acid, proline and cysteine in domestic wheats were higher than ASW, while similar to DNS. The milling test of domestic wheats showed that wheat with 70% of milling yield possessed 0.57-0.84% of ash content, in which Eunpa and Suwon 257 exhibited the lower level as compared to other varieties.

Thermal treatments on wheat bran increased soluble dietary fiber 40~110% and water holding capacity 20~75%. Bulk density x swelling exhibited good correlation ( $R^2 = 0.94$ ) with WHC. Scanning electron microscopy (SEM) exhibited that structure of raw wheat bran was significantly modified, whose degree and shape well reflected the types of thermal treatments. Gelatinization of starch was found to be the primary solubilizing mechanism of wheat bran, followed by the structural disintegration of fibrous non-starch cell wall materials. GC analysis of water soluble non-starch polysaccharides indicates that the arabinoxylan residues of cell wall are sensitive to thermal treatments studied. The degrading degree of cell wall of wheat bran is the most significant for extrusion accompanying both high temperature and high shear.

The gelatinization temperature of domestic wheat was lower than that of ASW and DNS. Good dough properties was observed in Tapdong and Suwon 257, and Kru offered high cohesiveness and absorption ratio. Noodles prepared by Tapdong showed significantly rigid texture. Dietary fiber enriched extruded snacks and flake products were developed using domestic wheats and wheat bran.

# CONTENTS

CHAPTER 1. INTRODUCTION .....	11
Section 1. Title of Research .....	12
Section 2. Needs of Research .....	12
Section 3. Content and Scope of Research .....	13
CHAPTER 2. DOMESTIC MILLING INDUSTRY .....	15
Section 1. Milling and Processing Technology of Wheats .....	15
Section 2. Production, Processing and Consumption of Wheats .....	17
Section 3. Milling Capacity and Facilities .....	24
CHAPTER 3. QUALITY PROPERTIES OF DOMESTIC WHEATS .....	31
Section 1. Introduction .....	31
Section 2. Materials and Methods .....	32
Section 3. Results and Discussion .....	42
Section 4. References .....	68



CHAPTER 4. PROCESSING OF WHEAT BRAN BY THERMAL TREATMENT .....	71
Section 1. Introduction .....	71
Section 2. Materials and Methods .....	72
Section 3. Results and Discussion .....	79
Section 4. References .....	96
 CHAPTER 5. PRODUCTION OF TEST FOOD PRODUCTS .....	 103
Section 1. Noodles .....	103
Section 2. Extruded Snacks .....	114
 CHAPTER 6. CONCLUSIONS .....	 125
 CHAPTER 7. SUGGESTIONS .....	 126

# 목 차

제1장 서 론 .....	11
제1절 연구의 제목 .....	12
제2절 연구의 필요성 .....	12
제3절 연구내용 및 범위 .....	13
제2장 국내의 제분공업과 국내산 밀의 현황 .....	15
제1절 국내의 제분 및 밀 가공제품 생산기술 .....	15
제2절 국내산 밀의 생산, 가공 및 소비현황 .....	17
제3절 우리밀 제분공장의 제분능력과 설비현황 .....	24
제3장 국내산 밀의 품질특성 .....	31
제1절 서설 .....	31
제2절 실험재료 및 방법 .....	32
제3절 결과 및 고찰 .....	42
제4절 참고문헌 .....	68
제4장 열처리에 의한 밀기울의 가공공정 .....	71
제1절 서설 .....	71

제2절 실험재료 및 방법 .....	72
제3절 결과 및 고찰 .....	79
제4절 참고문헌 .....	96
제5장 시제품의 생산실험 .....	103
제1절 국수 .....	103
제2절 압출스낵 .....	114
제3절 우리밀 플레이크 .....	119
제6장 결 론 .....	125
제7장 건의사항 .....	126

## 제 1 장 서 론

밀은 쌀에 이어 우리 국민에게 있어 제 2의 기본식량작물로 자리잡아 오고 있으며 단보(300평)당 세계에서 최고 생산량을 보일 정도로 우수한 종자로 알려져 있고 우리나라 기후나 토양도 밀을 재배하기에 적합한 조건을 가지고 있다. 밀의 영양학적인 측면을 보면 당질이 주성분으로서 70% 내외를 함유하고 단백질 10-14%, 지질 1.9-2.3%를 함유하고 단백질은 그 질도 양호하다. 또 비타민중 치아민, 리보플라빈 및 나이아신이 풍부하고 열량이 350 cal로 높다.

그러나 1984년 정부는 밀의 수매정책을 중단하여 농민들은 밀 재배를 기피하게 되어 1985년부터 1989년까지 연평균 330만톤의 외국산 밀을 수입하여 매년 4-5억 달러 이상을 지출하고 있으며 1991년 현재 생산량이 600톤에 불과하여 밀의 소비량을 충족시킬 수 없는 단계에 이르고 있다. 한편 국내 식품제조업체에서 소비하고 있는 밀은 전량 수입에 의존하고 있는데 이중 약 70%가 미국에서 수입되며 그외 호주와 캐나다등지에서 해상운송을 통하여 국내에 수입되고 있다. 그런데 이러한 밀의 전량수입은 엄청난 외화지출의 경제적 차원을 넘어 생산, 수집, 저장, 운반 및 보관과정을 통하여 변질방지를 함으로서 상품성을 유지하기 위하여 인체에 해로운 살충제, 살균제, 방부제 및 보존제등의 다양한 농약을 투여하여 국민건강을 위협하고 있어 농약이 함유되지 않은 우리 밀에 대한 인식이 높아지고 있다.

이러한 상황아래 지난 1989년 사단법인 “우리밀살리기운동본부”가 우리밀을 시발로 우리농산물을 살리자는 취지 아래 결성되어 현재 10만 여명의 회원이 활동하고 있으며, 밀종자 생산체계에 의한 단계별 보증종자 생산과 집단재배 단지운영의 정책적 지원을 바탕으로 밀의 재배 및 소비촉진 운동을 전개하고 있다. 그 결과 1993년에는 재배면적 547 ha에서 1,483천 M/T을 수확하였고 1994년에는 4,000톤, 1995년에는 12,000톤을 수확하였으며, UR 타결이후 식량수출대국이 농산물시장의 주도권을 거머쥐고 현재 전량수입에 의존하는 밀값을 마음대로 지배할 상황이 우려되기 때문에 식량안보 차원에서 밀의 자급도를 현재 수요량의 30% 정도인 1백만톤을 자급하는 목표로 지속적인 활동을 하고 있다.

한편, 국내산 밀에 대한 가공적성과 품질특성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않아 우리밀 관련 제품의 개발에 제한적이고, “우리밀살리기운동” 단체에서

제분, 면류, 제과 및 제빵 관련 가공식품의 개발사업을 추진함에 있어서 소규모의 제분기술과 가공식품 개발연구가 뒷받침 되지 못한 상태이므로 많은 어려움 뒷따르고 있는 실정이다. 그리고 국내 식품제조업계에서 밀을 이용한 가공제품의 생산이 매년 급증하고 있으나, 농약처리된 수입밀의 사용함으로써 국민건강이 위협받고 있다. 따라서 우리밀 재배농가의 소득증대와 국제경쟁력을 키우기 위하여는 국내에서 생산된 우리밀을 소비시킬 수 있는 부가가치가 높은 다양한 제품의 가공공정과 제분기술의 개발이 요구된다고 할 수 있다.

## 제 1 절 연구의 목적

국내산 밀의 품종별 이화학적 특성과 가공적성을 구명하고, 밀과 밀제분 부산물을 이용한 가공제품 및 생산공정을 개발하며, 현행 우리밀 제분공장의 제분공정의 특성과 공정 개선방안을 연구한다.

## 제 2 절 연구의 필요성

국내의 중소규모 개인업체나 농민단체에 있어서 제분기술은 과학적인 분체 가공기술이 뒷받침 되지 못한 상태에서 재래적인 제분기계에 의한 경험적인 생산의 한계를 벗어나지 못하는 낙후된 수준의 식품가공기술에 의존하여 효율적인 운영이 되지 못하고 있는 실정이다. 그리고 밀가루와 부산물인 밀기울의 가공공정 기술은 현재 가속화 되고 있는 새로운 식품개발 경쟁시대에 있어서 부가가치를 높이는 제품을 개발할 수 있는 적절한 식품원료로 부각되고 있다.

1980년 후반 이후로 우리밀에 관한 품종별 이화학적 특성 및 가공적성 연구가 전혀 이루어 지지 않아 점차 생산량이 늘어나고 있는 우리밀의 수입밀대체 및 이용이 어려워므로 이에 대한 연구가 필요하다. 특히 우리밀은 가공적성이 높고 고유의 향과 맛이 있을뿐 만 아니라 이용가치가 높은 성분이 함유되어 있으나 가공기술이 뒷받침 되지 못하여 우리밀 특유의 품질특성이 입증되지 못한 상황에서 우리밀 용도의 개발범위는 넓다고 할 수 있다.

또한, 우리밀 살리기운동 단체에서 우리밀 소비방안을 위한 생산단지별 적정수준의 제분기와 면류제조 가공시설 설치 및 밀 가공식품 개발 사업을 추진하고 있으나 우리밀의 제분 가공공정 기술과 밀 가공식품 개발에 관한 연구가

거의 이루어져 있지 않아 큰 어려움을 겪고 있다.

현재 국내의 밀 자급도는 전무한 상태에서 밀 소비는 늘고 있어 막대한 외화 지출의 원인이 되고 있다. 1993년 수입된 식용밀은 2백 8만여톤으로 3억2천 22만 달러에 달하며 사료용 1백 84만 2천톤이 더해지면 총 3백 92만 2천톤이 수입되어 전체 양곡도입량 1천 2백만톤중 32.7%를 차지하는 양으로 밀의 국내 생산이 결국 외화절감의 지름길이라는 결론이 도출된다.

한편, 1991년 부터 시작된 우리밀 살리기 운동의 영향으로 우리밀의 재배는 계속 증가할 것으로 예측되기 때문에 국내에서 재배 수확되는 우리밀의 효율적인 소비와 가공을 위한 제분공정과 제품생산 공정기술에 대한 연구가 뒷받침 된다면 밀수입에 대한 외화지출 억제와 우리밀 가공기술의 확립 및 경쟁력 있는 밀가공제품의 개발등 일석이조의 효과를 얻을 수 있으리라 기대된다.

그러므로 국민의 식생활과 건강을 위협하는 수입밀은 식량으로서 가치를 상실하기 때문에 소비자와 식품제조업체의 우리밀에 대한 인식변화로 소비가 증가될 것으로 예측되며 소비자가 요구하는 다양한 밀가공품의 개발을 위한 가공공정과 가공제품에 관한 연구는 필연적이라 할 수 있다.

### 제 3 절 연구범위 및 내용

국내산 밀의 종합적인 활용을 위한 연구로서 국내산 밀 5품종과 대조구로서 수입밀 ASW(Australian Standard White Wheat)와 DNS(Dark Northern Spring Wheat)를 사용하여 제분실험을 실시하고 제분된 밀가루와 밀기울 제품의 이화학적 특성을 분석하였으며, 밀가루와 밀기울을 이용한 가공제품 생산실험을 실시하였다.

1. 밀의 제분 및 가공기술에 대한 자료조사
2. 국내산 밀의 품종별 이화학적 특성
  - 화학적 영양성분의 분석
  - 밀가루의 반죽특성
3. 국내산 밀의 제분 및 품질특성
  - 시험 제분기에 의한 제분
  - 소형 제분공장 규모의 제분(우리밀 제분공장)

- 제분수율 및 밀가루의 품질특성
- 4. 국내산 밀 가공제품 생산 및 제조공정의 확립
  - 밀가루와 밀기울을 이용한 식이섬유 제품의 개발
  - 스넥 및 플레이크 제품 제조공정 기술의 확립
- 5. 우리밀 제분공장의 공정 분석
  - 우리밀 제분공장(충남 아산, 전남 무안)의 공정 비교
  - 소형 공장규모의 제분 실험(전남 무안)

## 제 2 장 국내의 제분공업과 국내산 밀의 현황

### 제 1 절 국내의 제분 및 밀 가공제품 생산기술

#### 1. 국내 제분공업의 현황

국내의 밀 제분업체의 수는 한국제분공업협회에 등록된 자료에 의하면 11개 업체의 13개 공장으로 표 2-1에 나타난 바와 같이 경인과 부산지역에 집중되어 있으며 호남지역에는 1개 공장만이 존재한다.

표 2-1. 국내 제분공장의 분포

지 역	년가동능력 (M/T)	비 율 (%)
경 인	1,518,000	48.3
부 산	1,338,000	42.6
호 남	285,000	9.1

(자료: 한국제분공업협회)

표 2-2에는 국내 제분업체의 가공능력을 나타내고 있는데 13개 제분업체의 총가공능력은 1일 1만 470톤이고, 연간은 1988년 이후 314만톤의 가공능력을 유지하고 있으며, 가동율은 1993년 현재 66.6%를 보이고 있다.

이러한 국내 제분업계의 현안 문제는 대량 생산용의 설비가 요구되는 장치 산업에 속하기 때문에 자본의 투자비가 크고 제조원가중 원료의 구성비율이 높으며 원료를 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 그리고 1983년 밀가루의 자율화 조치 이후 제분시설의 개선과 기술 향상의 영향으로 고품질의 밀가루 생산비율이 높아졌으나, 가동율은 감소되어 66%에 불과하다. 또한 제분업계의 소비자 시장으로의 전환이 되면서 2차 가공업계의 고품질 제품이 요구되고, 다양한 제품의 생산에 적합한 기술의 개발도 요구되고 있다.



표 2-2. 국내 제분공장의 가공능력

(단위: M/T)

지역별	업 체 명	가공능력		소재지
		1 일	년 간	
경인지역	대 한	2,460	738,000	인 천
	동 아	580	174,000	인 천
	대 선	520	156,000	서 울
	삼 화	380	114,000	인 천
	제 일	1,120	336,000	서 울
	소 계	5,060	1,518,000	
부산지역	동 아	960	288,000	부 산
	제 일	1,310	393,000	부 산
	신 한	420	126,000	부 산
	신 동	530	159,000	부 산
	영 남	440	132,000	부 산
	금 성	490	147,000	부 산
	대 성	310	93,000	부 산
	소 계	4,460	1,338,000	
호남지역	한 국	950	285,000	목 포
합	계	10,470	3,141,000	

(자료: 한국제분공업협회)

이러한 국내 제분업계의 현안 문제는 대량 생산용의 설비가 요구되는 장치 산업에 속하기 때문에 자본의 투자비가 크고 제조원가중 원료의 구성비율이 높으며 원료를 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 그리고 1983년 밀가루의 자율화 조치 이후 제분시설의 개선과 기술 향상의 영향으로 고품질의 밀가루 생산비율이 높아졌으나, 가동율은 감소되어 66%에 불과하다. 또한 제분업계의 소비자 시장으로의 전환이 되면서 2차 가공업계의 고품질 제품이 요구되고, 다양한 제품의 생산에 적합한 기술의 개발도 요구되고 있다.

## 2. 밀 가공제품 생산기술

밀을 이용한 가공제품의 생산기술은 밀 제품을 주식으로 하는 외국에서 이미 광범위한 형태로 발전되어 많이 보급되어져 있으며, 국내의 많은 식품업체에서는 외국기술과 제조방법을 도입하여 제품을 생산 판매해 오고 있다. 제품 생산 기술을 크게 분류하여 보면 제빵, 제면, 제과, 프리믹스, 양조, 장류등으로 구분할 수 있는데, 이들 제품의 생산은 제품의 종류에 따라서 원료 밀과 공정기술에 크게 좌우된다. 그리고 국내산 밀의 가공을 위한 소형화된 제품 생산 공정 및 기술은 모든 제품의 적용에 있어서 새로운 설계와 기술축척이 요구되기 때문에 연구개발이 뒷받침 되어져야 한다.

Fig. 2-1과 2-2에 미국에서 시판되고 있는 밀 가공제품을 나타내고 있다. 그 종류를 살펴보면 순 밀기울 플레이크, 전밀 플레이크, 인스턴트 수프 등의 3가지 형태로 생산되고 있다. 이들 제품의 가공기술은 주로 열처리를 통한 조리공정후 성형과 분쇄등을 거쳐 제품화하는 공정으로 되어 있다.

한편, 밀의 종류와 품질특성을 살펴보면 Table 2-3과 같다. 국내의 제분업계에서 주로 사용하는 원맥은 제빵용으로는 DNS와 제면용으로는 ASW가 대표적인 것으로 알려져 있다.

## 제 2 절 국내산 밀의 생산, 가공 및 소비현황

국내산 밀의 재배면적, 생산량 및 수매량등에 관한 현황을 “우리밀살리기 운동본부”에서 밝힌 자료를 통하여 살펴보면(표 2-4) 1992년에 275톤을 생산하기 시작한 후 1993년 2000톤, 1994년 5,000톤 규모로 매년 급격히 증가하였으



Fig. 2-1. Wheat-based cereal products



Fig. 2-2. Wheat bran-based cereal products

표 2-3. 국내 제분업계의 사용원맥과 품질특성

산지	종		품 질		맥의 특성	비 고
	원 맥	약 어	회 분	단백질		
미 국	White wheat (Soft wheat)	WW (SW)	1.45~ 1.65 (1.50)	10.0~ 11.0 (10.5)	가장 많이 사용되는 저단백질맥으로서 분상질이 많고, 낱알이 굵어 제분수율이 높음. 100% 가공한 밀가루는 팽화성이 좋고, cake용으로 적합	미국산 백 맥
	Hard Red Winter	HRW	1.50~ 1.65 (1.55)	11.0~ 12.5 (11.5)	단백질량과 질은 백맥과 DNS의 중간정도이고, 낱알이 작고 DNS와 섞여 있을 때는 외관상 구별이 곤란하며, DNS보다 초자질이 적고 주로 면류계통에 혼합가공	미국산 적 맥
	Dark Northern Spring	DNS	1.55~ 1.70	13.5~ 14.5	낱알이 길쭉하고 투명한 초자질이 상당히 발달(통상 85% 이상) 글루텐의 점탄성이 강하고 흡수율과 반죽의 혼합용적이 좋으며 식빵용으로 사용	미국산 강적맥
호 주	Australian Soft	AS	1.30~ 1.40 (1.35)	8.0~ 9.0 (8.7)	낱알이 굵고 수분이 낮으며, 단백질 함량이 낮음. 저단백질을 요하는 특수 박력용에 적합	호주산 백 맥
	Australian Soft Variety	ASV	1.35~ 1.45 (1.40)	8.5~ 9.5 (9.0)	단백질 함량이 AS와 미국산 WW의 중간정도로 AS 대응으로 많이 사용. 저단백 특수 박력계로 가공시 100% 백맥 가공분비 흡수율은 높지만 반죽이 질겨 cake용으로는 특성치가 떨어지기 때문에 일본에서는 AS와 더불어 잘 사용치 않음.	호주산 백 맥 다목적용
	Australian Standard Wheat	ASW	1.30~ 1.40 (1.35)	9.5~ 10.5 (10.0)	단백질은 미국산 WW비 0.5% 정도 낮은 수준이나 흡수율이 좋고 분상질 함량이 많아 백도를 높이는 측면에서 WW비 유리함. 제면용으로 가공시 면질이 고르고 부드러우며 탄력있는 식감. 색상이나 흡수율을 높이기 위한 떡용, 면용으로 사용	호주산 표 준 소 맥
	Australian Hard	AH	1.40~ 1.60 (1.50)	11.0~ 11.5 (11.3)	단백질은 미국산 HRW와 비슷한 수준이나 흡수율이 높고, 회분 함량이 낮아 가공에 유리.	호주산 적 맥
	Australian Prime Hard	APH	1.55~ 1.60 (1.57)	12.5~ 13.0 (12.5)	단백질 함량이 미국산 DNS와 비교시 떨어지고 반죽의 안정도가 낮음. 제빵용으로 사용시 미국산 DNS와 비교시 특성이 떨어짐	호주산 강적맥

산 지	맥 종		품 질		맥 의 특 성	비 고
	원 맥	약 어	회 분	단백질		
카나다	No. 1 Canada Western Red Spring Wheat	1CW	1.50~ 1.60 (1.55)	13.5~ 14.5 (14.0)	단백질과 회분함량이 미국산 DNS와 동일한 수준임. 2차 가공 적성은 DNS에 비하여 저조하나, 밀 고유의 맛과 향이 좋아 고품 질의 빵에 소량씩 혼합 사용.	카나다산 강 적 맥
알젠티	Argentine Wheat	ARW	1.70~ 1.80 (1.75)	11.5~ 12.0 (11.5)	단백질 함량이 미국산 HW와 동일한 수준이며, 회분함량이 높아 제분성이 떨어지나 탄성이 있어 라면류용으로 사용	알젠티맥
사우디 아라비 아	Saudiarabia Red Wheat	WSR	1.55~ 1.70 (1.65)	13.5~ 14.0 (13.5)	단백질 함량이 높고 수분이 낮아 제면적성에 좋고, 흡수율과 반죽의 안정도는 미국산 DNS와 동일한 수준이다. 반죽의 발효가 불균일하여 제빵용에는 부적합하고 품질의 변폭이 큰 약점이 있다.	사우디맥

표 2-4. 국산밀의 생산현황

(자료: 우리밀살리기운동본부)

	1992년산			1993년산			1994년산			1995년산	농가수
	재배면적 (평)	생산량 (kg)	수매량 (가마)	재배면적 (평)	생산량 (kg)	수매량 (가마)	재배면적 (평)	생산량 (kg)	수매량 (가마)	파종계획 (만평)	
강원	1,500	1,800	30	16,500	19,800	173	242,200	296,640	2,872	40	400
경기	2,000	2,400	48	14,000	16,800	126	69,800	83,760	1,014	20	200
충북	4,000	4,800	103	9,000	10,800	314	46,050	55,260	962	5	90
충남 (대전)	5,000	6,000	122	85,000	102,000	1,016	151,900	182,280	2,631	30	300
전북	13,000	15,600	350	200,000	240,000	3,225	533,755	640,530	14,306	120	550
전남 (광주)	68,000	81,600	1,837	520,000	624,000	13,763	1,355,250	1,626,310	36,202	280	2,000
경북 (대구)	16,000	19,200	430	140,000	168,000	2,281	366,935	440,322	4,338	80	450
경남	120,000	144,000	3,180	600,000	720,000	12,341	1,296,312	1,555,574	35,800	250	2,000
제주										3	10
서울				6,000	7,200	135	15,000	15,000	133	1	
인천							15,000	15,000	28	1	
계	229,500	275,500	6,100 (40kg)	1,590,500	1,908,500	33,418 (40kg)	4,092,677	4,904,231	98,289 (40kg)	830	
생산 농가	350호			2,500호			4,500호			6,000호	
수매가	1등 28,400원 2등 27,100원 등의 23,000원			1등 29,800원 2등 28,400원 등의 24,200원 종자용 33,000원			1등 30,690원 2등 29,250원 등의 24,930원 종자용 33,600원			1등 31,000원 2등 30,000원 등의 25,000원 종자용 33,000원	

며, 표에는 나와 있지 않지만 1995년에는 150,000톤 가량의 밀을 생산한 것으로 알려져 있다. 그리고 밀의 육성품종별 수량성을 비교한 자료를 표 2-5에 나타내었는데 1976년까지 육성된 장광, 울밀등 6품종(기존품종)의 10a당 평균수량이 395kg인데 비하여 1978년에 육성된 그루밀 이후 울그루밀까지 6품종의 평균수량이 539kg으로 기존품종에 비하여 36% 증수한 것을 알 수 있다.

표 2-5. 밀 최근 육성품종의 수량성 비교

(단위:kg/10a)

기존품종	육성년도	수량성	신품종	육성년도	수량성
장 광	1959	350	그 루 밀	1978	536
진 광	1959	337	청 계 밀	1979	525
남 광	1969	389	은 파 밀	1982	521
원 광	1969	396	탑 동 밀	1986	545
조 광	1976	459	우 리 밀	1991	518
울 밀	1976	438	울그루밀	1992	590

(자료: 우리밀살리기 운동본부)

국내산 밀은 회원 농가로부터 수매후 우리밀살리기운동본부 산하 4개의 우리밀 제분공장(전남 구례와 무안, 충남 아산, 경남 합천)에서 백밀가루(제분율 71~75%), 통밀가루, 국수, 이분도 통밀, 통밀차등의 제품으로 가공되어 전국에 11개의 지역본부와 1,000여개의 우리밀 공급장과 농협 등의 판매장을 통하여 회원과 일반시민에게 공급하고 있다. 그리고 우리밀 빵은 고려당과 크라운 베이커리 등에, 우리밀 생면은 보리식품에, 우리밀 라면은 삼양식품에 위탁 가공하여 판매하고 있으며, 1995년 5월에는 일본 동경의 신주쿠에 우리밀 칼국수 전문점을 개점하여 우리밀 식품의 해외진출을 시작하였다.

이밖에도 과자, 약과, 고추장, 증류주, 건강보조식품, 누룩, 밀기울 식이섬유 제품 등의 개발을 통하여 제품의 다양화를 꾀하고 있다.



### 제 3 절 우리밀 제분공장의 제분능력과 설비현황

#### 1. 제분실험

우리밀 제분공장 규모의 제분실험은 탐동밀과 그루밀을 사용하여 400kg의 원맥을 1시간 동안 제분하면서 1B, 2B, 3B, 4M, Flour 및 Bran의 제분계열을 얻었다. 이 제분 계열의 수분과 회분함량은 Table 2-6에 나타내었다. 표에서 Flour는 시판되는 밀가루로서 1B+2B+4M이 혼합된 제품으로서 회분함량이 탐동밀은 0.97%, 그루밀은 0.8%의 수준을 보이고 있다. Fig. 2-3는 구르밀과 탐동밀 밀가루 입자의 현미경 사진을 나타낸 것인데, 그루밀이 탐동밀보다 약간 큰 것을 보이고 있고, 일부 작은 입자들이 손상된 것을 관찰할 수 있다.

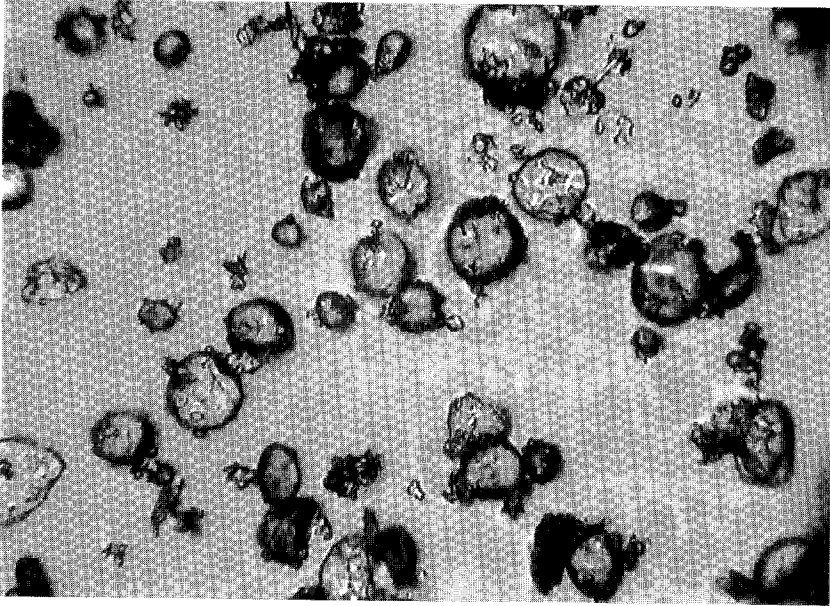
Table 2-6. Moisture and ash content in millstreams of Tapdong and Kru wheat

No.	Fraction	Moisture (%)		Ash (%)		Protein	
		Tapdong	Kru	Tapdong	Kru	Tapdong	Kru
1	Flour	10.20	11.36	0.97	0.80	10.53	12.02
2	1B	10.21	11.76	0.61	0.53	10.66	12.68
3	2B	10.46	11.49	0.87	0.79	9.78	12.72
4	3B	10.29	10.79	1.14	1.11	2.33	12.14
5	4M	10.64	10.39	1.03	1.24	2.92	11.50
6	Bran	11.22	10.59	5.23	4.17	9.98	13.83

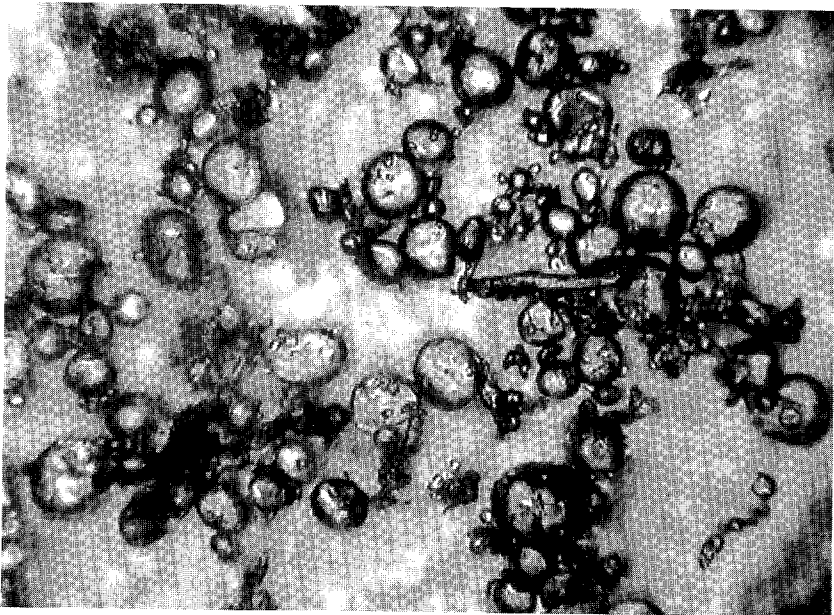
#### 2. 우리밀 제분공장 공정의 제분능력

##### 가. 우리밀 제분공장의 현황

우리밀 제분공장은 전남의 구례와 무안, 충남의 아산, 경남의 합천 등의 4개 공장이 가동되고 있으며, 제분능력과 제분방식 및 설립년도는 표 2-7에 나타낸 것과 같다. 3개 공장이 roll-mill을 사용하는 연속식이고, 아산공장은 회분식의 제분설비로 되어 있다.



(a)



(b)

Fig. 2-3. Light photomicrographs of Kru(a) and Tapdong(b) wheat flours milled from Woorymil milling factory (1000X)

**여 백**

표 2-7. 우리밀 제분공장의 제분능력과 방식

공장	설립년도	제분능력	제분방식
전남 구례	1992	5 ton/8hr	roll-mill, 연속식
전남 무안	1993	10 ton/8hr	roll-mill, 연속식
충남 아산	1994	3 ton/8hr	roll-mill, 회분식
경남 합천	1995	5 ton/8hr	roll-mill, 연속식

나. 무안 우리밀 제분공장의 제분공정

전남 무안의 우리밀 제분공장의 제분공정 흐름도는 Fig. 2-4와 같다.

다. 무안 제분공장의 문제점

무안 제분공장의 제분공정을 검토한 결과 품질관리를 위하여 수정이 요구되거나 설비상의 처리능력등에 있어서 발견된 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 제분공장의 설비에 대한 투자비가 최소화됨으로서 설비의 처리 능력이 떨어진다.
- (2) 제분 전문가의 부재로 품질 관리와 설비의 유지관리가 어려운 실정이다.
- (3) 원맥의 투입전 예비정선 장치가 없음으로 인하여 작업자가 이물질을 제거하나 완전한 정선이 이루어 지지 않아 밀대, 기생충, 흙등의 혼입이 될 가능성이 크다.
- (4) Separator가 정상적인 가동을 하지 못하여 배출구에서 이물질의 배출이 제대로 이루어 지지 않고 있다.
- (5) 석발기(stoner)가 벼의 가공시 사용하는 석발기이며, 균일한 흐름이 되지 않고, 장치내에서 압력이 누출됨으로서 작업장 공기의 오염원이 되는 것으로 판단된다.
- (6) 제분전 조질(tempering)을 위한 가수장치가 설치되어 있으나 사용하고 있지 않음으로서 제분율에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

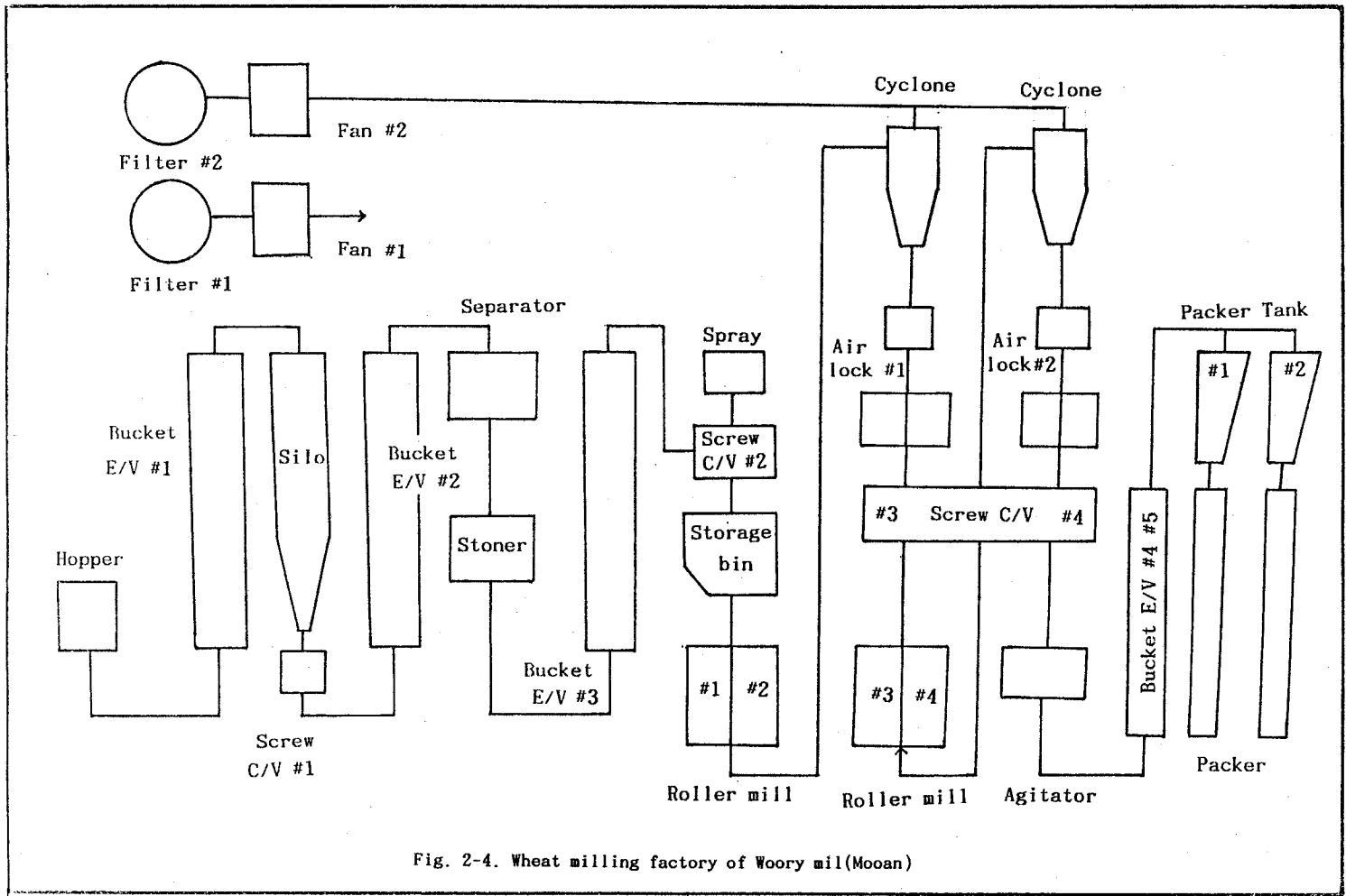


Fig. 2-4. Wheat milling factory of Woory mil(Moan)

#### 라. 현행 제분공장 공정의 개선안

상기에서 제시되었던 무안 제분공장의 운용상의 문제점 해결을 위하여 공정 개선을 위한 추가 예상설비는 다음과 같고, 개선 공정 흐름도는 Fig. 2-5와 같다.

##### - 추가 예상설비

###### (1) Impacter

원맥 표면의 이물질(먼지, 충란)을 제거하며, 현재 설비중 저장고 전에 설치하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

###### (2) Purifier

비중차에 의하여 제분 밀가루의 분리를 할 수 있으며, 분리 정도에 따라 밀가루의 백도와 회분함량이 큰 영향을 받는다.

###### (3) Scourer

###### (4) Separator

###### (5) Filter

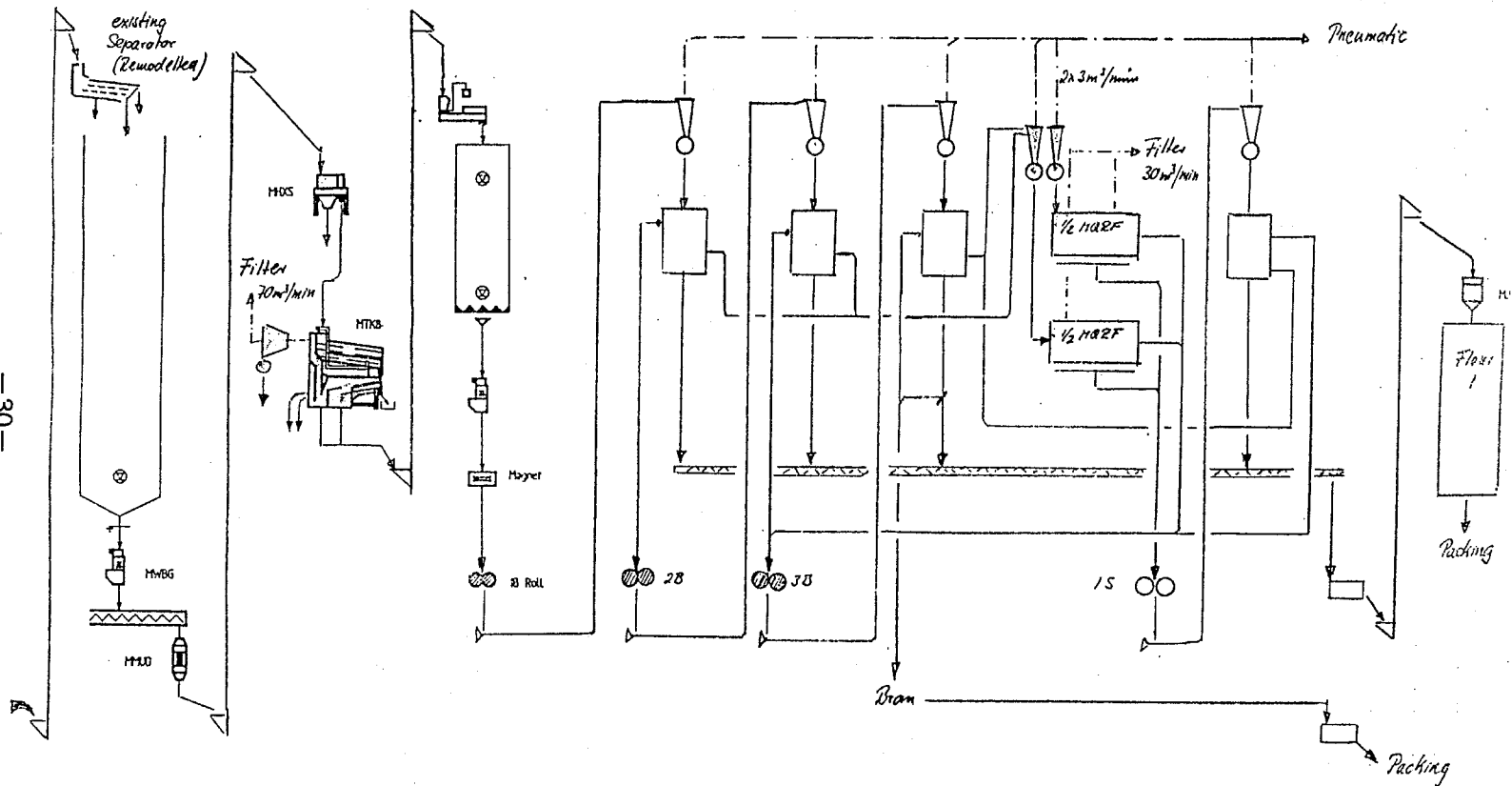


Fig. 2-5. Proposed new milling process for wheat

## 제 3 장 국내산 밀의 품질특성

### 제 1 절 서 설

밀가루의 품질과 가공특성에 관한 연구는 국내외 식품과학 연구분야의 연구자들에 의하여 다양한 측면에서 대단히 많은 연구결과가 보고되었다. 그러나 이들의 연구에 사용된 밀은 대부분 외국산 밀에 국한되어져 있어 국내산 밀에 대한 품질 및 가공특성에 대한 연구는 거의 이루어 지지 않고 많은 것으로 알려져 있다. 그리하여 1970년대말 부터 밀의 품종별 재배조건 및 지역에 따른 단백질 함량<sup>(1)</sup>과 국내산 밀 및 triticale의 일반성분에 대한 보고<sup>(2)</sup>를 시작으로 국내산 밀에 대한 연구가 조금씩 진행되었으며, 밀 단백질인 gluten을 이루는 gliadin과 glutenin의 아미노산 조성<sup>(3)</sup>과 정제 및 분자량 측정에 관한 연구 보고<sup>(3,4)</sup>가 뒤를 잇고 있다.

1980년초에는 국내산 우량계통에 대한 제분특성 및 이화학적 특성<sup>(5)</sup>에 대한 연구가 보고되었는데, 제분성은 수원 224호와 234호, 밀양 18호 및 밀양 21호가 조광과 비슷하거나 유사한 결과를 보였고, 단백질의 함량은 모두 8.0~10.5%로 낮았으며, amylogram의 최고 점도는 전계통이 비교적 높아 제면과 제빵용으로 적합한 특성이 있음을 보였다. 또한 국내 표준 품종인 조광, 올밀 및 원광의 제분특성에 미치는 제분율, 회분 및 단백질 함량의 변화는 년차별 모두가 증감현상이 비슷함을 보고하였다<sup>(6)</sup>. 그리고 국내산 밀의 제빵 특성에 관한 연구<sup>(7)</sup>에서는 조광을 제분후 wheat shorts 및 flour등으로 분리하여 물리적 성질과 입도의 크기가 전밀빵의 부피에 미치는 실험결과 mixogram의 높이가 wheat flour, wheat grits 및 wheat shorts 순으로 높았으며, 직경 0.2mm이하의 밀가루(fraction 1) 반죽의 안정도는 100mesh 이하의 밀가루에 크게 떨어지지 않았다고 하였다. 한편, 국내산 밀가루의 이화학적 특성 및 쿠키제조의 연구결과<sup>(8)</sup>에 있어서는 alkaline water retention capacity(AWRC)는 침전가(pelshenkes value)와 단백질 함량과는 정의 상관을 보이고, 쿠키직경과 AWRC 및 단백질 함량은 부의 상관을 보였다.



이상과 같이 국내산 밀에 대한 이화학적 및 품질특성에 대한 연구는 1984년 국내산 밀의 정부로부터의 수매중단에 영향으로 인하여 생산 및 보급이 중단되면서 자연적으로 연구의 대상에서도 제외되어 계속적인 연구가 진행되지 않았다. 그리고 이미 진행되었던 밀에 대한 연구의 결과는 우리밀을 되살리기 운동을 펼치며 생산, 보급 및 소비를 확대하려는 현시점에 잘 부합할 수 있는 품질특성의 규명에 있어서 부분적인 연구에 지나지 않는다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내산 밀중 최근의 육성품종 밀에 대하여, 제품특성에 영향을 미치는 전분, 단백질 및 지방 등에 있어서 기능적 특성을 갖는 세부구성성분의 이화학적 특성구명을 통하여 제품적성과 연계시킴으로서 수입밀과 동일한 특성을 보이는 품종의 이용도 개발 및 요구품질에 적합한 필수 구성성분과 비율을 밝힘으로서 국내산 밀 제품의 개발시 활용할 수 있도록 하였다.

## 제 2 절 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

시료로 사용한 밀은 국내산 밀 5품종(그루, 수원 257, 은파, 조광, 탑동), 수입밀은 2품종(ASW: Australian standard white wheat, DNS: Dark northern spring wheat)를 구입하여 각각 통밀과 수율 70%의 밀가루로 제분하여 실험에 사용하였다.

### 2. 일반성분

수분은 105℃ 건조법으로, 조지방은 Soxhlet법으로, 조단백은 micro-Kjeldahl법으로, 회분은 회화로법 등 표준 AOAC법<sup>(9)</sup>에 따라 분석하였다.

### 3. 사분측정

통밀 및 전밀의 사분측정은 식품공전의 방법<sup>(10)</sup>에 의거하여 다음과 같이 측정하였다. 사염화탄소(CCl<sub>4</sub>) 비중 선별법에 따라서 시료 25g을 채취하여 그것

에 대한 무게 퍼센트로 표시하고 사분 측정병에 사염화탄소를 넣은 다음 시료를 넣고 다시 30ml의 사염화탄소를 넣어 준 후, 2분간 유리봉으로 잘 저어주고 30분간 방치한다. 이를 다시 1분간 저어주고 30분간 놓아 두었다가 가라앉은 사분의 ml를 읽어 아래 식에 따라 산출하였다.

$$\text{사분(\%)} = \frac{\text{사분의 ml의 수} \times 1.25}{\text{채취시료량의 무게}} \times 100$$

#### 4. Phytic acid 분석

통밀 및 전밀에 존재하는 phytate 분석은 Wheeler et al<sup>(11)</sup>의 방법에 의하였고, 표준물질로 사용한 phytate(P-5756)는 Sigma Co. (St. Louis, MO, U.S.A.)에서 구입하였다. 시료 1g(phytate 100mg에 해당)을 삼각 플라스크에 넣고 3% trichloroacetic acid 50 ml를 첨가하여 45분간 진탕한 후 원심분리기(Sorvall RC-5B, Dupont Instrument, SS-34 rotor)로 7,000 rpm(4,482 x g)에서 10분간 원심분리하여 상등액을 회수하였다. 상등액중 10 ml를 취해 원심분리 tube에 넣고 FeCl<sub>3</sub> 용액(2 mg ferric ion/ml of 3% TCA) 4ml를 첨가한 후 끓는 수조에서 45분간 가열하였다. 상등액이 30분간 경과하도록 맑지 않은 경우에는 sodium sulfate를 1-2방울을 첨가하였다. 이 용액을 GSA rotor로 7,000 rpm(6,513 x g)에서 10분간 원심분리하여 상등액을 버리고 침전물을 3%-TCA 20-25 ml로 2회 세척한 뒤 끓는 수조에서 다시 5-10분간 가열한 후 동일조건하에서 원심분리하여 상등액은 제거하였다. 남은 침전물에 증류수 2ml와 1.5 N-NaOH 3 ml를 첨가하고 80°C로 가열한 증류수 30ml를 넣어 잘 혼합한 용액을 Whatman No. 2 여과지를 사용하여 여과하고 80°C 증류수 50-70 ml로 재차 세척하였다. 이때 여액은 버리고 여과지에 거러진 침전물은 뜨거운 3.2 N-HNO<sub>3</sub> 40 ml로 녹여서 100 ml 정용 flask에 담고 증류수로 여과지를 잘 세척하여 100 ml로 정용한 뒤 상온에서 냉각시켰다. 이 용액 5 ml를 취하여 100 ml 정용 flask에 넣고 증류수 70 ml를 가하여 희석한 뒤 1.5 M-KSCN 20ml를 채워 넣고 100 ml로 표정한 후, 즉시 480 nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선에서 그 양을 환산하였다. 각 시료의 blank test는 시료를 첨가하지 않고 위와 동일한 방법으로 실시하였다.

## 5. 식이섬유 분석

각 시료의 불용성 식이섬유(IDF, insoluble dietary fiber), 수용성 식이섬유(SDF, soluble dietary fiber), 총 식이섬유(TDF, total dietary fiber)분석은 Prosky 등<sup>(12)</sup>의 방법으로 Sigma total dietary fiber assay kit(TDF-100)를 사용하여 분석하였다.

### (가) 효소분해

시료를 1g씩 소숫점 0.1 mg까지 정확히 달아 400 ml tall 비이커에 담고, 50 ml pH phosphate buffer를 가하고 0.05 ml amylase용액을 각 비이커에 첨가하여 잘 섞어준 뒤 알루미늄 호일로 씌워, 끓는 수조에서 5분 간격으로 잘 흔들며 주면서 내부의 온도가 95°C가 될 때부터 30분간 끓인 후 상온으로 냉각하였다. 이 용액에 10 ml의 0.275-N NaOH를 첨가하여 pH를 7.5로 조정하고 protease용액(protease 50 mg/1 ml of phosphate buffer) 0.1 ml를 첨가하여 알루미늄 호일로 덮은 뒤 60°C로 조정된 항온 shaker에서 30분간 계속 흔들어진 후 0.325-N HCl용액으로 pH를 4.5로 조정하였다. 여기에 amyloglucosidase 0.3 ml를 첨가하고 다시 60°C shaker에서 30분간 흔들어진 다음 냉각시켰다. 시료당 2회를 동일하게 수행하여 식이섬유 분석에 필요한 단백질 및 회분정량에 각각 사용하였다.

### (나) 불용성 식이섬유(IDF)정량

유리도가니(Duran crucible, Porosity NO.4, size 40-60 $\mu$ m)는 증류수로 세척하여 105°C에서 건조한 후 525°C에서 1시간 가열하고, 약 0.5 g의 celite를 가하고 0.1 mg까지 정확하게 칭량한 뒤 다시 105°C에서 건조시킨 후 냉각하여 정확히 칭량하고 데시케이터에 보관한 것을 사용하였다. 유리도가니에 가한 celite는 증류수를 사용하여 도가니의 glass filter위에 고르게 분산시킨 후, 항량을 구한 suction flask를 rubber adapter로 연결시켰다. 미리 준비된 유리도가니에 효소처리한 시료를 가한 다음 감압여과하여 효소분해되고 남은 침전물을 회수하였다. 그 다음 유리도가니를 통과하지 못하고 남은 침전물을 증

류수 20 ml, 95 % 에탄올 20 ml, 아세톤 20 ml를 사용하여 연속적으로 세척한 후 세척액은 SDF정량을 위하여 suction flask에 회수하였다. 세척 후 침전물을 포함하고 있는 유리도가니를 105℃에서 하룻밤 건조한 뒤, 데시케이터에서 방냉하고 0.1 mg까지 정확히 칭량하였다. 반복 시료중 1개는 Kjeldahl방법으로 단백질 정량을 하였고 이때 단백질수는 6.25로 하였다. 다른 1개의 시료는 525℃에서 5시간 이상 회화하고 데시케이터에서 방냉시킨 후 정확히 칭량하고 도가니와 celite의 무게를 감하여 회분을 정량하였다. 이상의 IDF 함량은 실험결과를 data sheet(Fig. 3)에 기입하고 식 (1)에 의거하여 계산하였다. blank 값은 시료를 가하지 않고 IDF 정량방법을 동일하게 실시하여 Fig. 4와 같이 정리하고 식 (2)에 의거하여 계산한 값을 사용하였다.

#### (다) 수용성 식이섬유(SDF) 정량

IDF 정량시 회수한 세척액에 증류수를 가하여 총량을 100 g으로 맞춘뒤 60℃로 예열된 95% 에탄올 400 ml를 첨가하고 상온에서 60분간 방치하여 세척액중 식이섬유 부분을 침전시켰다. 이 후 IDF 정량시와 동일한 방법으로 celite를 포함한 도가니에 78% 에탄올을 가하면서 celite를 고르게 분산시키고 감압 여과장치에 연결한 후 침전시킨 세척액을 여과시켜 남은 침전물에 78% 에탄올 60 ml, 95% 에탄올 20 ml, 아세톤 20 ml를 순차적으로 가하여 세척하였다. 회수한 물질을 IDF정량시와 동일한 방법으로 단백질과 회분을 정량하고 실험결과를 data sheet에 기입하고 아래식에 의거하여 계산하였다.

## 6. 색도 및 투과도

분급된 각 시료의 색도는 Chroma meter(Minota, CR-2000 Japan)로 L, a, b 값을 측정하였고, 카로텐노이드에 의한 투과도는 AACC(1983)에 의하여 다음과 같이 측정하였다. 시료를 8g(수분 14%)를 100 ml 플라스크에 넣고 N-butyl alcohol을 40 ml 첨가하여 1분간 흔들고 15-30분간 정치시킨다. 다시 정치시켰던 시료가 든 플라스크를 잘 흔든 다음 whatman No. 1 여과지로 여과하여 435.8 nm에서 투과도를 측정하였다.

## 7. 구성당 분석

시료중의 구성당은 Blakeney 등의 방법<sup>(13)</sup>을 일부 수정한 alditol-acetate 법에 의해 측정하였다. 소량의 시료를 취하여 24 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100  $\mu$ l를 넣어 실온에서 1 시간 방치한 후 증류수 1.1 ml을 혼합하여 100°C에서 3시간 분해하였다. 분해된 시료에 24 N-NH<sub>4</sub>OH 200  $\mu$ l를 첨가하여 중화시킨 후 건조하였다. 건조 후 1 N-NH<sub>4</sub>OH 용액 100  $\mu$ l로 알카리화하고 DMSO에 녹인 2% sodium borohydride 용액을 1 ml 첨가하여 40°C에서 2시간 반응시켰다. 다음 glacial acetic acid를 100  $\mu$ l 첨가하고 1-methylimidazole 200  $\mu$ l와 2 ml의 acetic anhydride를 넣어 실온에서 30분간 방치하였다. 그 후 증류수와 dichloromethane을 넣어 잘 섞은 후 분리된 하층부분을 gas chromatography를 이용하여 분석하였다. 분석 조건은 Table 3-1에 나타내었다.

Table 3-1. Instruments and operating condition for G.C

G.C	Hewlett packard 5890 plus series II
Column	DB-225 fused silica capillary column (J & W Scientific Inc, Folsom CA) 30 m long x 0.25 mm I.D 0.25 $\mu$ m film thickness
Oven tem.	220°C
Injector	275°C
Detector	Flame ionization detector (300°C)
Carrier gas	helium(1 ml/min)
Split ratio	50 : 1

## 8. 아미노산

아미노산 분석은 Bidlingmeyer<sup>(14)</sup>등의 방법에 의해 측정하였다. 일정량의 시료를 6N-HCl 용액과 혼합하여 질소충진 후 110°C에서 24시간 동안 가수분해하였다. 가수분해한 시료를 50 ml로 정용하고 이를 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 20  $\mu$ l를 취하여 진공건조 하였다. 건조된 시료에 methanol:water:triethylamine(2:2:1)용액 30  $\mu$ l를 첨가하여 2차 건조하였다. 이것에 유도체 시약 (methanol:water:trimethylamine:phenyl

iso-thiocyanate=7:1:1:1)을 30  $\mu$ l 가하여 20분간 방치한 후 3차 건조하였다. Methanol 30  $\mu$ l를 첨가하여 다시 건조하고 sodium acetate buffer(pH 6.4)로 재용해하여 HPLC로 분석하였다. 분석 조건은 Table 3-2에 나타내었다.

**Table 3-2. Instruments and operating condition for HPLC**

Instrument	Jasco PU-980 pump Jasco HG-980-30 high pressure gradient module Jasco 851-AS autosampler Jasco UV-975 UV/VIS detector Jasco 807-IT integrator column oven(40°C)
Column	Waters pico-tag column (3.9 x 150 mm, 4 $\mu$ m)
UV range	254 nm
Mobile phase	eluent A : 0.14 M sodium acetate trihydrate 0.05% tryethylamine 1 L HPLC grade water (pH 6.4 with phosphoric acid) eluent B : 60% acetonitrile

### 9. 무기질 분석

무기질 분석은 건식회화법<sup>(15)</sup>을 이용하였다. 시료를 550°C에서 4시간 동안 회화시킨 후 0.2 N-HNO<sub>3</sub> 용액에 용해하여 100 ml로 정용하였다. 다음 여과하여 ICP(Inductively coupled plasma, Jobin-Yvon Model JY 38 Plus, France)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 Table 3-3과 같다.

**Table 3-3. Operation conditions for ICP**

Power	1 Kw for aqueous
Nebulizer pressure	3.5 bar for Meinhard type C
Aerosol flow rate	0.3 l/min
Auxiliary gas	0.3 l/min for multielement analysis of aqueous solutions
Cooling gas	12 l/min

## 10. 지방 추출

통밀가루 100 g에 water saturated n-butanol 1.2 l를 첨가하여 5분간 균질화한 후 여과하였다. 잔사에 다시 용매를 가하여 반복 추출한 후 여액을 모았다. 이 여액을 감압 농축하여 non starch lipid(NSL)로 사용하였다. Starch lipid(SL)의 추출은 남아있는 잔사에 용매 1.2 l를 가하여 90℃에서 30분간 가열하였다. 가열 후 여과하여 여액만을 감압농축하여 사용하였다. 추출한 NSL과 SL은 folch등의 방법에 따라 chloroform/methanol(2:1) 혼합용매를 가하여 재용해 후 분액 깔대기에 옮겨 물에 녹인 0.88% KCl용액을 1/4배 가하여 잘 흔들어 준 다음 방치하였다. Chloroform층과 물층이 완전 분리된 후 chloroform층만 회수하고 다시 methanol/water(1:1) 혼합용매를 1/4 가하여 혼합 후 방치하였다. Chloroform층과 물층이 완전 분리후 chloroform 층만 회수하고 위의 방법을 두번 반복하여 chloroform 층만을 모았다. 모아진 액을 감압하여 용매를 제거하고 진소충진하여 냉동보관하였다. 총지질은 각각 분리된 NSL과 SL의 합으로 나타내었다.

## 11. Column chromatography에 의한 지질의 분획

분말시료에서 추출 정제한 지질을 silicic acid column chromatography를 이용하여 중성지질(neutral lipid), 당지질(galactolipid), 인지질(phospholipid)로 각각 분획하였다. Silicic acid(100-300 mesh, sigma)를 120℃에서 5시간 활성화 시킨후 7%의 수분을 흡습시켰다. 활성화된 silicic acid 30 g 을 chloroform으로 평형화하여 기포가 혼입되지 않도록 column(2 x 20 cm)에 충전하고 chloroform으로 세척하였다. 여기에 정제 지질을 500-800 mg을 주입 후 중성지질은 chloroform 600 ml로 당지질은 acetone 1800 ml, 인지질은 methanol 600 ml로 용출하여 분획하였다. 분획한 용출액은 원심분리하여 용출액중의 silicic acid 입자를 제거 후 감압농축기로 용매를 제거하여 중량을 구하였다. 분획한 각 시료는 진소충진하여 냉동보관하였다.

## 12. Phospholipid 분석

Column chromatography에서 methanol에 의해 용출되어진 인지질 분획을 chloroform에 재용해하여 HPLC(waters)를 이용하여 분석하였다. 분석 조건은 Table 3-4에 나타내었다.

**Table 3-4. HPLC conditions for phospholipid classes.**

---

Column	$\mu$ -Porasil, waters No. 027477(10 $\mu$ m, 125 a, 3.9 mm x 300 mm)
Eluents	A: n-hexane : isopropanol : water (60:80:7) B: n-hexane : isopropanol : water (60:80:14)
Detector	UV (206 nm)
Flow rate	1.5 ml/min

---

## 13. 지방산 분석

각각의 분획시료 50 mg에 0.5-N methanolic KOH 5ml을 가하여 5분간 가열하였다. 그 후 14% BF-methanol 5 ml을 가하여 1분간 가열한 후 hexane 5 ml을 가하여 30 초간 다시 가열하였다. 가열이 끝난 후 정용 플라스크에 옮겨 포화 NaCl을 넣어 잠시 방치하여 상층부분만을 취하여 micro tube에 담는다. 분리된 시료에 NaSo를 과량 가하여 탈수 시킨후 냉동보관하며 G.C를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 Table 3-5에 나타내었다.

**Table 3-5. Gas chromatographic conditions of fatty acid methyl esters**

---

Injector Temp.:	250 °C
Detector Temp.:	250 °C
Column Temp.:	180 °C(Isothermal)
Column:	Supelcowax-10 capillary column(L:30m, FT:0.25um, ID:0.32mm)
Detector type:	FID
Split ratio:	50:1
Carrier gas:	He
Column head pressure:	20psi

---



#### 14. 보수력 및 보유력

각 시료의 보수력(WHC, water holding capacity)과 보유력(OA, oil absorption)은 Mongeau와 Brassard<sup>(16)</sup>의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 고형물 1 g에 해당하는 시료를 0.1 mg까지 정확히 달아 미리 무게를 잰 30 ml 원심분리 tube에 넣고 증류수를 20 ml 첨가하고 유리봉으로 잘 섞은 후 37°C water bath에서 1시간 동안 진탕하였다. 이 현탁액을 원심분리(Sorvall RC-5B, SS-34 rotor)로 11,000 rpm(14,460 x g)에서 1시간 동안 원심분리한고 상등액을 제거한 다음 원심분리 tube를 15분간 drain한 후 무게를 측정하여 g당 수분보유량을 계산하였다. 보유력은 보수력 정량과 동일한 방법으로 콩기름(동방유랑) 20 ml를 넣고 현탁액을 만들어 g당 보유량을 계산하였다. 각각의 실험은 두번씩 반복한 결과를 평균으로 환산하였다.

#### 15. 실험제분

실험제분은 원맥의 수분함량을 15.5%로 조절하여 각 시료마다 27g/min의 공급속도로 투입하면서 3.5kg의 원맥을 Buhler-Miag 실험제분기를 사용하여 3개의 Break roll과 3개의 Reduction roll을 통과한 분리된 계열을 모았으며, 3번째 Break roll의 체에서 걸러진 밀기울(bran)과 3번째 Reduction roll을 통과한 Shorts를 수집하였다. 제분에 사용한 체의 조립은 Table 3-6과 같다.

Table 3-6. Sieve and silk bolting cloth

1B	2B	3B	1R	2R	3R	Shorts
9XX <sup>1)</sup>	10XX <sup>2)</sup>	10XX	9XX	10XX	10XX	10XX

<sup>1)</sup> 9XX: 140 $\mu$ m

<sup>2)</sup> 10XX: 125 $\mu$ m

그리고 Roll의 간격은 Break roll의 좌측은 13mm, 우측은 10mm로 조절하였고, Reduction roll은 좌측을 7mm, 우측을 3mm 조절하여 제분하였다.

## 16. 손상전분

밀가루중의 손상전분은 AACC 76-30A법<sup>(17)</sup>에 의하여 실시하였다.

## 17. 열시차분석

밀가루의 열시차분석은 DSC(differential scanning calometry: DSC, Perkin-Elmer 7, USA)를 사용하여 시료를 15mg 취하여 증류수를 30 $\mu$ l 가하고 수분평형을 위하여 4시간 동안 실온에서 방치한후 10 $^{\circ}$ C/min의 가열속도로 30~150 $^{\circ}$ C까지 가열하여 측정하였다.

## 18. Amylograph

밀가루 현탁액의 농도를 12%로 하여 Amylogram(Brabender co., USA)으로 통상적인 방법으로 측정하였다.

## 19. 밀가루의 입도분석

시험제분하여 얻은 밀가루의 입도분석은 Laser particle sizer(Analysette 22, Fritsch GmbH, Idar-Oberstein, Germany)로 물을 분산용매로 하여 interation이 56회 되는 조건으로 측정하였다.

## 20. 밀가루 반죽특성

품종별 통밀 및 밀가루의 반죽 적성은 farinograh(Brabender Ltd., Duisburg, German)를 이용하여 측정한 패리노그램으로부터 흡수율, 도달시간, 안정도 및 약화도를 측정하였다. 각 시료는 수분함량 14%의 밀가루 300g을 기준으로 수분함량을 환산하여 시료를 취하였다( $86.0/A \times 300 = B$  g, A: 100-시료의 수분함량, B: 시료량). 시료를 30 $^{\circ}$ C로 맞춘 mixing bowl에 넣고 뷰렛에 상온의 증류수를 채우고 영점을 맞춘다. 뷰렛 끝을 mixing bowl에 위치하고 증류수를 예비실험을 통하여 밀가루가 흡수할 수 있을 정도까지 첨가한 후 500

B.U. 선의 중앙에 도달하도록 하고, 계속적인 적정은 20 B.U. 안에 들도록 적정하였다. 또 페리노그래프에서 일정 수분을 흡수한 반죽의 점착성(stickiness)은 texture analyser(Model TA XT-2, Stable Micro Systems, Ltd, England)를 사용하여 adhesive test를 하였다. 페리노그래프를 행한 통밀 및 밀가루 반죽 중 15g을 취하여 Chen-Hoseney dough stickiness cell(A/DSC)와 25 mm perspex cylinder probe를 이용하였고, 측정조건은 test speed: 2.0 mm/s, post-test speed 10.0 mm/s, distance: 4 mm, force: 40g, time: 0.1 s, trigger force: 5g이었다. 각각의 실험은 5회 실시하여 평균을 취하였다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 일반성분

본 연구에서는 국내 밀 재배농가에 널리 보급되어 재배량이 비교적 많은 5 품종의 국내산밀(그루, 수원 257, 은파, 조광, 탑동)과 “우리밀 살리기운동” 단체에서 시판하고 있는 “우리밀”을 사용하였고 대조구로서 국내 식품업계에서 대량 소비되고 있는 제빵용의 미국산 밀인 DNS와 제면용인 호주산 밀 ASW등 8 개 품종의 밀을 시료로서 사용하였다. Table 3-7에 통밀의 일반성분 분석 결과를 나타내고 있는데 국내산 밀은 가공적성에 있어서 중요시 되는 단백질 함량

Table 3-7. Approximate Analysis of Whole Wheat Flour

	Kru	Suwon	Eunpa	Chokwang	Tapdong	Woorymil	ASW	DNS
		257						
Moisture	9.91	9.25	9.6	9.75	9.44	9.85	6.81	8.98
Crude protein	13.39 (14.65)	11.78 (12.14)	14.77 (15.11)	13.29 (13.81)	14.33 (15.8)	11.58 (12.85)	9.54 (9.86)	13.42 (14.68)
Crude fat	1.56 (1.99)	1.35 (1.98)	1.34 (1.48)	1.64 (1.82)	1.37 (1.73)	1.58 (1.90)	1.47 (2.31)	1.64 (2.22)
Ash	1.76 (1.95)	1.62 (1.79)	1.57 (1.74)	1.63 (1.81)	1.53 (1.69)	1.69 (1.87)	1.27 (1.40)	1.56 (1.66)
CHO*	73.3 (81.36)	76.76 (84.58)	73.83 (81.67)	74.52 (82.57)	73.4 (81.05)	76.92 (85.32)	81.26 (87.2)	74.46 (81.81)

\* CHO: Carbohydrate obtained by difference  
( ): dry basis

이 11.78~14.33%로 DNS나 ASW와 비교할때 약간 높은 함량을 보였다. 그리고 회분함량은 탐동밀이 1.69% 및 구르밀이 1.95%로 ASW나 DNS의 1.4% 및 1.66%보다 높은 값을 보이고 있어 제빵과 제면시 높은 회분함량의 영향으로 품질저하를 초래할 수 있는 특성을 보이는 것을 예측할 수 있다. 그러므로 가공적성에 요구되는 단백질과 회분함량이 되도록 정선, 가수, 조쇄, 분류, 싸이징, 분쇄 및 체질등의 제분공정을 거치면서 밀가루의 품질조절을 하여야 할 것으로 판단된다.

## 2. 사분 및 phytic acid

국내산(5품종) 및 수입산 밀(2품종)을 통밀과 밀가루로 제분하여 사분과 phytic acid함량을 분석한 결과는 Table 3-8과 같다. 사분은 품종에 관계없이 통밀 및 전밀 모두 0.005% 미만을 나타내어 사별 과정중의 불순물 제거가 일반적으로 알려진 것보다 양호했음을 알 수 있었다. Phytic acid는 통밀이 밀가루보다 품종에 관계없이 높은 함량을 나타내었는데 이는 통밀의 경우 phytic acid가 다량 함유되어 있는 호분층이 혼입되어 있기 때문이라고 여겨진다. 또 수입산인 ASW나 DNS보다 통밀 및 밀가루 모두 phytic acid를 낮게 함유하고 있었고, 품종 간에는 약간의 함량 차이를 보였다.

한편 보수력은 통밀과 전밀간의 차이도 없었고, 품종간에도 큰 차이를 보이지 않았으나 보유력은 전밀이 통밀보다 전반적으로 높은 값을 보였고, 품종간에는 차이가 없었다.

## 3. 식이섬유

국내산 밀과 수입밀의 품종에 따른 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유 및 총식이섬유 함량을 분석한 결과는 Table 3-9와 같다. 불용성 식이섬유의 경우 통밀은 5.09 - 12.36 %로 품종별로 큰 차이가 있었는데 이는 제분정도에 따라 통밀로 혼입되는 호분층의 함량이 균일하지 않기 때문이라 여겨진다. 반면에 호분층을 거의 함유하지 않는 밀가루의 경우는 수입산인 DNS를 제외하고 불용성 식이섬유 함량은 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다. 우리밀의 경우 다른 국내산 품종에 비하여 낮은편인 5.09%을 나타낸 것은 제분정도의 차이로 사료

**Table 3-8. Sand, phytic acid content, water holding capacity (WHC) and oil holding capacity(OHC) in various wheat varieties**

	Sample	Sand (%)	Phytic acid (mg/g)	WHC (g/g)	OHC (g/g)
W H O L E	Kru	<0.005	8.98	1.770	1.733
	Suwon 257	<0.005	9.04	1.806	1.804
	Eunpa	<0.005	9.85	1.818	1.747
	Chokwang	<0.005	8.75	1.634	1.726
	Tapdong	<0.005	9.15	1.709	1.713
	Woorymil <sup>1)</sup>	<0.005	8.70	1.646	1.771
	ASW <sup>2)</sup>	<0.005	9.98	1.649	1.559
	DNS <sup>3)</sup>	<0.005	10.07	1.643	1.588
F L O U R	Kru	<0.005	3.78	1.723	1.855
	Suwon 275	<0.005	2.67	1.678	1.846
	Eunpa	<0.005	2.22	1.678	1.855
	Chokwang	<0.005	3.57	1.582	1.843
	Tapdong	<0.005	3.40	1.659	1.883
	Woorymil <sup>1)</sup>	<0.005	3.03	1.572	1.753
	ASW <sup>1)</sup>	<0.005	5.08	1.733	1.832
	DNS <sup>3)</sup>	<0.005	4.78	1.676	1.914

1) Woorymil : mixture of Korean wheat varieties

2) AWS : Australian standard wheat

3) DNS : Dark northern spring wheat

**Table 3-9. Dietary fiber in various wheat varieties**

	Sample	IDF <sup>1)</sup>	SDF <sup>2)</sup>	TDF <sup>3)</sup>
W H O L E	Kru	9.17	1.48	10.65
	Suwon 257	11.88	2.00	13.88
	Eunpa	10.76	1.81	12.57
	Chokwang	8.00	2.68	10.68
	Tapdong	9.60	1.70	11.30
	Woorymil	5.09	2.19	7.26
	ASW	10.31	2.89	13.19
	DNS	12.36	2.97	15.23
F L O U R	Kru	1.97	1.27	3.24
	Suwon 257	1.39	1.48	2.87
	Eunpa	1.46	1.26	2.72
	Chokwang	1.80	1.28	3.08
	Tapdong	1.20	1.35	2.55
	Woorymil	1.78	1.75	3.53
	ASW	1.66	1.75	3.41
	DNS	3.26	1.68	4.94

1) Insoluble dietary fiber

2) Soluble dietary fiber

3) Total dietary fiber

된다. 또 수용성 식이섬유 함량의 경우는 통밀보다 밀가루가 약간 낮은 함량이었고, 품종간에는 차이가 거의 없었으며, 총식이섬유 함량은 통밀과 밀가루간에 차이가 컸는데, 이는 불용성식이섬유 함량에 의한 것으로 판단된다.

#### 4. 색도 및 투과도

품종별 통밀 및 밀가루의 색도와 카로테노이드에 의한 투과도를 조사한 결과(Table 3-10) 전반적으로 통밀이 전밀보다 L(밝기), a(적색도), 황색도(b)이 값이 높았는데, 이는 호분층 혼입에 의한 차이인 것으로 판단된다. 또한 품종간의 차이를 보면 우리밀의 경우 다른 통밀보다 높은 L값을 가졌고, 수입산인 DNS는 L값이 상당히 낮았는데, 이것도 제분정도에 따른 호분층 혼입량의 차이라고 여겨진다. 또 투과도에 있어서도 호분층이 많은 통밀이 전밀보다 낮은 수치를 보였다.

Table 3-10. Color value and transmittance by yellow in various wheat varieties

	Sample	Color			Transmittance (%)
		L	a	b	
W H O L E	Kru	86.00	1.39	9.47	70.14
	Suwon 257	87.11	1.50	9.53	58.52
	Eunpa	85.80	1.71	10.66	64.41
	Chokwang	87.70	1.49	8.97	54.69
	Tapdong	86.74	1.44	9.44	66.55
	Woorymil	91.11	0.19	8.22	69.37
	ASW	84.77	0.80	12.74	70.44
DNS	75.56	3.05	13.45	67.61	
F L O U R	Kru	94.24	-0.50	7.68	66.95
	Suwon 257	94.84	-0.60	7.12	63.66
	Eunpa	93.56	-0.53	8.96	71.31
	Chokwang	94.56	-0.40	6.49	70.22
	Tapdong	94.39	-0.37	6.99	69.14
	Woorymil	93.24	-0.41	8.04	74.47
	ASW	94.24	-0.57	6.41	59.33
DNS	93.63	-0.59	9.29	68.02	

## 5. 무기질 함량

통밀과 밀가루 내의 무기질 함량을 Table 3-11에 나타내었다. 전체적으로 P, Ca, Na, K의 함량이 높게 나타났으며 그밖의 무기염류는 상대적으로 적은 분포를 나타내었다. 통밀의 경우 그루밀, 우리밀, 조광의 K의 함량이 211.6-171.6 mg%로 외국산 상업용 밀에 비하여 높게 나타났으며 P은 우리밀이 130.4 mg%, 그루밀 124.7 mg%로 ASW의 73.5 mg%에 비하여 상당히 높게 나타났다. P은 곡류중에 포함되어 있는 phytate의 함량과 높은 상관관계를 보이며 밀의 bran 부분에 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다<sup>(18)</sup>. Na의 경우는 국내산 밀이 외국산 밀에 비해 적게 나타났으며 은파밀의 경우 5.89 mg%로 가장 낮은 값을 나타냈다. 밀가루는 통밀에 비하여 무기질 함량은 상당히 줄었는데 이는 대부분 외피와 호분층에 존재하는 무기질이 제분시 상당량이 손실되기 때문이다.

국내산 품종의 밀가루중의 K의 함량은 34.3-48.0 mg%이며 P은 24.8-38.9 mg%를 나타내었다. 전반적으로 국내산 밀의 무기질 함량이 외국산 밀의 무기질 함량보다 높은 것으로 나타났다. 한편 다른 무기질 성분은 비해 밀가루의 Al, Si 등은 통밀과 거의 비슷하거나 오히려 증가하는 경향을 나타내었다.

## 6. 단백질과 아미노산

밀의 품종별 단백질 함량을 Table 3-12에 나타냈다. 국내에서 생산되는 밀의 단백질 함량은 전반적으로 외국산 밀의 단백질 함량보다 높게 나타났다. 국내산 품종중에서는 은파밀과 탑동밀이 15.53%와 15.06%로 단백질 함량이 높았으며 여러 품종을 혼합한 우리밀의 단백질 함량이 11.97%로 낮게 나타났다. 또한 제분시 각 품종마다 통밀에 비해 약 1% 가량의 단백질이 손실되는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 Pomeranz<sup>(19)</sup> 등의 HRW(hard red winter wheat)의 단백질 분석 결과 제분시 통밀에 비해 약 1% 가량의 손실을 보인다는 보고와 일치하였다. 밀의 각 구성 부위별 단백질 함량은 외피층에 약 11-15%, 호분층에 18% 정도 함유되어 있으며 밀가루로 제조되는 배유 부분에 7-11% 정도 함유된 것으로 알려져 있다<sup>(20)</sup>. 이러한 사실로 미루어 제분시 단백질의 손실은 외피층과 호분층에 존재하는 단백질의 손실에서 기인한 것으로 추측된다.

Table 3-11. Mineral composition(mg %) of various wheat varieties

Samples	K	Cu	Fe	Mn	Al	Si	Ca	Zn	Na	Mg	P
W Kru	189.1	0.2243	1.344	1.116	0.0981	0.0144	11.94	0.1239	8.330	0.6269	124.7
W Suwon 257	211.6	0.182	1.388	1.302	0.0383	0.0145	11.29	0.1294	8.514	0.4231	113.1
H Eunpa	172.5	0.1952	1.414	1.158	0.0911	0.0152	15.19	0.1198	5.886	0.3913	114.3
O Chokwang	183.5	0.2019	1.449	1.216	0.0731	0.0140	11.70	0.1266	6.776	0.4326	121.2
L Tapdong	178.7	0.1665	1.409	1.299	0.1219	0.0177	14.39	0.1079	7.351	0.3894	111.7
E Woorymil	171.6	0.1517	1.183	1.434	0.1560	0.0168	11.92	0.0845	7.325	0.4138	130.4
ASW	141.6	0.1089	0.9808	1.136	0.1026	0.0153	10.00	0.0460	8.720	0.2923	73.5
DNS	164.3	0.1469	1.262	1.635	0.0680	0.0438	12.64	0.0818	8.515	0.4388	117.3
F Kru	48.03	0.0874	0.4436	0.2591	0.1354	0.0127	5.972	0.0391	4.247	0.0934	37.21
F Suwon 257	39.71	0.0636	0.3604	0.1902	0.1417	0.0111	5.075	0.0278	4.241	0.0869	24.80
L Eunpa	34.27	0.0710	0.4020	0.1667	0.1378	0.0134	6.115	0.0285	3.957	0.0891	28.42
O Chokwang	40.93	0.0757	0.4453	0.2449	0.1575	0.0124	5.944	0.0347	5.159	0.0891	32.58
U Tapdong	37.55	0.0682	0.4088	0.2019	0.1600	0.0121	6.366	0.0290	4.034	0.1083	29.46
R Woorymil	44.76	0.0315	0.5039	0.2587	0.1232	0.0163	4.502	0.0277	4.558	0.1210	38.86
ASW	36.73	0.0466	0.3834	0.3257	0.2357	0.0121	5.048	0.0183	4.153	0.1040	24.28
DNS	36.94	0.0383	0.4086	0.2651	0.1299	0.0130	4.553	0.0298	4.650	0.1390	39.23



Table 3-12. Crude protein contents of various wheat varieties (%)

	Whole wheat	Flour <sup>1)</sup>
Kru	14.63	13.84
Suwon 257	12.40	11.41
Eunpa	15.53	14.19
Chokwang	13.87	12.65
Tapdong	15.05	14.42
Woorymil <sup>2)</sup>	11.97	9.85
ASW <sup>3)</sup>	9.98	9.06
DNS <sup>4)</sup>	14.23	13.22

1) Flour yield : 70%

2) Mixture of various wheat varieties

3) Astralian Standard White Wheat

4) Dark Northern Spring Wheat

밀은 제빵이나 제면에 가장 많이 이용되는데 제빵의 경우 단백질 함량이 11-12% 이상이며 제면에는 이보다 낮은 9-10%의 밀가루가 이용된다. 주로 상업적 제빵에 이용되어지는 DNS의 단백질 함량은 통밀의 경우 14.23%, 제분시에는 13.22% 이며 이는 국내산 은파밀이나 탐동밀에 비해 낮은 단백질 함량을 나타냈다. 이러한 사실로 미루어 볼때 외국산 밀과 비교하여 국내산 밀의 제빵적성이 비교적 양호함을 알 수 있다. 또한 ASW는 제면에 많이 이용되는 품종으로 국내산 밀에 비해 비교적 낮은 단백질 함량을 나타냈다. 국내산 밀을 혼합하여 제조한 우리밀의 단백질 함량은 다른 품종에 비하여 낮게 나타났으며 이는 제빵적성에는 좋은 조건은 아니나 제면적성에는 양호한것으로 사료된다. 이에 제빵용으로 사용하기 위해서는 단백질 함량이 비교적 높은 은파밀이나 탐동밀을 사용하는 것이 바람직하다. 단백질의 함량은 밀가루의 전체 유기 질소 함량과 관계가 깊으며 질의 평가는 글루텐 형성성분의 이화학적 특성과 관계된다<sup>(21)</sup>. 밀의 단백질 함량은 글루텐의 함량과 관계가 있으며 이는 가공적성과도 관계가 깊다. 또한 밀의 단백질 분획에 따라 loaf volume과 제빵적성의 차이가 나타나는 것으로 보고 되었다<sup>(22,23)</sup>. 이상에서와 같이 국산밀의 단백질 함량은 상업적으로 이용되어지는 외국산 밀과 크게 차이가 없었다. 오히려 단백질 함량은 외

국산 밀에 비해 높은편이며 여러 품종이 혼합되어진 우리밀의 경우 단백질의 함량이 다소 낮았으나 제분시 단백질 함량이 높은 품종을 혼합하면 제면뿐 아니라 제빵적성에도 좋을것으로 생각된다.

밀의 영양성분 및 제빵 적성에 있어 가장 중요한 것은 단백질 특히 아미노산으로 Table 3-13에 그 결과를 나타냈다. 전체적으로 glutamic acid와 proline의 함량이 높고 lysine, threonine, methionine 등의 함량이 낮은 특징을 나타내었다. 밀에 있어 제한 아미노산으로 알려져 있는 lysine, threonine, methionine 함량이 외국산 품종에 비하여 통밀, 밀가루 모두 낮은 것으로 나타났다. 국내산 품종별로 비교해보면 통밀의 경우 수원 257과 탑동밀에서 제한 아미노산 함량이 높았으며 밀가루의 경우는 거의 비슷한 양상을 나타내었다. 제분 전후의 아미노산 함량을 비교해 보면 제한 아미노산들이 전반적으로 감소하였으며 leucine, phenylalanine, cysteine, proline, glutamic acid의 함량은 증가하였다. 이러한 결과에 의해 제한 아미노산들이 배유부분보다 외피와 호분층에 많이 분포하는 것으로 생각되어진다.

제빵, 제면시 반죽의 독특한 점탄성에 관여하는 결합은 수소 결합, 아마이드기, 이황화기, -SH기 등이 있으며 이는 아미노산들의 결합과도 관계가 있다<sup>(24)</sup>. 밀에 가장 많이 함유되어 있는 glutamic acid는 글루텐을 이루는 주 아미노산으로 전체 아미노산중 약 23-32% 를 차지하며 그루밀의 경우 23.53%로 가장 적게 함유되어 있는 것을 알 수 있었다. Glutamic acid는 반죽내에서 mono amide 상태인 glutamine으로 존재함으로써 다른 아미노산들과 수소 결합을 이루어 반죽 형성에 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다<sup>(25)</sup>. 국내산 밀가루의 glutamic acid의 양은 제빵용으로 주로 사용되어지는 DNS 품종보다 높게 나타났다. 탑동밀에서 가장 높은 함량을 보였다. 통밀의 경우 밀가루에 비해 낮은 함량을 나타냈으며 수원257과 은파의 함량이 높았다. 다음으로 반죽내 탄성에 영향을 미치는 아미노산으로는 proline을 들 수 있다. Proline은 다른 아미노산과 직렬 연쇄를 형성 할 수 없기 때문에 gluten 구조를 folded structure로 만들어 특이한 gluten 구조를 형성하게 한다. Proline의 함량은 통밀보다 밀가루에서 높게 나타났다. 밀가루의 경우 그루밀과 은파에서 14.47%, 13.39%로 제빵용인 DNS보다 높았으며 나머지 품종들은 제면에 이용되는 ASW와 비슷한 함량을 나타냈다. 이밖에 중성 아미노산들도 탄력 형성에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다<sup>(26)</sup>. 밀에 부족한 제한 아미노산의 보충을 위하여 대두가루나 lysine,

Table 3-13. Amino acid composition of various wheat varieties<sup>a</sup>

Amino acids	Flour								Whole wheat							
	Kru	Suwon 257	Eunpa	Cho- kwang	Tap- dong	Woory mil	ASW	DNS	Kru	Suwon 257	Eunpa	Cho- kwang	Tap- dong	Woory mil	ASW	DNS
Aspartic acid	246 (2.50) <sup>b</sup>	301 (3.41)	266 (2.43)	377 (3.83)	323 (2.84)	240 (2.99)	163 (2.33)	247 (2.45)	166 (1.74)	447 (5.15)	445 (2.17)	297 (3.33)	286 (2.64)	371 (4.47)	284 (4.09)	298 (2.82)
Glutamic acid	2312 (23.53)	2756 (31.25)	3474 (31.66)	3101 (31.53)	3677 (32.39)	2443 (30.50)	1989 (29.31)	3103 (30.75)	2351 (24.75)	2659 (30.66)	3278 (30.61)	2604 (29.28)	3114 (28.97)	2414 (29.04)	1980 (28.51)	2955 (28.04)
Serine	482 (4.91)	401 (4.55)	466 (4.25)	441 (4.48)	489 (4.31)	371 (4.64)	325 (4.63)	45 (4.51)	454 (4.77)	418 (4.82)	460 (4.29)	352 (3.96)	476 (4.42)	379 (4.56)	317 (4.58)	501 (4.75)
Glycine	409 (4.16)	333 (3.78)	413 (3.77)	359 (3.65)	579 (5.11)	317 (3.96)	294 (4.19)	390 (3.86)	426 (4.48)	408 (4.70)	435 (4.06)	271 (3.04)	483 (4.49)	339 (4.08)	213 (3.07)	490 (4.64)
Histidine	288 (2.93)	228 (2.59)	313 (2.85)	257 (2.62)	290 (2.55)	217 (2.71)	192 (2.73)	272 (2.80)	313 (3.30)	277 (3.19)	306 (2.86)	205 (2.31)	315 (2.93)	260 (3.12)	210 (3.02)	342 (3.24)
Arginine	416 (4.23)	342 (3.88)	395 (3.60)	272 (2.77)	367 (3.24)	303 (3.79)	257 (3.66)	398 (3.94)	471 (4.96)	423 (4.88)	424 (3.96)	427 (4.80)	500 (4.65)	313 (3.76)	301 (4.35)	510 (4.83)
Threonine	290 (2.95)	246 (2.79)	289 (2.64)	270 (2.75)	297 (2.62)	231 (2.89)	220 (3.13)	295 (2.92)	313 (3.30)	284 (3.27)	298 (2.78)	275 (3.09)	327 (3.04)	250 (3.01)	222 (3.20)	338 (3.21)
Alanine	370 (3.77)	288 (3.27)	355 (3.24)	381 (3.88)	369 (3.25)	303 (3.79)	303 (4.31)	366 (3.63)	413 (4.34)	386 (4.45)	395 (3.68)	376 (4.23)	437 (4.06)	335 (4.03)	299 (4.32)	451 (4.28)
Proline	1422 (14.47)	1127 (12.78)	1468 (13.39)	1239 (12.63)	1464 (12.89)	1007 (12.57)	874 (12.45)	1327 (13.15)	1233 (12.98)	1028 (11.85)	1319 (12.31)	1127 (12.68)	1310 (12.18)	983 (11.82)	826 (11.92)	1248 (11.84)
Tyrosine	454 (4.62)	340 (3.86)	481 (4.39)	360 (3.68)	432 (3.81)	301 (3.76)	277 (3.95)	344 (3.41)	421 (4.44)	334 (3.85)	385 (3.60)	309 (3.48)	457 (4.26)	299 (3.60)	257 (3.72)	397 (3.77)
Valine	540 (5.40)	426 (4.83)	513 (4.68)	469 (4.78)	507 (4.47)	384 (4.80)	360 (5.12)	480 (4.76)	536 (5.64)	451 (5.21)	500 (4.67)	469 (5.27)	543 (5.05)	401 (4.82)	346 (5.00)	518 (4.91)
Methionine	224 (2.28)	186 (2.11)	210 (1.92)	202 (1.24)	210 (1.85)	163 (2.03)	164 (2.33)	206 (2.04)	192 (2.02)	170 (1.96)	176 (1.64)	172 (1.93)	208 (1.93)	163 (1.96)	146 (2.10)	208 (1.97)
Cystine	77 (0.78)	49 (0.56)	55 (0.50)	62 (0.38)	58 (0.51)	42 (0.53)	36 (0.52)	46 (0.46)	39 (0.42)	51 (0.59)	43 (0.41)	35 (0.39)	42 (0.39)	43 (0.52)	29 (0.42)	46 (0.43)
Isoleucine	475 (4.83)	358 (4.37)	463 (3.98)	421 (4.28)	460 (4.05)	337 (4.21)	306 (4.36)	427 (4.23)	430 (4.53)	368 (4.25)	432 (4.03)	430 (4.27)	446 (4.14)	339 (4.08)	285 (4.12)	434 (4.12)
Leucine	910 (9.26)	717 (8.13)	891 (8.13)	815 (8.13)	917 (8.08)	678 (8.46)	616 (8.77)	852 (8.38)	861 (9.07)	741 (8.55)	851 (7.95)	769 (8.64)	908 (8.44)	679 (8.16)	575 (8.29)	864 (8.19)
Phenylalanine	655 (6.67)	511 (5.79)	674 (6.15)	596 (6.08)	671 (5.91)	483 (6.03)	430 (6.13)	613 (6.08)	617 (6.50)	525 (6.05)	618 (5.77)	556 (6.26)	660 (6.15)	480 (5.77)	423 (6.11)	626 (5.94)
Lysine	255 (2.60)	209 (2.37)	240 (2.19)	212 (2.17)	249 (2.26)	202 (2.52)	188 (2.68)	250 (2.48)	293 (3.08)	291 (3.36)	297 (2.77)	290 (3.26)	324 (3.01)	246 (2.97)	227 (3.27)	334 (3.17)
Total	9825	8818	10966	9834	11359	8022	6994	10071	9529	9261	10662	8914	10836	8294	6940	10560

a: mg amino acid/100g wheat

b: % ratio

methionine등을 혼합할 경우 단백질의 영양가 등이 증가한다는 보고가 있다<sup>(27)</sup>.

국내산 밀의 아미노산 조성은 외국산 밀에 비해 점탄성에 영향을 주는 것으로 알려진 glutamic acid, proline, cysteine 등의 함량이 제면시 사용되어지는 ASW에 비해 높았으며 제빵용 밀인 DNS에서의 함량과는 거의 비슷하게 나타났다. 국내산 밀의 경우 lysine의 함량이 외국산 밀에 비해 낮은 편이었으나 이는 밀 제품 개발시 lysine 등의 제한 아미노산을 많이 함유한 다른 곡류나 두류 가루등을 혼합하여 사용할 경우 보완되리라 생각되어지며 통밀이 밀가루에 비하여 제한 아미노산을 많이 포함하므로 통밀을 이용한 제품개발을 권장하는 것도 큰 의의가 있을 것이다.

## 7. 구성당

밀의 품종별 구성당의 비율을 Table 3-14에 나타냈다. 통밀과 밀가루의 구성당의 함량을 비교하면 통밀의 경우 arabinose와 xylose의 함량이 밀가루에 비하여 높았으며 glucose의 함량이 낮았다. 우리밀의 경우 통밀의 arabinose나 xylose의 함량이 다른 품종에 비해 낮게 나타났으며 밀가루의 경우 다른 품종에 비하여 높게 나타났다. Mannose는 통밀에서는 거의 검출되지 않았으며 밀가루에서는 우리밀과 DNS에서만 소량 검출되었다. Rhamnose의 함량은 품종별, 통밀과 밀가루 모두 크게 차이가 없었다. 외피와 호분층의 구성 다당은 대부분이 hemicellulose로서 불용성 pentosan의 일부이다<sup>(28)</sup>. 이는 곡류에 유일하게 함유되어있는 식물 섬유소로서 배유의 주성분인 전분립과 protein matrix 사이에서 공유결합을 하고 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 결합은 배유의 정도에 영향을 미쳐 이러한 당의 함량은 품종적 특성이 되고 제분성과 반죽의 특성에 크게 영향을 미친다<sup>(29)</sup>. 밀가루의 경우 외피의 구조 다당인 hemicellulose가 제분시 제거되므로 hemicellulose의 구성분인 arabinoxylan이 제거되기 때문에 arabinose와 xylose의 함량이 감소하는 것으로 추측된다. 밀 배유부분의 구성 다당은 주성분이 수용성 arabinoxylan이며 이는 밀 종자내에 가장 많이 함유되어진 성분으로 높은 gelling capacity를 가지고 있어 함량이 많을수록 점도가 높다고 알려져 있다<sup>(30)</sup>. Arabinoxylan의 구성당인 arabinose와 xylose의 함량을 살펴 보면 통밀의 경우 1.81-3.52%로 상업적으로 시판되어지는 우리밀에서의 함량이 제일 낮았으며 탑동에서 가장 높게 나타났다. 또한 xylose의 함량은

Table 3-14. Sugar composition in various wheat varieties.

Varieties	Flour <sup>1)</sup>								Whole wheat							
	Kuru - mil	Suwo n 257	Eunpa -mil	Cho- kwang	Tab- dong	Woori mil <sup>2)</sup>	ASW <sup>3)</sup>	DNS <sup>4)</sup>	Kuru- mil	Suwon 257	Eunpa -mil	Cho- kwang	Tab- dong	Woori- mil	ASW	DNS
Rhamnose	0.68	0.71	0.59	0.73	0.62	0.80	0.87	0.85	0.25	0.19	0.25	0.18	0.15	0.31	0.23	0.25
Arabinose	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Xylose	1.37	1.17	1.37	1.34	1.24	1.46	1.10	1.14	1.68	1.53	1.52	1.74	1.41	1.54	1.45	1.41
Mannose	-	-	-	-	-	0.28	-	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-
Galactose	-	-	-	-	-	0.43	-	0.53	-	0.27	-	0.29	0.24	-	0.51	0.37
Glucose	110.06	114.57	91.96	105.59	102.90	96.64	159.45	115.54	35.49	28.83	34.02	34.30	27.09	58.70	33.15	30.72

1) Flour yield : 70%

2) Mixture from various mixture of wheat varieties

3) Australian Standard Wheat

4) Dark Northern Spring

arabinose의 함량보다 높았으며 우리밀이 제일 낮은 2.78%를 함유하며 조광이 5.03%로 가장 높은 함량을 나타냈다. Arabinose의 함량이 높을수록 xylose의 함량도 높게 나타났다. 밀가루의 경우에는 arabinose는 0.63-1.25%로서 은파 밀과 우리밀에서 높게 나타났다. Xylose의 경우 0.69-1.71%로서 ASW에서의 함량이 가장 낮게 나타났다. 통밀과 밀가루의 arabinose와 xylose의 함량을 비교하면 통밀에서의 함량이 비교적 높게 나타났다. 또한 glucose의 함량비가 다른 구성당에 비해 상당히 높은 값을 나타내는데 이는 배유층에 함유되어 있는 전분의 가수분해에 의한 것으로 여겨진다<sup>(31,32)</sup>.

## 8. 지질

밀의 지질 함량은 2% 이내로 미미하지만 밀가루 반죽의 가공 적성에 큰 영향을 미친다. 특히, 제빵 적성중 loaf volume 및 조직감은 지질 함량 및 구성 성분의 변화에 크게 영향을 받는다.

D'Appolonia 등<sup>(33)</sup>은 미국산 경질밀(Hard Red Spring)의 밀가루를 petroleum ether로 탈지한 밀가루 반죽은 farinogram의 absorption을 증가시켰으며, 탈지한 지질중 비극성 분획을 탈지 밀가루에 reconstitution 시키면 farinogram의 혼합 시간 및 반죽은 안전성이 증가되고, 가수량(water absorption)은 약간 감소하였다고 하였다. 그리고 탈지한 밀가루로 빵을 만들었을때 loaf volum은 감소하고, crumb과 crust가 불량하게 형성되었으나, 지질을 0.5% 정도로 reconstitution 시키면 정상적인 제빵 적성을 나타내었다고 보고하고 있다. 또 탈지한 지방질을 중성, 당지질 및 인지질로 분획하여 그 효과를 살펴보면 특히 당지질의 효과가 두드러졌다고 보고하고 있다.

밀가루의 지질을 전분 비결합지질(non-starch lipid)과 전분 결합지질(starch lipid)로 구분하여 추출하기 위하여, 밀가루를 처음 water saturated buthanol(WSB)을 용제로 하여 25°C에서 추출하고, 잔사에 같은 용제를 가한 후 90°C로 가열하여 구분 추출하였다. 추출된 지질을 Folch washing하여 chloroform에 용해한 후, silicic acid column chromatography로 중성지질(neutral lipid), 당지질(glycolipid) 및 인지질(phospholipid)로 분획한 결과 Table 3-15-1, 2 와 같았다. 통밀의 총지질은 탐동의 경우 2.3%, DNS는 3.2%의 범위를 나타내었으며, 이중 결합지질은 0.45~1.0%를 나타내었다. 결합지

Table 3-15-1. Composition of non-starch lipids(first extraction with WSB at 20 °C) and starch lipids (subsequent extraction with WSB at 90 °C) of various wheat flours (mg lipid/ 100g dry flour)

Lipid	Woorymil			Suwon 257			Chokwang			Eunpa		
	Non-starch	Starch	Total	Non-starch	Starch	Total	Non-starch	Starch	Total	Non-starch	Starch	Total
Neutral lipid (%)	1385(67)	106(23)	1493(55)	1847(72)	104(22)	1951(65)	1336(59)	93(17)	1431(53)	1349(66)	146(30)	1497(59)
Polar glycolipid (%)	429(21)	44(10)	473(17)	429(18)	59(13)	488(16)	624(28)	51(13)	675(25)	367(18)	66(13)	433(17)
Phospholipid (%)	445(22)	310(67)	755(29)	271(11)	307(65)	578(19)	300(13)	307(65)	607(23)	344(17)	285(68)	629(26)
PE*	3.7	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-
PI*	5.2	25.1	30.3	2.2	1.3	3.5	4.4	24.3	28.7	4.1	1.4	5.5
PC*	21.2	0.2	21.4	16.9	1.6	20.7	20.7	0.1	20.8	15.7	0.4	16.1
LPC*	6.3	193.1	199.4	4.8	148.5	153.3	11.1	165.4	176.5	5.7	157.0	162.7
Total lipid (100%)	2060(100)	462(100)	2710(100)	2547(100)	470(100)	3017(100)	2462(100)	451(100)	2913(100)	2080(100)	521(100)	2559(100)

\* PE: phosphatidylethanolamin PI: phosphatidylinositol PC:Phosphatidylcholine LPC: Lisophosphatidylcholin

Table 3-15-2. Composition of non-starch lipids(first extraction with WSB at 20 °C) and starch lipids (subsequent extraction with WSB at 90 °C) of various wheat flours (mg lipid/ 100g dry flour)

Lipid	Tapdong			Kuru			DNS			ASW		
	Non-starch	Starch	Total	Non-starch	Starch	Total	Non-starch	Starch	Total	Non-starch	Starch	Total
Neutral lipid (%)	981(59)	147(21)	1128(48)	1406(66)	86(16)	1492(56)	1439(65)	167(17)	1606(51)	1496(66)	160(17)	1656(52)
Polar glycolipid (%)	339(20)	72(10)	411(17)	409(19)	50(9)	459(17)	409(19)	70(7)	479(15)	450(20)	73(8)	523(16)
Phospholipid (%)	359(21)	471(68)	830(35)	325(15)	404(75)	729(27)	325(15)	763(76)	1088(34)	314(14)	697(75)	1011(32)
PE	1.3	-	1.3	-	-	-	-	-	-	7.4	3.4	10.7
PI	2.4	14.6	17.2	-	26.8	26.8	5.5	24.3	29.8	4.7	18.2	22.9
PC	15.9	2.6	18.5	-	0.7	0.7	3.0	5.4	8.4	22.3	0.8	23.1
LPC	6.3	184.6	190.9	-	208.0	208.0	0.7	199.3	200.0	0.7	149.2	149.9
Total lipid (100%)	1680(100)	690(100)	2370(100)	2140(100)	540(100)	2680(100)	2220(100)	1000(100)	3220(100)	2260(100)	930(100)	3190(100)

\* PE: phosphatidylethanolamin PI: phosphatidylinositol PC:Phosphatidylcholine LPC: Lisophosphatidylcholin



질은 인지질이 주성분을 이루고 lisophosphatidylcholin이 주성분인 것으로 밝혀 졌다. 밀의 품종별 조성의 차이는 국산밀의 경우 수입산인 DNS 및 ASW 품종보다 결합지질의 함량이 낮았으며, 특히 인지질의 함량이 낮은 것으로 나타났다.

## 9. 실험제분

본 실험에 사용한 국산밀 5품종(그루, 수원 257, 은파, 조광, 탑동밀)과 시판되고 있는 우리밀을 시험제분기를 사용하여 제분하고 1B, 2B, 3B, 1M, 2M, 3M, Red dog, Bran 및 밀껍질등의 9가지 제분계열에 대하여 수분함량, 단백질, 회분, 누적 수율과 회분 및 밀의 회분에 대한 밀가루 회분의 비등을 품종별로 Table 3-16~3-21에 나타내었다. 본 실험에 사용한 70% 수율의 밀가루에 해당하는 회분의 양은 그루, 수원 257, 은파, 조광, 및 탑동밀의 순으로 각각 0.81, 0.69, 0.57, 0.84, 및 0.74 %의 수준으로 은파밀과 수원 257이 비교적 적은 함량의 회분을 함유한 밀가루를 생산할 수 있었다. 한편, 시판 우리밀은 Red dog까지 포함하여도 밀가루의 수율은 63%에 지나지 않았고, 회분의 함량도 제일 높은 0.989%를 보였다. 이러한 원인은 제분시 가해 주는 수분의 함량을 품종 특성에 맞게 달리 가해주지 않고 일정하게 14.5%로 조절한 것에 주 원인이 있는 것으로 예측되고, 시판 우리밀의 경우 전술한 바와 같이 품종이 다른 여러 밀이 혼합되어 있는 상태이므로 원료의 초자율 및 단백질 함량이 틀린 상태에서 가수한 뒤 제분됨으로서 낮은 밀가루의 수율과 높은 회분 함량을 보인 것으로 해석된다.

Fig. 3-1은 국내산 밀 5품종과 시판 우리밀의 제분과정중 누적 회분 곡선을 나타내고 있다. 국산밀 대부분이 50%의 밀가루 누적수율까지는 누적회분 함량이 완만한 증가를 보이고 있으나, 이후 급격하게 회분함량이 증가함을 나타내었다. 한편, 시판 우리밀은 누적 수율이 8.2%인 수준에서부터 회분의 함량이 0.763%로 증가량이 매우 커 혼합된 품종에 따른 적절하지 않은 제분조건이 밀가루 제품에 직접적으로 큰 영향을 미치는 결과를 보이고 있다.

국내산 밀의 제분에 있어서 밀중의 회분에 대한 밀가루중의 회분 함량의 비(FA/WA)와 밀가루의 수율과의 관계를 Fig. 3-2에 나타내었다. 원맥의 단백질 함량이 비교적 높은 구르, 은파 및 탑동밀이 제분중 밀가루내 회분의 함량에

**Table 3-16. Flour ash, protein content and flour ash/wheat ash ratio in millstreams of Kru wheat**

No.	Fraction	Moisture	Protein	Ash	Yield	Accum. Yield	Accum. Ash	FA/WA
1	1B	8.7	18.47	0.64	13.96	13.96	0.64	0.328
2	1M	8.36	15.8	0.73	32.42	46.38	0.703	0.374
3	2B	7.4	21.68	0.92	3.62	50.0	0.719	0.471
4	2M	7.36	16.25	0.98	13.08	63.08	0.773	0.503
5	3M	6.95	8.02	1.16	7.07	70.15	0.812	0.595
6	3B	6.71	14.4	1.30	1.17	71.32	0.820	0.667
7	Red dog	7.5	21.08	2.9	3.17	74.49	0.908	1.487
8	Bran	7.44	8.57	5.29	9.16	-	-	-
9	Husk	8.5	9.49	7.07	8.89	-	-	-

**Table 3-17. Flour ash, protein content and flour ash/wheat ash ratio in millstreams of Suwon 257 wheat**

No.	Fraction	Moisture	Protein	Ash	Yield	Accum. Yield	Accum. Ash	FA/WA
1	1B	7.48	12.33	0.54	10.17	10.17	0.54	0.302
2	1M	7.41	13.09	0.62	33.47	43.64	0.601	0.346
3	2B	6.58	14.99	0.73	3.27	46.91	0.610	0.408
4	2M	6.39	14.42	0.78	14.31	61.22	0.650	0.436
5	3M	5.84	13.69	0.95	7.15	68.37	0.681	0.531
6	3B	5.72	15.75	1.0	1.35	69.72	0.688	0.559
7	Red dog	6.17	16.72	2.12	4.13	73.85	0.768	1.184
8	Bran	6.44	16.36	4.83	10.58	-	-	-
9	Husk	7.69	16.70	5.91	9.56	-	-	-

**Table 3-18. Flour ash, protein content and flour ash/wheat ash ratio in millstreams of Eunpa wheat**

No.	Fraction	Moisture	Protein	Ash	Yield	Accum. Yield	Accum. Ash	FA/WA
1	1B	8.14	19.09	0.41	16.99	16.99	0.41	0.236
2	1M	7.91	16.63	0.53	36.54	53.53	0.492	0.305
3	2B	6.89	23.16	0.59	3.89	57.42	0.499	0.339
4	2M	6.47	16.24	0.83	9.01	66.43	0.544	0.477
5	3B	5.72	24.23	0.93	1.07	67.5	0.55	0.534
6	3M	5.74	17.36	1.23	4.09	71.59	0.589	0.707
7	Red dog	6.84	24.73	2.75	2.91	74.5	0.673	1.580
8	Bran	7.41	19.9	4.87	9.75	-	-	-
9	Husk	8.44	19.86	6.07	9.76	-	-	-

**Table 3-19. Flour ash, protein content and flour ash/wheat ash ratio in millstreams of Chokwang wheat**

No.	Fraction	Moisture	Protein	Ash	Yield	Accum. Yield	Accum. Ash	FA/WA
1	1B	7.72	11.88	0.56	10.7	10.7	0.56	0.309
2	1M	6.97	14.77	0.71	24.98	35.68	0.665	0.392
3	2B	6.66	15.78	0.77	4.2	39.88	0.676	0.425
4	2M	6.37	14.88	0.8	12.7	52.58	0.706	0.442
5	3M	6.1	14.87	0.88	8.29	60.87	0.730	0.486
6	3B	5.76	17.25	0.92	1.71	62.58	0.735	0.508
7	Red dog	6.8	17.07	1.69	8.15	70.73	0.845	0.934
8	Bran	6.5	17.30	5.17	10.0	-	-	-
9	Husk	7.26	18.76	6.19	9.15	-	-	-

**Table 3-20. Flour ash, protein content and flour ash/wheat ash ratio in millstreams of Tapdong wheat**

No.	Fraction	Moisture	Protein	Ash	Yield	Accum. Yield	Accum. Ash	FA/WA
1	1B	8.26	18.21	0.6	11.88	11.88	0.6	0.355
2	1M	7.81	17.75	0.64	34.44	46.32	0.63	0.379
3	2B	7.21	22.63	0.81	3.34	49.66	0.642	0.479
4	2M	6.87	17.57	0.86	12.08	61.74	0.685	0.509
5	3M	6.39	17.62	1.05	7.06	68.8	0.722	0.621
6	3B	6.05	23.47	1.16	1.11	69.91	0.729	0.686
7	Red dog	6.44	22.41	2.93	2.87	72.78	0.816	1.734
8	Bran	6.71	18.31	4.91	8.98	-	-	-
9	Husk	7.91	17.58	6.52	9.72	-	-	-

**Table 3-21. Flour ash, protein content and flour ash/wheat ash ratio in millstreams of wheat mixture from domestic varieties**

No.	Fraction	Moisture	Protein	Ash	Yield	Accum. Yield	Accum. Ash	FA/WA
1	2M	7.9	12.21	0.59	8.01	6.01	0.59	0.316
2	3B	6.05	10.89	0.7	2.28	8.29	0.763	0.374
3	1M	7.93	10.67	0.84	18.87	27.16	0.816	0.449
4	2M	6.27	11.79	0.9	12.87	40.03	0.843	0.481
5	1B	6.35	9.73	0.94	2.01	42.04	0.848	0.503
6	3M	5.98	12.45	1.02	7.35	49.39	0.873	0.545
7	Red dog	8.65	14.94	1.41	13.6	62.99	0.989	0.754
8	Bran	7.03	17.17	4.04	24.44	-	-	-
9	Husk	11.19	20.54	4.04	16.98	-	-	-

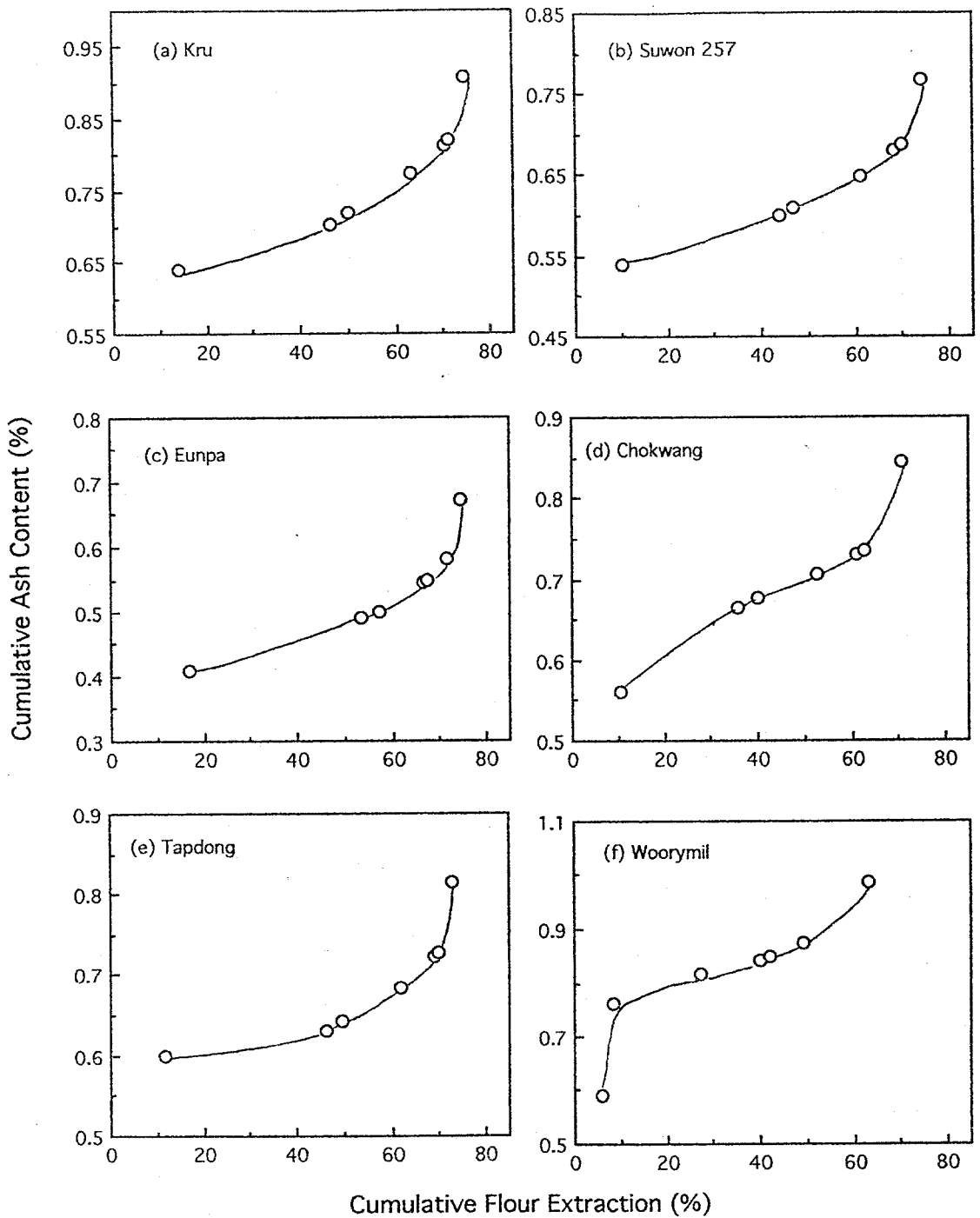


Fig. 3-1. Ash content curves of domestic wheat varieties

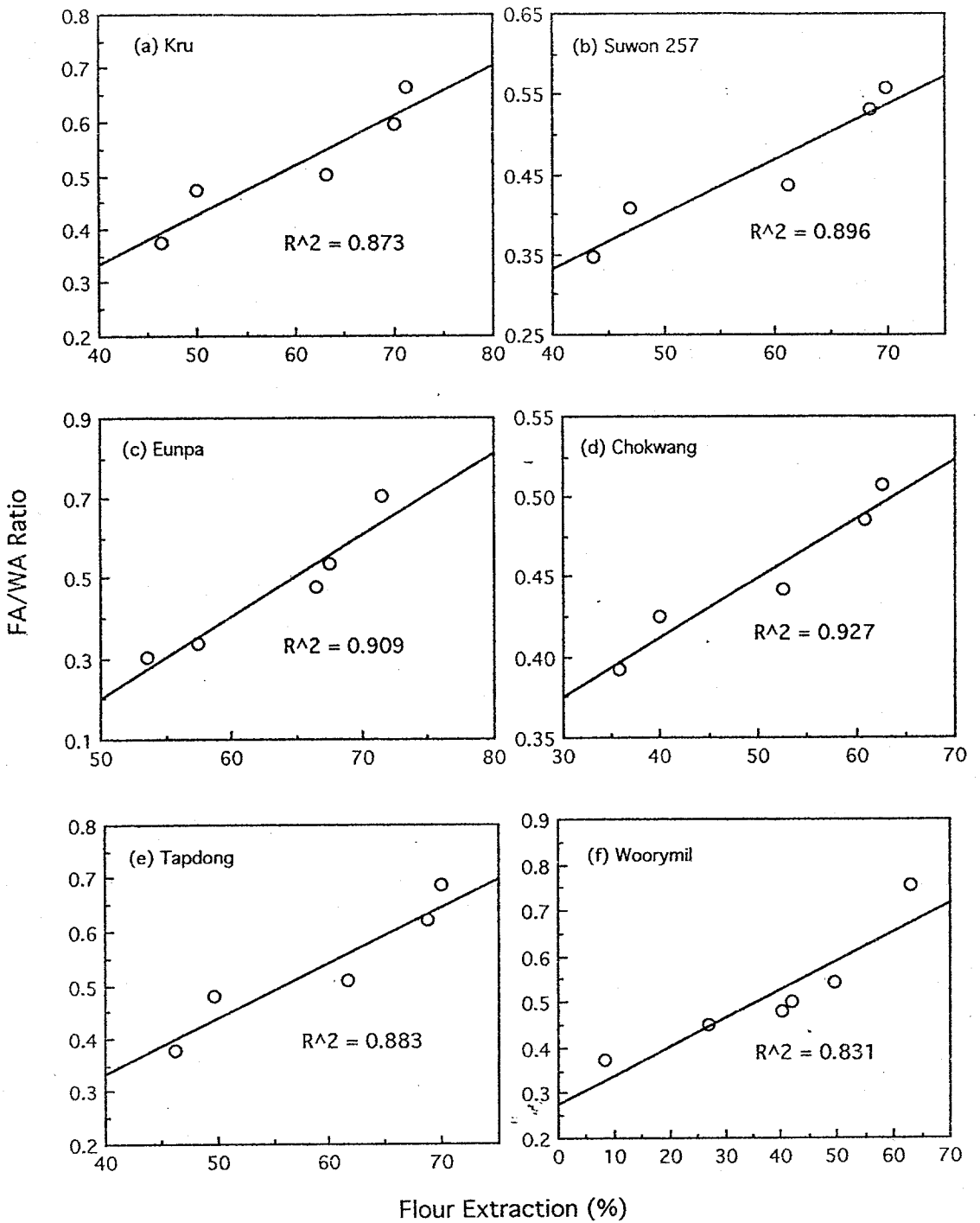


Fig. 3-2. Relationship between flour ash/wheat ash (FA/WA) ratio and flour extraction

상관함을 알 수 있었다.

## 10. 손상전분

실험제분후 밀가루중의 손상전분의 함량을 Table 3-22에 나타내었다. 손상전분의 함량은 그루밀이 4.71%로 제일 높았고, 조광이 2.66%로 제일 낮았으며, 시판 우리밀은 3.04%를 보였다. 그리고 수입밀인 ASW와 DNS는 각각 4.86%와 4.55%를 나타내고 있다. 손상전분은 밀알의 단단함(hardness) 또는 초자성(vitreousness)과 관계가 깊은 것으로 알려져 있으나, 국내산 밀과 수입밀이 경질과 연질밀의 특성과는 조금 다른 결과를 보이고 있어 원료의 투입속도, 가수량, 롤의 속도등에 영향을 받은 것으로 사료된다.

Table 3-22. Damaged starch content in various wheat varieties

Samples	Starch damage(%)
Kru	4.71
Suwon 257	3.90
Eunpa	4.08
Chokwang	2.66
Tapdong	3.84
Woorymil <sup>1)</sup>	3.04
ASW <sup>2)</sup>	4.86
DNS <sup>3)</sup>	4.55

1) Woorymil : mixture of Korean wheat varieties

2) ASW : Australian Standard Wheat

3) DNS : Dark Northern Spring Wheat

## 11. 밀전분의 열시차분석

국내산 밀전분의 호화특성을 살펴보기 위하여 실시한 열시차 분석(DSC)의 결과를 Table 3-23에 나타내었다. 먼저 DSC 열곡선상의 1차 곡선에 있어서 호화개시 온도를 나타내는 onset은 56.6~59.3℃의 범위로 탐동, 조광, 그루와 수원, 은파전분의 순으로 나타났고, 우리밀의 경우는 55.5℃를 보였다. 이같이 우리밀이 다른 국내산 밀보다 낮은 값을 보인 이유는 제분시 손상되거나 품질

이 떨어지는 품종의 밀이 혼합되어 제분되었기 때문인 것으로 판단된다. 반면에 수입밀인 ASW와 DNS는 국내산 밀보다 높은 63°C 정도를 나타내어 연질맥에 속하는 국내산 밀과는 전분구조와 품질이 다른 강적맥 또는 소맥인 것을 알 수 있다. 또 호화엔탈피는 국내산 밀이 8~11.76cal/g으로 ASW나 DNS의 2.0~2.8cal/g보다 높아 호화온도와 상관됨을 알 수 있다.

그리고 2차 곡선의 경우도 국내산 밀이 ASW나 DNS보다 낮은 온도 범위를 보이고 있으며, 엔탈피도 국내산 밀이 ASW나 DNS에 비하여 높은 것을 알 수 있는데 일반적으로 전분의 DSC분석에 있어서 2차 곡선은 amylose-lipid의 복합체가 나타내는 흡열곡선으로 알려져 있다. 이러한 원인은 본 연구에 사용한 ASW와 DNS가 국내산 밀보다는 약간 높은 지방함량을 보인 것과 상관되는 결과라 할 수 있겠다.

Table 3-23. Differential scanning calorimetry of various wheat starches.

Samples	1st endothermic peak			2nd endothermic peak		
	onset (°C)	max. peak (°C)	ΔH (cal/g)	onset (°C)	max. peak (°C)	ΔH (cal/g)
Kru	57.48	63.25	11.76	91.45	100.28	1.43
Suwon 257	57.24	62.3	9.53	90.77	101.98	1.67
Eunpa	56.6	60.92	9.21	91.88	102.39	1.87
Chokwang	58.11	62.13	10.21	92.98	103.06	1.52
Tapdong	59.34	65.04	10.28	93.89	103.12	1.48
Woorymil	55.53	61.19	7.99	92.07	102.14	1.71
ASW	63.93	70.65	2.04	96.89	100.66	1.21
DNS	62.71	68.53	2.79	94.08	102.49	1.99

## 12. 아밀로그람

12% 농도의 밀가루 현탁액을 아밀로그람에 의한 점도변화 측정치를 Table 3-24에 나타내었다. 최고점도는 수원 257이 760 B.U로 제일 높았고, 그루밀이

362 B.U.로 낮았고 시판 우리밀은 460 B.U를 보였으며, DNS는 640 B.U였다. 조리후 페이스트의 안정도는 국내산 밀종 수원 257이 540 B.U.로 제일 높았고, DNS는 465B.U.를 보였으나, 시판 우리밀은 250 B.U로 제일 낮게 나타났다. 노화정도를 예측할 수 있는 setback은 국내산 밀가루가 200~280 B.U.의 범위를 보였고, 시판 우리밀은 60 B.U.의 낮은 값을 나타냈으며, DNS는 280 B.U를 보였다.

Table 3-24. Rheological properties of wheat flour in various wheat varieties by Amylogram

(unit:BU)

Sample	TMV <sup>1)</sup> (°C)	ITG <sup>2)</sup> (°C)	A <sup>3)</sup>	B <sup>4)</sup>	C <sup>5)</sup>	D <sup>6)</sup>	E <sup>7)</sup>	BD <sup>8)</sup>	SB <sup>9)</sup>	TSB <sup>10)</sup>
Kru	92	61	362	320	330	620	590	32	258	290
Suwon 257	95	63	760	760	540	960	960	220	200	420
Eunpa 420	92	60	580	510	440	860	1340	140	280	420
Chokwang	92	67	555	500	425	780	1360	130	225	355
Tapdong	93	61	450	430	380	700	680	70	250	320
Woorymil <sup>11)</sup>	90	68	460	320	250	520	510	210	60	270
DNS <sup>12)</sup>	94	64	640	620	465	920	1340	175	280	455

1) TMV : Temperature of maximum viscosity

2) ITG : Initial temperature of gelatinization

3) A : Maximum viscosity

4) B : Initial viscosity at 95°C

5) C : Hot paste viscosity(stability)-viscosity after heating at 95°C for 60 min.

6) D : Cold paste Viscosity-viscosity after cooling to 50°C for 60 min.

7) Final viscosity : stability of the cooked paste after holding at 50°C for 60min., E

8) BD : Breakdown, A-C

9) SB : Setback, D-A

10) TSB : Total setback, BD + SB

11) Woorymil : Mixture of domestic wheat varieties

12) DNS : Dark Northern Spring Wheat



### 13. 페리노그래프에 의한 반죽의 물리적 특성

페리노그래프는 밀가루와 물을 혼합하는 동안 밀가루의 수분흡수 정도와 d 반죽의 특성을 평가하는 것으로 이를 이용하여 각 품종별 통밀과 밀가루의 반죽 특성을 조사하였다(Table 3-25). 수분흡수율은 통밀이 밀가루에 비하여 전반적으로 높은 값을 보였는데, 가장 높은 수치를 보인 국내산 품종은 그루밀로서 통밀에서는 83.3%, 밀가루는 68.8%인 것으로 나타났다.

Table 3-25. Farinograph data on the various varieties of domestic wheat

Sample	Water absorption(%)	Arrival time(min)	Stability (min)	Weakness (B. U.)	
W H o L E	Kru	83.3	5.0	2.2	50
	Suwon 257	71.5	9.0	3.0	10
	Eunpa	77.7	6.5	1.2	35
	Tapdong	70.8	10.0	5.0	10
	Chokwang	68.8	3.5	1.2	50
	Woorymil	66.8	3.0	1.2	75
	ASW	67.3	4.5	0.5	70
F L O U R	Kru	68.8	5.0	1.0	70
	Suwon 257	61.4	11.0	2.5	18
	Eunpa	65.4	6.0	2.5	40
	Tapdong	64.1	10.0	10.0	5
	Chokwang	62.5	3.5	1.2	65
	Woorymil	61.5	3.0	2.8	80
	ASW	69.1	4.0	0.7	90
DNS	74.6	5.8	1.2	40	

500 B.U.에 이르는 반죽 도달시간(arrival time)은 제빵용 밀가루의 경우 여러종류의 빵 재료를 완전히 혼합하는데 필요한 시간을 추정하는 방법으로서, 이 반죽도달시간이 너무 짧을 경우에는 제빵원료를 균일하게 혼합할 수 없으므로 반죽 도달시간이 어느정도 길어야만 제빵용 밀가루로 적합하다고 보고<sup>(32)</sup>되어 있다. 통밀과 밀가루 모두 탐동과 수원 257이 다른 품종에 비하여 높은 값을 보였고, 곡선이 500 B.U. 이상을 유지하는 안정도(stability)의 경우 통밀과 밀가루 모두 탐동과 수원이 257이 다른 품종에 비하여 월등하게 안정도가 높았다. 또 반죽의 약화도는 통밀의 경우 탐동과 수원257이 다른 품종에 비하여 약

화도가 낮았고, 특히 수입산과 탐동의 약화도가 현저히 낮았다. 안정도와 약화도 등의 결과를 보면 수입산 밀가루에 비하여 수원 257과 탐동의 반죽적성이 월등히 양호하게 나타나 이들 품종들의 경우 제빵용 밀가루로도 이용이 가능하다고 판단된다.

Table 3-26은 별 통밀 및 밀가루의 점착성(stickness)를 조사한 것이다. 점착 강도를 나타내는 peaks를 보면 품종간에 차이는 있으나 통밀보다 밀가루가 높은 강도를 보였는데, 점착성이 높은 품종은 그루밀로 통밀은 약 53.04 g 이었고 밀가루는 58.08g이었다. 이는 통밀은 호분층을 함유하고 있어 반죽의 점착성을 감소시키는 것이라 사료된다. 반죽적성이 좋았던 탐동과 수원 257의 점착성은 낮은 수치를 보였고, 점착성을 나타내는 그래프 면적을 시간으로 나타낸 gradient 수치는 밀가루가 통밀보다 높은 값을 보였다. 점착성 실험시 일어나는 정도를 나타내는 밀가루의 신장도는 품종간에 큰 차이가 없었다.

이상의 결과에서 탐동과 수원 257은 페리노그래프에 의한 반죽적성이 양호하였고 그루밀은 점착성과 흡수율이 높아, 국내산 밀을 이용하여 가공식품을 제조할 경우 각 식품의 가공적성에 적합한 품종을 선택하여야 한다는 것을 알 수 있다.

Table 3-26. Textural properties on the various varieties of domestic wheat

	Sample	Area (g x s)	Gradient (g/s)	Distance (mm)	Peak (g)
W H O L E	Kru	7.87	10.44	4.24	53.04
	Suwon 257	4.65	4.43	4.39	38.90
	Eunpa	6.87	6.02	4.38	39.18
	Tapdong	4.53	10.00	4.19	39.30
	Chokwang	5.59	7.99	4.28	44.46
	Woorymil	10.87	5.89	4.60	45.72
	ASW	4.30	9.94	4.41	35.46
F L O U R	Kru	10.01	12.04	4.26	58.08
	Suwon 257	6.41	11.00	4.40	42.12
	Eunpa	11.74	19.58	4.39	50.58
	Tapdong	5.94	17.28	4.36	46.58
	Chokwang	10.04	9.36	4.48	49.04
	Woorymil	1.64	26.32	4.32	64.62
	DNS	2.87	13.28	4.37	31.27
	ASW	8.31	11.49	4.42	47.87

#### 14. 밀가루의 입도

국내산 밀가루의 입자 크기와 비표면적을 Table 3-27에 나타내었는데, 입자의 평균 크기는 22.75~27.34 $\mu\text{m}$ 의 크기를 보이고 있다. 그리고 입자가 차지하는 비표면적도 입자의 평균 크기에 비례하여 입자의 크기가 제일 작은 수원 257이 0.64  $\text{m}^2/\text{g}$  이었다. 그리고 Fig. 3-3에서 보는 바와 같이 밀가루의 입자크기 분포를 보면 큰 입자와 작은 입자가 공존하는 이중 분포곡선의 형태를 나타내고 있다.

**Table 3-27. Particle size and specific surface area of 6 different domestic wheat flours**

Samples	Mean diameter ( $\mu\text{m}$ )		Median ( $\mu\text{m}$ )	Specific surface area ( $\text{m}^2/\text{g}$ )
	Arithmetic	Geometric		
Kru	39.280	23.911	25.546	0.54
Suwon 257	35.966	20.607	22.749	0.64
Eunpa	43.111	25.976	27.336	0.52
Chokwang	34.471	23.107	25.073	0.54
Tapdong	41.818	24.271	25.187	0.57
Woorymil <sup>1)</sup>	37.115	21.717	23.010	0.58

<sup>1)</sup> Woorymil : Mixture of domestic wheat varieties

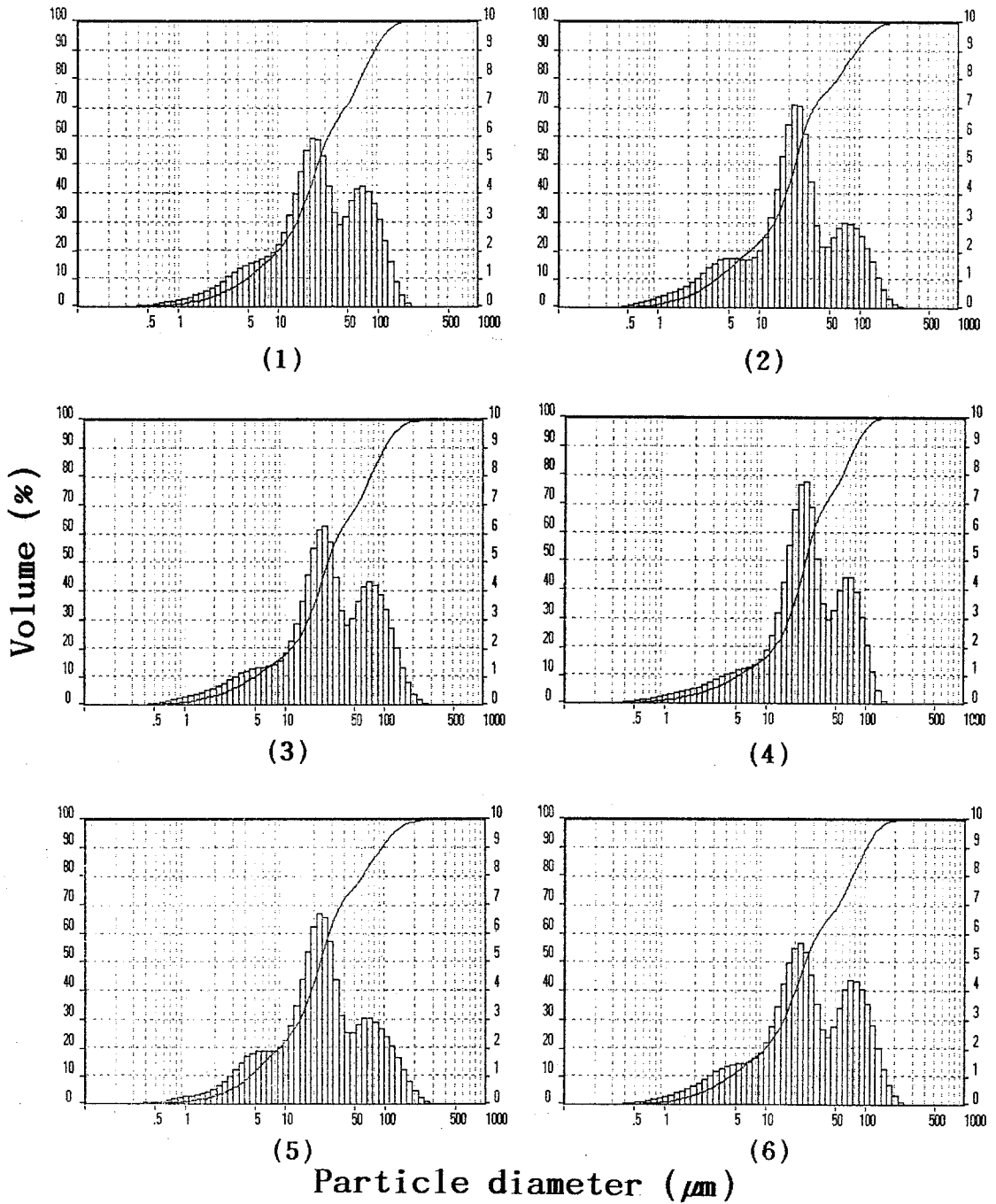


Fig. 3-3. Particle size distribution of domestic wheat flours  
 (1) Kru ; (2) Suwon 257 ; (3) Eunpa ; (4) Chokwang ;  
 (5) Tapdong ; (6) Woorymil

## 제 4절 참고문헌

1. 유인수, 신현국, 안완식: 밀 주요 품종의 재배조건 및 지역에 따른 품질반응에 관한 연구. 맥류연구소 보고서, 186(1977)
2. 신현국, 배성호, 박무영: 한국산 triticale의 식품이용에 관한 연구. 한국식품과학회지, 12, 59(1980)
3. 조성희, 김준평: 한국산 밀가루 단백질의 화학적 조성에 관한 연구. 제 1보. Gliadin 단백질의 아미노산 조성 및 그의 정제. 대한화학회지, 21, 210(1977)
4. 조성희, 김준평: 한국산 밀가루 단백질의 화학적 조성에 관한 연구. 제 2보. 주 Gliadin 단백질의 분자량 측정 및 말단 아미노산의 검출. 대한화학회지, 21, 215(1977)
5. 장학길, 송현숙, 김재욱: 밀우량 계통의 가공특성에 관한 시험. 맥류연구소 보고서, 4, 566(1982)
6. 장학길, 정규용, 김창식: 한국산 소맥 및 소맥분의 이화학적 특성과 제품특성에 관한 연구. 제1보. 한국산 소맥의 제분특성. 한국식품과학회지, 14, 350(1982)
7. 이철: 한국산 밀 품종 "조광"의 물리적 성질과 전밀빵 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 15, 215(1983)
8. 장학길, 신호선, 김상순: 한국산 밀가루의 이화학적 특성과 쿠키 제조적성. 한국식품과학회지, 16, 149(1984)
9. A. O. A. C.: Official Methods of Analysis, 14th ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington DC(1980)
10. 식품공전: 한국공업규격, KS H2012, 한국공업표준협회(1991)
11. Wheeler, E. L. and Ferrel, R. E : A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. Presented at the 54th annual meeting, Chicago, III., A contribution of the Western Regional Research Laboratory, ARS, USDA, Albany, CA., U.S.A (1969)
12. Prosky, L., Asp, N.G., Schewizer, T.F., Devries, J.W. and Furda, I.: Determination of insoluble and total dietary fiber in foods and food products interlaboratory study. *J. AOAC* 71(5), 1017(1988)

13. Blakeney, A.B., Harris, P.J., Henry, R.T. and Stone, B.A. : A simple and rapid preparation of alditol acetate for monosaccharide analysis. *Carbohydr. Res.* **113**, 291(1983)
14. Bidlingmeyer, B.A., Cohen, S.A., Taruin, T.L. and Frost, B. : A new rapid, high-sensitivity analysis of amino acids in food type samples. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **70**, 241(1987)
15. 한국보건사회부 : 식품 공전, 식품공업협회 (1994)
16. Mongeau, R. and Brassard, R. : Insoluble dietary fiber from breakfast cereals and brans: Bile salt binding and water-holding capacity in relation to particle size. *Cereal Chem.*, **59**, 413(1982)
17. AACC: Pigments, AACC 14-50(1983)
18. Pomeranz, Y. : Wheat, Chemistry and Technology, 3rd, A.A.C.C., pp. 100-150(1971)
19. Pomeranz, Y. and Dikeman, E. : Minerals and protein contents in hard red winter wheat flours. *Cereal Chem.* **60**, 80(1983)
20. 김성곤 : 제분과 밀가루의 이용, 한국제분공업협회. p 285(1990)
21. Hosney, R.C., Finney, K.F., Shogren, M.D. and Pomeranz, Y. : Functional (breadmaking) and biochemical properties of flour components. II. Characterization of gluten protein fraction obtained by ultracentrifugation. *Cereal Chem.*, **46**, 126(1969b)
22. Macrchie, F., Kasarda, D.O., and Kuzmicky, D.D. : Characterization of wheat protein fractions differing in contribution to breadmaking quality. *Cereal Chem.*, **68**, 122(1991)
23. Chakraborty, K. and Khan, K : Biochemical and breadmaking properties of wheat protein component. II reconstitution baking studies of protein fraction from various isolation procedure. *Cereal Chem.*, **65**, 340(1988)
24. 이규한 : 식품화학, 형설출판사. pp 92-102(1988)
25. Pyler, E.J. : Baking Science and Technology, AVI. pp 1-23(1973)
26. Tomella, M.L. and Yepiz, M.S. : Effect of lysine and methionine on dough and bread characteristics. *J. Food Sci.*, **51**, 45(1986)

27. Cole, E.W. : Some physiochemical properties of wheat flour hemicellulose in solution. *Cereal Chem.*, **46**, 382(1969)
28. Figueroa, J.D.C. and Khan, K. : The relationship of bromate requirement and sugar in breadmaking and implications for loaf volume potential of hard red spring wheat flours. *Cereal Chem.*, **68**, 284(1991)
29. Ciacco, C.F. and D'Appolonia, B.L. : Characterization of pentosans from different wheat flour classes and of their gelling capacity. *Cereal Chem.*, **59**, 96(1982)
30. Brillouet, J.M., Joseleau, J.P., Utille, J.P. and Lelierte, D. : Isolation, purification and characterization of a complex heteroxylan from industrial wheat bran. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 488(1982)
31. Lin, M.J.Y., D'Appolonia, B.L. and Youngs, V.L. : Hard red spring and durum wheat polar lipids. II. Effect on quality of bread and pasta products. *Cereal Chem.*, **51**, 34(1974)
32. 김성기: 경질 및 연질 밀가루의 이화학적 성질 연구, 한국식품과학회지, 11(1), 13(1979)

## 제 4장. 열처리에 의한 밀기울의 가공기술

### 제 1절. 서 설

밀기울(wheat bran)은 밀의 제분과정에서 발생하는 주요 부산물로서 상업적 가공과정에서는 일반적으로 약 15~20%가 생산된다<sup>(1)</sup>. 밀기울은 주로 밀의 종피(seed coat), 주심층(nuclear epidermis), 호분층(aleurone layer) 등으로 이루어져 있으며, 제분 및 선별과정에서 일부 배유(endosperm) 성분이 포함된다<sup>(2)</sup>. 밀기울의 구성성분은 밀의 종류나 가공방법에 따라 차이가 있으나 대개 수분 9~14%, 지방 4~6%, 단백질 14~18%, 회분 5~7%, 탄수화물 50~70% 등으로 이루어져 있으며, 특히 약 40-50%의 식이섬유 성분이 포함되어 있는 것으로 알려져 있다<sup>(3)</sup>.

지금까지 밀기울은 대부분 사료의 원료로서 이용되어 왔으나, 최근 식이섬유의 뛰어난 생리활성과 각종 질병예방 효과가 알려지면서 밀기울을 이용한 식이섬유 제품의 생산이 활발히 진행되고 있다<sup>(4)</sup>. 밀기울의 식이섬유는 대개 불용성 성분으로 이루어져 있어 지금까지 수용성을 필요로 하지 않는 제빵, 제과류에 많이 응용되어 왔다<sup>(5)</sup>. 식이섬유는 수용성에 따라 매우 다른 생리활성을 제공한다. 즉, 수용성 식이섬유는 혈중 콜레스테롤 저하효과가 잘 알려져 있으며, 불용성 식이섬유의 경우에는 변비예방 및 장기능 증진효과가 뛰어난 것으로 보고되고 있다<sup>(6)</sup>. 국내의 경우 식이섬유의 이용은 대부분 저분자량의 수용성 식이섬유를 이용한 음료의 형태가 주류를 이루고 있다<sup>(7)</sup>. 따라서, 날로 증가하고 있는 국내의 대장암, 변비 등의 장질환 예방을 위해서는 불용성 식이섬유의 활용기술이 필요한 것으로 사료된다.

현재 국내에서는 약 5,000톤(1994년도 기준)의 밀이 생산되고 있으며, 우리밀의 제분과정에서 약 1,000톤의 밀기울이 발생하고 있다. 그러나 현재 우리밀 밀기울은 대부분 사료로서 이용되고 있기 때문에 밀기울의 식이섬유 소재를 활용한 가공식품의 개발이 필요하다. 특히, 국내에서 생산되고 있는 밀은 농약의 사용없이 재배되고 있기 때문에 밀의 외피에서 발생하는 밀기울은 무공해 식이섬유 원료로서의 가치가 큰 것으로 판단된다.

그러나 밀기울의 주요 구성부위인 호분층에는 다량의 지방분해효소



(lipase)가 함유되어 저장과정에서 밀기울이 쉽게 산패되는 문제점이 있다<sup>(1,8)</sup>. 따라서 밀기울이 발생한 후 실제 이용시까지 안정성을 유지할 수 있는 가공공정의 적용이 필요하다. 일반적으로 가열공정은 곡류의 bran 층에 존재하는 효소를 불활성화시켜 저장성을 크게 연장시킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 지금까지 곡물 bran류의 안정화에 대한 연구로서 가장 대표적인 예는 미강을 압출성형하여 지방분해효소를 불활성화함으로써 저장성을 크게 향상시킨 것이다<sup>(9,10)</sup>.

가열처리는 공정의 종류나 처리조건에 따라 식물조직의 구조나 기능에 큰 영향을 미친다<sup>(11)</sup>. 열처리 과정에서 식물 세포벽의 결합조직에 많은 변화를 일어나는데, 이 때 관찰되는 가장 뚜렷한 현상은 세포벽 성분의 이완에 따른 수용성 분획의 증가이다<sup>(12,13)</sup>. 수용성 분획의 종류와 양은 대상 식물 조직의 열처리에 대한 반응의 정도에 따라 다르게 나타난다. 과채류의 경우에는 열처리에 의하여 대개 펙틴의 가지부분(sidechains)을 형성하면서 세포벽의 셀룰로오스와 펙틴의 rhamnogalacturonan 주골격을 연결시켜 주는 역할을 하는 arabinogalactan의 구조가 약화되어 펙틴의 수용화가 일어나는 것으로 보고되었다<sup>(14)</sup>. 전분성 물질의 경우에는 충분한 물의 존재 하에서 전분입자의 호화과정에 의한 수용화가 가장 중요한 기작으로 알려져 있다. 지금까지 밀기울, 미강 등의 곡류 외피(bran)에 대한 열처리가 전체 물성에 미치는 영향에 대하여는 많은 연구가 이루어져 왔으나, 열처리에 의하여 견고한 세포벽이 수용화되는 현상에 대한 구체적인 연구사례는 거의 없다.

본 연구에서는 국내산 밀기울을 식이섬유 소재로 개발하기 위하여 밀기울에 대한 여러가지 열처리 공정이 밀기울의 구조적 특성과 물성에 미치는 영향을 구명하였고, 열처리 시료의 수용성 분획의 이화학적 특징을 분석함으로써 열처리 공정에 따른 세포벽 조직의 반응의 차이를 연구하였다.

## 제 2절. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

밀기울은 우리밀 가공공장(전남 무안)에서 수거한 것으로 -10℃ 냉동창고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

## 2. 열처리과정

본 연구에 사용한 열처리과정의 운영조건을 Table 4-1에 나타내었다. 시료 T0는 밀기울 300 g을 40 x 30 cm 스텐레스 강판에 넣은 후 150℃ 건조기에서 2시간 동안 가열하였다. 시료 R0는 100 g의 밀기울을 회전원통볶음기(Hesse, Andre & Co., Model Re-1, Hamburg, Germany)에 넣은 후 150℃ 에서 15분간 가열하였다. 시료 DR은 먼저 밀기울과 물을 중량비 1:3으로 섞은 후 120℃ 의 드럼온도에서 가열건조하였다. 시료 AU+DR은 밀기울 페이스트(밀기울:물 = 1:3 w/w)를 121oC, 1.2기압의 autoclave에서 2시간 동안 가열한 후 위의 시료 DR과 동일한 조건에서 드럼건조하였다. 시료 MI+DR은 앞의 밀기울 페이스트를 마이크로웨이브(Samsung, Model RE-888BR)를 이용하여 가열한 후 드럼건조하였다. 시료 EX는 2축 압출성형기(Büler Brothers Co., Swiss)를 이용하여 Table 4-1의 조건에서 생산되었다. 모든 시료는 전기분쇄기(Goldstar, Model GEM-350B)를 이용하여 1분간 분쇄하여 사용하였다.

## 3. 일반성분

수분은 105℃ 건조법으로, 조지방은 Soxhlet법으로, 조단백은 micro-Kjeldahl법으로, 회분은 550℃ 회화로법 등 표준 AOAC법<sup>(15)</sup>에 따라 결정하였다.

## 4. Klason 리그닌, 중성당 및 우론산(Uronic Acids)

Diethylether에 의하여 탈지된 시료 0.5 g에 24 N(72% w/w) 황산을 10 ml 가하여 30℃ 수조에서 2시간 동안 교반하였다. 그 다음 증류수 110 ml를 가하여 2 N 황산용액으로 만든 후 3시간 동안 환류하면서 가수분해시켰으며, 이를 내산성 여과지(Whatman GF/C)를 이용하여 여과하였다. 여과지에 남아 있는 잔유물을 약 500 ml의 뜨거운 물로 씻어 준 후 105℃ 에서 건조하여 항량으로 Klason 리그닌을 결정하였다<sup>(16)</sup>. 이 때, 여과액을 적당량 희석하여 phenol-sulfuric acid법<sup>(17)</sup>에 의하여 중성당을, m-hydroxydiphenyl법<sup>(18)</sup>에 의해

**Table 4-1. Experimental conditions for thermal treatments**

Thermal Treatments	Sample Codes	Operating Conditions
Raw	RAW	N o n e
Toasting	TO	Dry oven, 150°C, 2 hr
Roasting	RO	Rotating roaster, 150°C, 15 min
Drum drying	DR	Steam pressure : 520 kPa Drum speed : 3 rpm
Autoclaving + Drum drying	AU+DR	121.1°C, 1.2 atm, 2 hr + Drum drying
Microwaving + Drum drying	MI+DR	2,450 MHz, 10 min + Drum drying
Extruding	EX	Screw speed :270 rpm Extrusion temperature : 190°C Pressure : 17 bar Feed rate : 30 kg/hr Dough moisture : 25%

우론산을 측정하였으며, 이 때 표준물질로서 각각 glucose와 glucuronic acid를 이용하였다.

#### 5. 유리당(Free Sugars)

시료 5 g에 80% 에탄올 150 ml를 가하여 30분 동안 환류하면서 가열한 후 3,000 x g에서 10분간 원심분리하였다. 상등액을 여과한 후 유리당 함량을 phenol-sulfuric acid법<sup>(917)</sup>에 의하여 결정하였으며, 표준물질로서 glucose를 이용하였다.

#### 6. 전분

시료 중의 전분 함량은 Dintzis and Harris<sup>(19)</sup>의 방법과 AACCB<sup>(20)</sup>을 약간 수정하여 측정하였다. 시료 0.5 g에 25 ml의 증류수를 가한 후 121°C, 1.2 기압하에서 1시간 동안 autoclaving 하였다. 여기에 20 ml의 0.2 M acetate buffer(pH 4.5)와 5 ml의 glucoamylase(77 mg/ml: Sigma Chemical Co.)를 첨가하여 55°C에서 2 시간 반응시킨 후 2,000 x g에서 15분 동안 원심분리하였다. 다음 상등액을 여과한 후 여과액을 적당히 희석하여 glucose assay kit(Sigma Chemical Co.)을 이용하여 전분함량을 결정하였으며, 표준물질로는 glucose를 사용하였다.

#### 7. 피틴산(Phytic Acid)

피틴산 함량 측정을 위한 시료의 제조는 Hartland and Oberleas<sup>(21)</sup>에 의한 이온 교환수지 방법을 이용하였으며, 피틴산 함량은 Latta and Erskin<sup>(22)</sup>에 의한 비색법으로 측정하였다. 건조 시료 5 g에 0.667 N HCl 100 ml을 가하여 2시간 동안 실온에서 교반하였다. 이를 6,500 x g에서 10분 동안 원심분리한 후 상등액을 여과하여 여과액을 냉장 보관하여 사용하였다. 여과액을 Dowex-1 resin column (0.8 x 15 cm; Sigma Chemical Co.)에 주입하고 증류수로 미흡착 분획을 세척하였다. 그 후 0.1 M 용액 10 ml를 이용하여 inorganic phosphate를 제거한 후 0.7 M NaCl용액 15 ml로 피틴산을 용출하였다. 피틴산 함량은

Wade's reagent(0.03 g FeCl<sub>3</sub> + 0.3 g sulfosalicylic acid/1 ml distilled water)를 이용하여 500 nm에서 비색법으로 결정하였다. 이 때, 표준 물질로는 피틴산(Sigma Chemical Co.)을 사용하였다.

#### 8. 식이섬유(Dietary Fiber)

식이섬유 함량은 Prosky 등<sup>(23)</sup>의 방법에 의한 dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co.)를 사용하여 결정하였다. 식이섬유는 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber: SDF)와 불용성(insoluble dietary fiber: IDF)로 나누어 측정하였으며, 각각 2회 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 총 식이섬유(total dietary fiber: TDF)는 수용성과 불용성 식이섬유의 합으로서 계산하였다.

#### 9. 수분용해지수 및 수분흡착지수

수분용해지수(Water Solubility Index: WSI)와 수분흡착지수(Water Absorption Index: WAI)는 Anderson<sup>(24)</sup>의 방법에 의하여 측정하였다. 시료 10 g에 물 100 ml를 가하여 상온에서 1시간 동안 교반한 후 2,000 x g에서 10분간 원심분리하였다. 이 때 상등액 10 ml를 취하여 수분칭량병에 넣은 후 105 °C 에서 4시간 동안 건조하여 고형분함량을 측정한 후 WSI를 다음 식으로 결정하였다.

$$WSI = \frac{(\text{soluble solids g/10 ml}) \times 100 \text{ ml}}{10 \text{ g}} \times 100\%$$

한편, WAI는 원심분리한 침전물의 3부분을 일정량 취하여 수분함량을 측정 한 후 평균하여 결정하였다. 즉, 본 연구에서 WAI는 시료의 수용성 부분을 제외한 불용성 부분 1 g당 흡착되는 수분의 함량(ml/g)을 나타낸다.

#### 10. 보수력(Water Holding Capacity: WHC)

보수력은 AACC법<sup>(25)</sup>으로 측정하였다. 이 방법은 원료시료에 물을 가하여 교반한 후 원심분리하여 상등액이 발생하지 않을 때까지 가해진 물의 양으로서 보수력을 결정하는 것이다. 따라서 WHC는 시료의 수용성성분을 포함한 전체 시료의 수분보유능력을 나타낸다.

투명한 50 ml 원심분리관에 넣은 시료 5 g에 물을 가한 후 유리막대를 이용하여 교반하였으며, 물과 시료가 완전히 섞인 후 30℃ 항온조에서 2시간 동안 방치하였다. 본 연구에서 사용한 초기 물의 양은 5 ml로서 1 ml씩 증가시키면서 2,000 x g에서 10분간 원심분리하여 상등액의 생성유무를 관찰하였다. 최초로 상등액이 발생하였을 때 상등액을 제거한 후 다음 식에 의하여 근사보수력(approximate WHC)를 구하였다.

$$\text{근사보수력} = \frac{(\text{원심관무게} + \text{침전물무게}) - (\text{원심관무게} + 5.0) \text{ ml/g}}{5}$$

근사보수력을 구한 후 50 ml 원심분리관 4개에 아래의 식에 의해 시료와 물을 각각 넣었다.

$$\text{시료량} = \frac{15}{\text{근사보수력} + 1}$$

$$\text{물량} = (15 - \text{시료량}) \pm 0.5, 1.0 \text{ ml}$$

각 관의 시료와 물을 유리막대로 골고루 섞고, 이를 30℃ 에서 2시간 정치시킨 후에 2,000 x g에서 10분간 원심분리하였다. 이 때 4개의 원심분리관 중 상등액이 발생한 관과 상등액이 발생하지 않은 인접한 관의 물량과의 중간값을 시료량으로 나누어 보수력(ml/g)으로 하였다.

#### 11. 보유력(Oil Holding Capacity: OHC)

시료 3 g에 콩기름(제일제당) 15 ml을 넣고 유리막대를 이용하여 잘 섞은 후 30℃ 항온조에서 4시간 동안 방치하였다. 이를 2,000 x g에서 10분간 원

침분리한 후 상등액은 버리고 원심관을 여과지 위에 거꾸로 1시간 동안 방치하여 관벽에 남은 기름을 제거하였다. 이 때 기름과 함께 유출되는 침전물은 여과지 위에 남게 되므로 이를 수거하여 다시 원심관에 넣었다. 보유력은 시료 1 g당 잔류하는 기름의 양(ml/g)으로 나타내었다.

#### 12. 수화시간(Hydration Time) 및 팽화도(Degree of Swelling)

시료 1 g을 25 ml 눈금실린더에 넣은 후 실린더 밑바닥을 가볍게 두드려 시료의 높이를 일정하게 유지하였다. 시료에 증류수 15 ml를 가한 후 시료의 바닥이 완전히 젖을 때까지의 시간을 수화시간으로 하였다. 시료가 수화된 후 증류수 5 ml를 더 가해 30°C 항온실에 방치하면서 더 이상 부피 변화가 없을 때 시료에 의해 차지된 부피(displaced volume)를 측정하였다. 팽화도는 시료 1 g이 차지하는 부피(ml/g)로 나타내었다.

#### 13. 용적밀도(Bulk Density)

시료 25 g을 25 ml 눈금실린더에 넣은 후 실린더의 밑바닥을 딱딱한 표면에 대하여 15초 동안 두드린 후 시료가 차지하는 부피를 측정하였다. 용적밀도는 단위용적당 시료의 무게(g/ml)로 나타내었다.

#### 14. 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy: SEM)

밀기울의 표면구조는 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope Model 1820: AMRAY Inc, Bedford, MA, USA)으로 2,000배 확대하여 관찰하였다.

#### 15. 수용성 성분의 분리

열처리한 밀기울 시료 10g을 증류수 100ml에 넣고 상온에서 1시간 동안 교반한 후 6,500 x g에서 10분간 원심분리하였다. 불용성 침전물을 제외한 상등액은 여과지(Advantec #2)로 감압여과하여 수용성 분획(water soluble fractions: WSF)을 수거하였으며, 수용성 분획중 화학적 성분(총당, 전분, 유

리당, 단백질, 회분 등)을 분석하였다. 다음, 수용성 분획에 용적비로 4배의 isopropanol을 가하여 침전물을 수거한 후 이를 isopropanol과 아세톤으로 씻고 상온에서 건조하였다. 건조시료를 물에 녹인 후(2% 용액) 6,500 x g에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 동결건조하여 수용성 다당류(water soluble polysaccharides: WSP)를 조제하였다.

한편, 수용성 비전분 다당류 (water soluble non-starch polysaccharides: WSNSP)는 다음과 같이 조제하였다. 위의 수용성 분획에 40 $\mu$ l의 protease(Sigma: P8775)를 넣고 37 $^{\circ}$ C에서 30분간 항온처리(incubation)한 후 여기에 각각 50 $\mu$ l의  $\alpha$ -amylase(Sigma: A3403)와 amyloglucosidase(Sigma: A9913)을 넣고 60 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 항온처리하였다. 이를 6,500xg에서 10분간 원심분리한 후 상등액에 400ml의 isopropanol을 가하였으며, 생성된 침전물을 증류수에 녹여 1% 용액으로 한후 동결건조하였다.

#### 16. 겔 여과 크로마토그래피(gel filtration chromatography: GFC)

시료 25mg을 5ml의 증류수에 넣고 상온에서 1 시간 동안 녹인 후 0.45 $\mu$ m Whatman membrane filter를 이용하여 여과하였다. 다음, 용액 2ml를 Sepharose CL-4B column(1.8 x 90 cm)에 주입한 후 증류수를 이용하여 0.3ml/min의 속도로 용출하였으며, 각각 2.1ml씩 분획하였다.

### 제 3절. 결과 및 고찰

#### 1. 밀기울의 화학적 성분에 대한 열처리 효과

Table 4-2에 밀기울 원료의 화학적 구성성분과 가열처리에 따른 성분의 변화를 나타내었다. 원료 밀기울의 수분함량은 12.6%로 이는 Cadden<sup>(26)</sup>에 의하여 보고된 밀기울의 흡착등온곡선(sorption isotherm)에 의하면 일반 저장온도인 25 $^{\circ}$ C에서 수분활성도가 약 0.62에 해당된다. 따라서, 원료 밀기울에 대한 적절한 안정화 처리가 없을 경우 미생물에 의한 부패나 밀기울 자체에 함유되어 있는 리파아제 등에 의하여 쉽게 산패가 일어날 수 있는 수분활성도의 범위 내에 있는 것으로 판단된다.



Table 4-2. Chemical composition of wheat bran samples

Components (%)	RAW	TO	RO	Treatments			
				DR	AU+DR	MI+DR	EX
Moisture	12.6	0	0.7	2.4	2.3	1.6	6.0
Crude fat <sup>1</sup>	3.9	3.7	4.2	3.0	2.7	2.8	2.1
Crude protein <sup>2</sup>	16.6	14.9	13.9	13.8	14.2	14.1	13.8
Ash	4.2	4.9	4.8	4.7	4.8	4.8	4.7
Carbohydrates <sup>3</sup>	52.8	64.4	59.5	55.8	60.7	64.0	61.7
Neutral sugars	49.4	60.1	56.1	53.4	58.2	61.4	58.6
Uronic acid	3.4	4.3	3.4	2.4	2.5	2.6	3.1
Starch	20.4	25.3	26.2	24.6	28.0	23.0	26.2
Free sugars	3.7	2.6	3.0	3.9	4.6	7.9	3.3
Klason lignin	5.9	8.6	10.6	8.1	7.4	8.3	8.1
Phytic acid	5.9	4.9	4.9	4.0	3.4	3.7	4.0

<sup>1</sup> Diethylether extract ; <sup>2</sup> N x 5.7 ; <sup>3</sup> Sum of neutral sugars and uronic acid

밀기울의 열처리에 의한 성분상의 가장 큰 변화는 수분함량이다. Table 4-2에 나타난 바와 같이 열처리에 의하여 수분함량이 50%이상 감소하는 것을 알 수 있다. 열처리 가운데 가장 수분함량이 높은 압출성형 시료(6.0%)의 경우 Cadden<sup>(26)</sup>의 흡착등온곡선에 의하면 수분활성도가 약 0.15에 불과하다. 따라서, 열처리는 가열과정에서 미생물 살균, 효소 불활성화 및 수분활성도의 감소에 따라 밀기울의 안정성에 기여할 수 있다.

수분함량 다음으로 차이를 보이는 성분은 Klason 리그닌으로서 원료 밀기울에 비하여 약 10~55% 증가하였다. 실험방법에서 서술한 바와 같이 Klason 리그닌은 24 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>에 의한 가수분해와 2 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>에 의한 가열처리에도 분해되지 않는 부분으로서, 순수한 리그닌 성분 이외에 메일라드 반응생성물(Maillard reaction products), 탄닌 등의 polyphenols, 일부 세포벽 단백질 등을 포함하고 있다<sup>(27,28)</sup>. 즉, 가열공정에서 밀기울내의 단백질과 당성분의 반응생성물에 의하여 Klason 리그닌 함량이 증가한 것으로 보인다. Anderson과 Clydesdale<sup>(29)</sup>은 밀기울을 100°C에서 30~60분간 toasting 했을 때, Theander<sup>(30)</sup>, Theander와 Westerlund<sup>(31)</sup>, Siljeström<sup>(32)</sup> 등은 밀가루를 압출성형, 드럼건조, autoclaving 했을 때 Klason 리그닌이 증가하였다고 보고하였

다. 또한, 이 같은 현상은 곡류 뿐만아니라 과채류에서도 관찰된 바 있다 (29, 33)

한편, 유리당의 결과를 살펴보면 마이크로웨이브로 처리한 시료가 다른 시료에 비하여 많은 증가를 보여 원료 시료에 비해 약 90% 가량 증가하였다. 이는 마이크로웨이브에 의한 가열과정에서 식물 세포벽의 구성성분이 상당량 저분자화된 것으로 보인다. 마이크로웨이브의 이 같은 특성은 당분석시 일반적인 가열처리 대신에 세포벽을 가수분해하는 데 이용되기도 한다.

피틴산은 최근에 항암작용 등 일부 긍정적인 생리작용에 대한 효과가 있는 것으로 보고 되고 있으나<sup>(34)</sup>, 일반적으로 단백질 및 칼슘, 마그네슘, 철분, 아연 등 무기질의 이용을 저해시키는 것으로서 알려져 있다<sup>(35, 36)</sup>. Table 4-2의 결과에서 알 수 있듯이 원료 밀기울의 피틴산(6.8%)은 가열처리에 의하여 30~50%가량 감소하는 경향을 보였으며, autoclaving에 의한 효과가 가장 크게 나타났다.

## 2. 밀기울의 식이섬유 성분에 대한 가열처리 효과

열처리공정에 따른 식이섬유 함량의 변화는 Fig. 4-1에 나타내었다. 본 연구에 사용한 원료 밀기울의 수용성 식이섬유(SDF)와 불용성 식이섬유(IDF)는 각각 37.1%, 2.7%로서 총 식이섬유 39.8%에 대한 비율이 각각 6.8%, 93.2%였다. 즉, 밀기울의 식이섬유 성분은 대부분 불용성으로 구성되어 있는 것을 알 수 있다.

Fig. 4-1을 보면 가열처리 공정에 따라 차이가 있으나 모든 시료의 SDF의 함량이 원시료에 비해 현저히 증가한 것을 알 수 있다. 증가율을 보면 마이크로웨이브 처리한 시료가 약 40%로 가장 낮았으며, 반면에 압출성형 시료는 약 110%로서 가장 높은 증가를 보였다. 수용성 식이섬유의 증가는 불용성 세포벽의 수용화에 의하여 일어나는데, 수용화 과정에서 식물조직의 구조적인 변화가 발생하여 결과적으로 물성에 많은 영향을 미치게 된다<sup>(37)</sup>. 이러한 식물 세포벽의 수용화는 식이섬유의 생리활성<sup>(10, 38, 39)</sup>과 관능특성<sup>(40)</sup>에도 영향을 미치는 중요한 현상이다.

열처리 과정에서 식이섬유 성분의 변화는 크게 두가지 요인 즉, 가열처리 과정에서 불용성 식물세포벽으로부터 식이섬유 성분이 용해(solubilization)

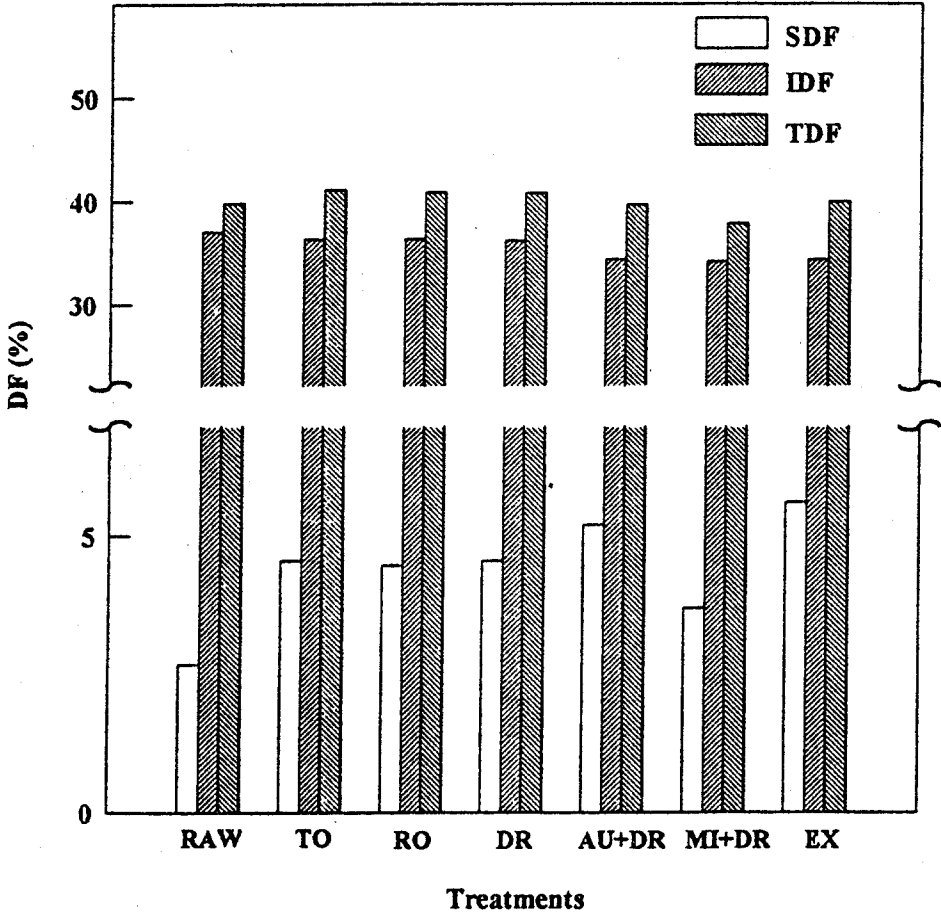


Fig. 4-1. Effect of thermal treatments on dietary fiber (DF) content of wheat bran (dry basis)

되거나 혹은 저항전분(resistant starch), 메일라드 반응물 등에 의한 새로운 식이섬유성분의 생성으로 해석될 수 있다. 전자의 경우에는 강한 결합력의 세포벽을 깨기 위한 높은 에너지를 필요로 하는데, 대표적으로 압출성형<sup>(41-43)</sup>이나 autoclaving<sup>(29,44)</sup>이 이에 해당한다고 볼 수 있다. 특히, 압출성형에 의한 경우 가열효과 이외에도 고압과 강한 전단력을 수반하여 보다 효율적으로 세포벽을 용해시키는 것으로 알려져 있다<sup>(37)</sup>. 반면에 후자의 경우는 상대적으로 격렬한 가열조건이 아닌 때에도 발생하는 것으로 알려져 있다. 예를 들어 toasting, roasting, baking 등에서와 같이 제한된 수분조건하에서 건열(dry heat) 처리하면 전분은 소입자화(small fragmentation)되고 또한, 이들이 서로 결합하면서 transglycosidation이 발생하여 새로운 식이섬유 성분이 생성되는 것으로 알려져 있다<sup>(45-47)</sup>. 한편, 앞서서도 언급한 바와 같이 메일라드 반응생성물의 형성에 의한 Klason 리그닌 성분의 생성도 식이성분의 변화에 기여한다. 대개 전자는 수용성 식이섬유를 증가시키는 반면에, 후자는 불용성 식이섬유를 증가시킨다.

시료 DR과 시료 MI+DR을 비교해 보면 SDF함량은 각각 4.55%, 3.70%로서 드럼건조한 시료에 비하여 마이크로웨이브 처리한 후 드럼건조하였을 때 오히려 수용성 식이섬유의 성분이 감소한 것을 알 수 있다. 그런데 시료 MI+DR의 용해도는 시료 DR보다 훨씬 높다(Fig. 4-2). 이 같은 결과는 마이크로웨이브 처리에 의하여 수용성 성분이 증가하지만 이들 성분이 Prosky 등<sup>(23)</sup>의 SDF 측정법에 적용되는 80% 에탄올에는 침전되지 않는 저분자 성분이기 때문으로 해석된다.

### 3. 밀기울의 물성에 대한 가열처리 효과

Fig. 2는 가열처리에 따른 밀기울의 수분용해지수(WSI)의 변화를 나타낸 것이다. 원료 밀기울의 15.76%에 비하여 시료 T0, R0의 WSI는 각각 10.16%, 10.87%로서 약 35% 정도 감소하였다. 건열처리한 시료의 수용성 성분을 분석해 보면 원료에 비하여 단백질의 함량이 크게 감소한 것으로 나타났다<sup>(48)</sup>. 즉, 건열처리에 의한 단백질의 변성과 그에 따른 불용화는 시료 T0, R0의 WSI가 감소하게 된 주원인으로 생각된다. 반면에 습열처리한 다른 시료의 경우에는 WSI가 증가하였고 특히, 시료 MI+DR, EX의 경우 약 65%의 WSI 증가율을 보였

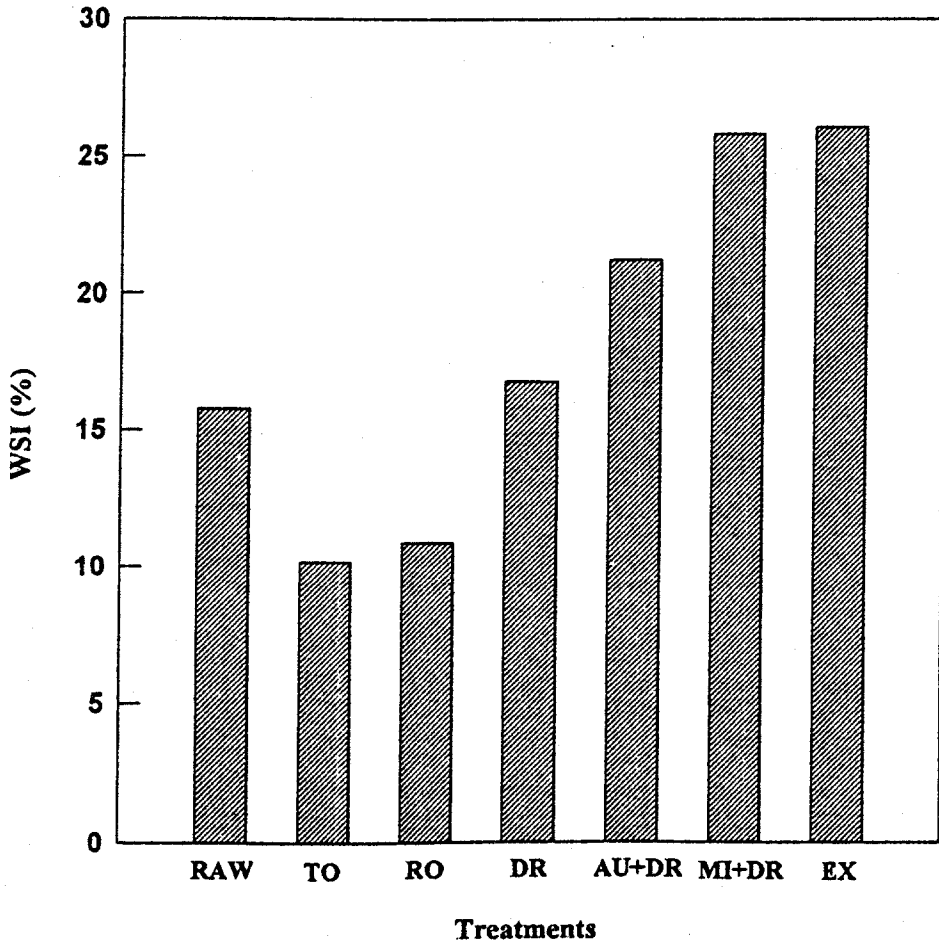


Fig. 4-2. Effect of thermal treatments on water solubility index (WSI) of wheat bran (dry basis)

다. 습열 조건인 경우 전분입자의 팽윤에 의한 수용화가 뚜렷하게 발생하게 된다. 그러나 앞에서 가열에 따른 식이섬유 성분의 증가를 고려할 때 전분의 호화 이외에 가열과정에서 비전분계 식물세포벽 성분의 수용화도 동시에 일어난 것으로 보인다. 습열처리에서도 단백질이 변성되나 전분, 식이섬유 성분 등 단백질 이외의 성분이 많이 수용화되어 전체적인 용해도가 증가된 것으로 생각된다. 시료 MI+DR의 경우 수용성 식이섬유의 함량이 적음에도 불구하고 WSI가 매우 높은 것은 저분자량의 수용성 성분이 다량 발생하기 때문인 것으로 보이는데, 이 같은 결과는 Table 4-2에서 저분자량의 유리당이 다량 발생한 결과와 일치한다.

Fig. 4-3은 가열처리에 따른 밀기울의 수분보유능력을 나타낸 것으로, 실험방법에서 설명했듯이 WHC와 WAI는 각각 전체시료와 불용성 성분의 수분보유능력을 나타낸다. 시료 RO, TO의 WAI를 제외하면 전체적으로 가열처리에 의하여 수분보유능력이 증가한 것을 알 수 있다. 이는 크게 두가지 요인에 대하여 생각할 수 있는데 첫째 요인은 앞에서 가열처리에 의하여 WSI가 증가한 것으로 보아 수용성 성분이 보수력에 상당한 영향을 미친다는 것과, 둘째 요인으로는 가열처리에 의하여 식물 세포벽의 구조가 변형되면서 수분의 포집능력이 높아진다는 점이다<sup>(37)</sup>. 특히, 압출성형한 시료를 보면 WHC가 가장 크나 수용성 성분을 배제한 WAI는 크게 감소한 것을 알 수 있다. 이는 압출성형에 의한 수용성 성분의 증가가 보수력에 크게 기여한다는 것을 의미한다. 또한, Fig. 4-3에서 건열처리보다 습열처리한 경우가 보수력을 더 증가시키는 것을 알 수 있다.

Table 4-3은 가열처리에 따른 용적부피, 수화시간 및 팽화도의 변화를 나타낸 것이다. 먼저 용적부피를 살펴보면 원료시료의 값이 가장 낮은 반면에 가열처리에 의해 용적부피가 증가한 것을 알 수 있다. 용적부피는 입자크기에 의하여 영향을 받아 입자의 분포가 조밀할수록 용적부피가 증가하게 된다<sup>(49)</sup>. 본 연구에 사용된 시료가 동일한 조건하에서 분쇄된 것을 고려하면, 가열처리는 여러가지 화학적 구조의 변화를 일으키며, 결과적으로 분쇄특성에도 영향을 미쳐 입도의 분포가 달라진다는 것을 알 수 있다. 수화속도의 경우 대부분의 시료가 1시간 이내에 완전한 수화가 이루어지나 압출성형한 시료는 상당히 긴 수화시간을 보였다. 수화시간의 차이는 미세구조의 구조와 흡착-탈착현상, 확산속도 등과 밀접한 관계가 있어 앞으로 속도론적 고찰(kinetic

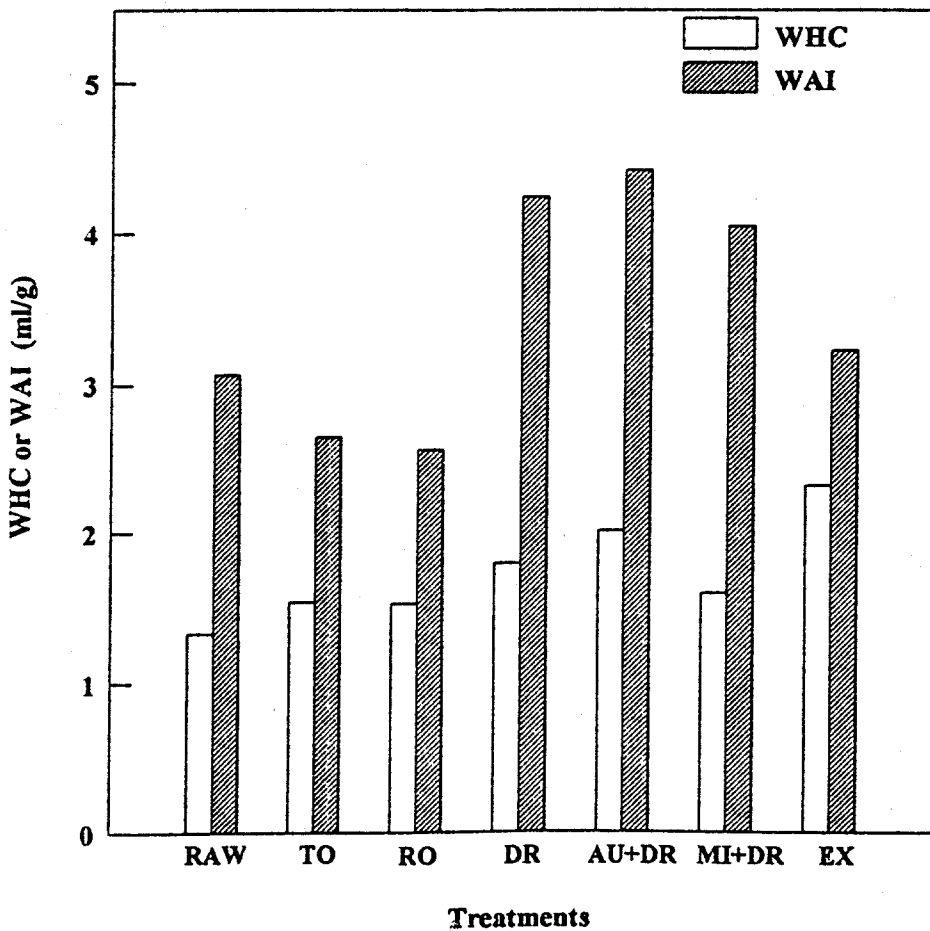


Fig. 4-3. Effect of thermal treatments on water holding capacity (WHC) and water absorption index (WAI) of wheat bran (dry basis)

Table 4-3. Effect of thermal treatments on bulk density, hydration time and swelling of wheat bran (dry basis)

Treatments	Bulk Density (g/ml)	Hydration Time (sec/g)	Swelling (ml/g)	Bulk Density x Swelling
RAW	0.39	340	4.58	1.79
TO	0.49	1,550	3.90	1.91
RO	0.51	970	3.97	2.02
DR	0.51	2,550	4.82	2.45
AU+DR	0.54	1,590	4.91	2.65
MI+DR	0.57	820	4.37	2.49
EX	0.55	7,890	5.53	3.04

consideration)을 통한 더 상세한 연구를 필요로 한다<sup>(26,50,51)</sup>. 한편, 압출성형된 시료는 수화속도가 가장 낮은 반면에 최종 팽화도는 가장 높은 값을 보였다. 또한, 용적밀도와 팽화도의 단위가 서로 반대이므로 이 두 요인의 곱을 Table 4-3에 나타내었다.

Fig. 4-4는 용적밀도 x 팽화도와 WHC, WAI와의 상관관계를 나타낸 것이다. 용적밀도 x 팽화도와 WHC와의 상관계수( $R^2$ )는 0.938로서 WAI와의 상관계수 0.568보다 훨씬 높은 값을 보였다. 한편, 그림에는 나타나 있지 않으나 용적밀도와 팽화도의 WHC에 대한 상관계수는 각각 0.821, 0.636으로서, 두인자의 곱과의 상관계수(0.938)보다는 낮은 값을 보였다. 즉, 전체시료의 보수력(WHC)은 입자크기에 의하여 결정되는 용적밀도와 밀기울의 구조적 특징에 의하여 지배를 받는 팽화도의 두 요인 모두에 의하여 영향을 받는다는 것을 의미한다. 반면에, Fig. 4-4에 나타난 바와 같이 용적밀도 x 팽화도는 WAI와 매우 낮은 상관관계를 보이고 있기 때문에 WAI 즉, 수용성 성분을 배제한 보수력은 식이섬유의 실제적인 기능성을 나타낼 수 없다는 것을 의미한다.

용적밀도나 팽화도는 각각 식이섬유 물질의 생리활성이나 제품특성에 매우 중요한 요인으로서 알려져 있으나 이들의 정확한 역할에 대한 연구가 명확하게 설정되어 있지 못하여 연구자에 따라 상이한 결과가 보고 되고 있다<sup>(52,53)</sup>. 그런데 식이섬유의 기능성은 입자크기 뿐만 아니라 구조적 특징에 의하여 영



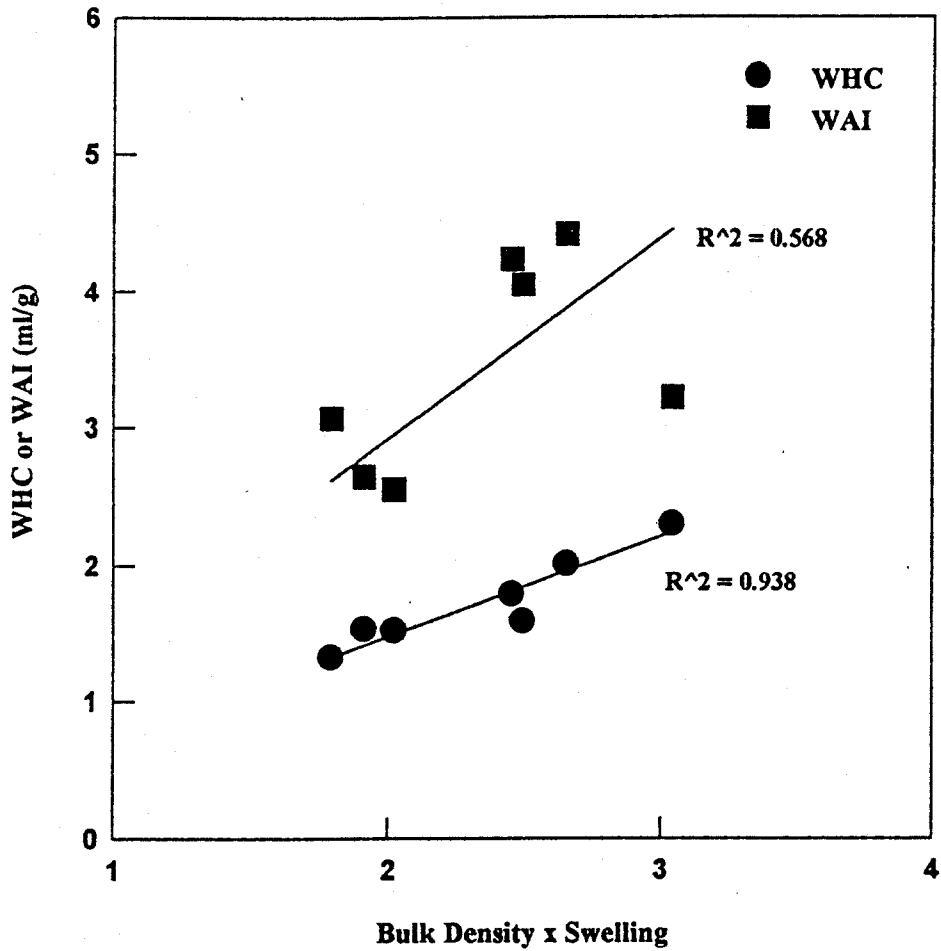


Fig. 4-4. Correlation of bulk density x swelling with WHC and WAI

향을 받게 되므로 본 연구에서의 용적밀도 x 팽화도는 식이섬유의 기능성을 나타내는 하나의 척도로서 이용될 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 앞의 실험 방법에서 나타낸 바와 같이 WHC는 시료전체의 수분보유능력을 나타내는 것으로 실제로 측정하기 위해서는 많은 시간과 시료량을 요한다는 단점이 있다. 따라서 Fig. 4-4에서 처럼 비교적 측정이 용이한 용적밀도와 팽화도를 측정하으로써 WHC와 이에 따른 각종 기능성 및 생리활성의 예측이 가능할 것으로 보인다. 이 같은 상관관계는 본 연구에서 밀기울에 대하여 처음으로 관찰된 것으로 다른 종류의 식이섬유에의 적용 가능성 여부는 좀 더 연구를 필요로 한다.

보유력의 경우는 Fig. 4-5에 나타난 바와 같이 열처리에 의하여 오히려 보유력이 감소하는 것을 알 수 있는데, 이는 앞의 Fig. 4-3에서 설명한 보수력과는 정반대의 결과를 나타낸다. Arrigoni 등<sup>(54)</sup>은 식이섬유의 기름흡착능력은 입자의 표면특성에 의하여 결정된다고 하였다. 한편, Caprez 등<sup>(55)</sup>은 보유력이 전분의 호화와 일부 관련이 있으며, 밀기울을 열처리하였을 경우 보유력이 증가하였다고 보고하였다. 이는 본 연구의 결과와 상반된 것으로, 보유력에 영향을 미치는 표면특성이 화학적 친유성(lipophilicity)에 의한 것인지, 혹은 표면의 3차원적인 구조에 의한 것인지에 대해서는 더 체계적인 연구가 필요하다. 최근 저지방 식품의 개발이 활발한 것을 고려할 때 열처리 밀기울의 낮은 보유력은 식품체계의 종류에 따라 유익할 것으로 보인다.

#### 4. 열처리에 의한 SEM 특징

Fig. 4-6은 열처리에 따라 밀기울 시료의 표면구조가 변화한 것을 주사전자현미경(SEM)에 의하여 관찰한 결과이다. 원료시료의 경우 전분입자의 형태가 원형 그대로 유지되고 있으며, 세포벽의 표면도 매끄러운 것을 알 수 있다. 시료 T0와 R0의 경우 전분입자의 외곽부분이 건열처리과정에서 손상된 것을 알 수 있다. 시료 DR을 보면 전분입자가 드림 건조 동안 압착력에 의하여 납작한 형태로 존재하는 것을 나타내고 있다. 시료 AU+DR의 경우에는 autoclaving 과정에서 전분입자나 세포벽의 구조가 상당히 변형된 것을 나타내고 있다. 특히, 시료 MI+DR의 경우에는 표면에 많은 구멍이 관찰되고 있는데, 이는 마이크로웨이브에 의한 국지적 분해에 의한 것으로 추측되며, 이러

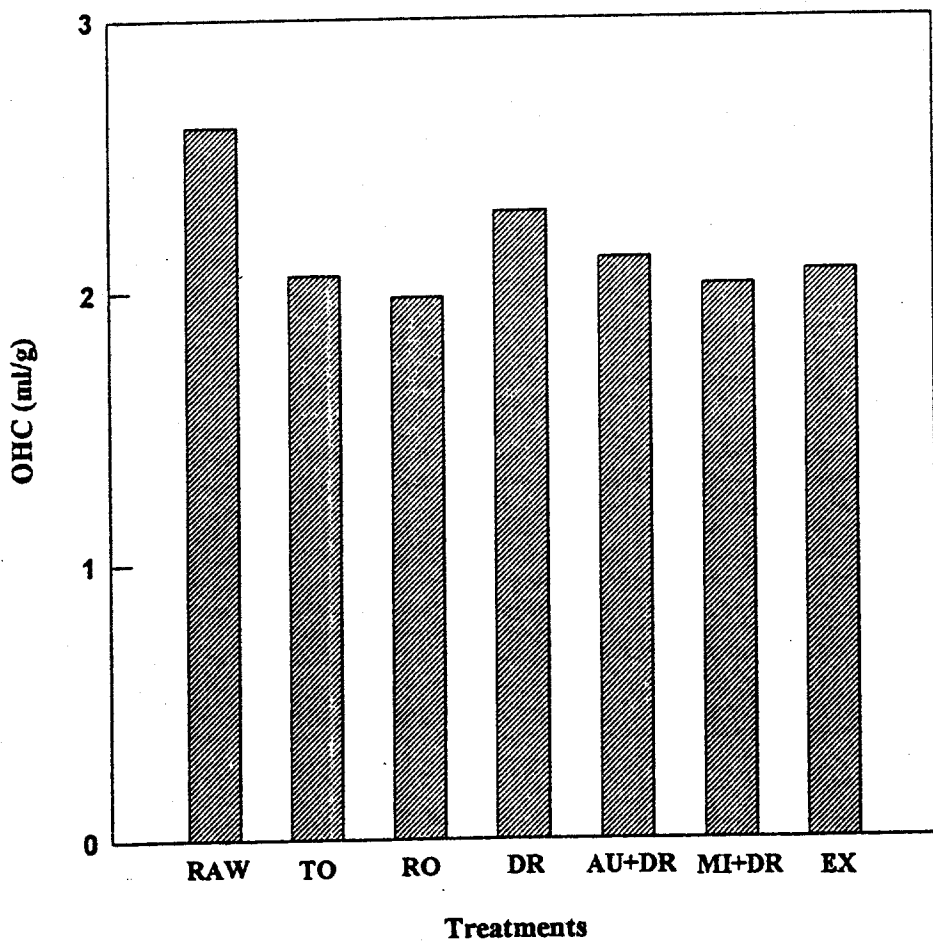


Fig. 4-5. Effect of thermal treatments on oil holding capacity (OHC) of wheat bran (dry basis)

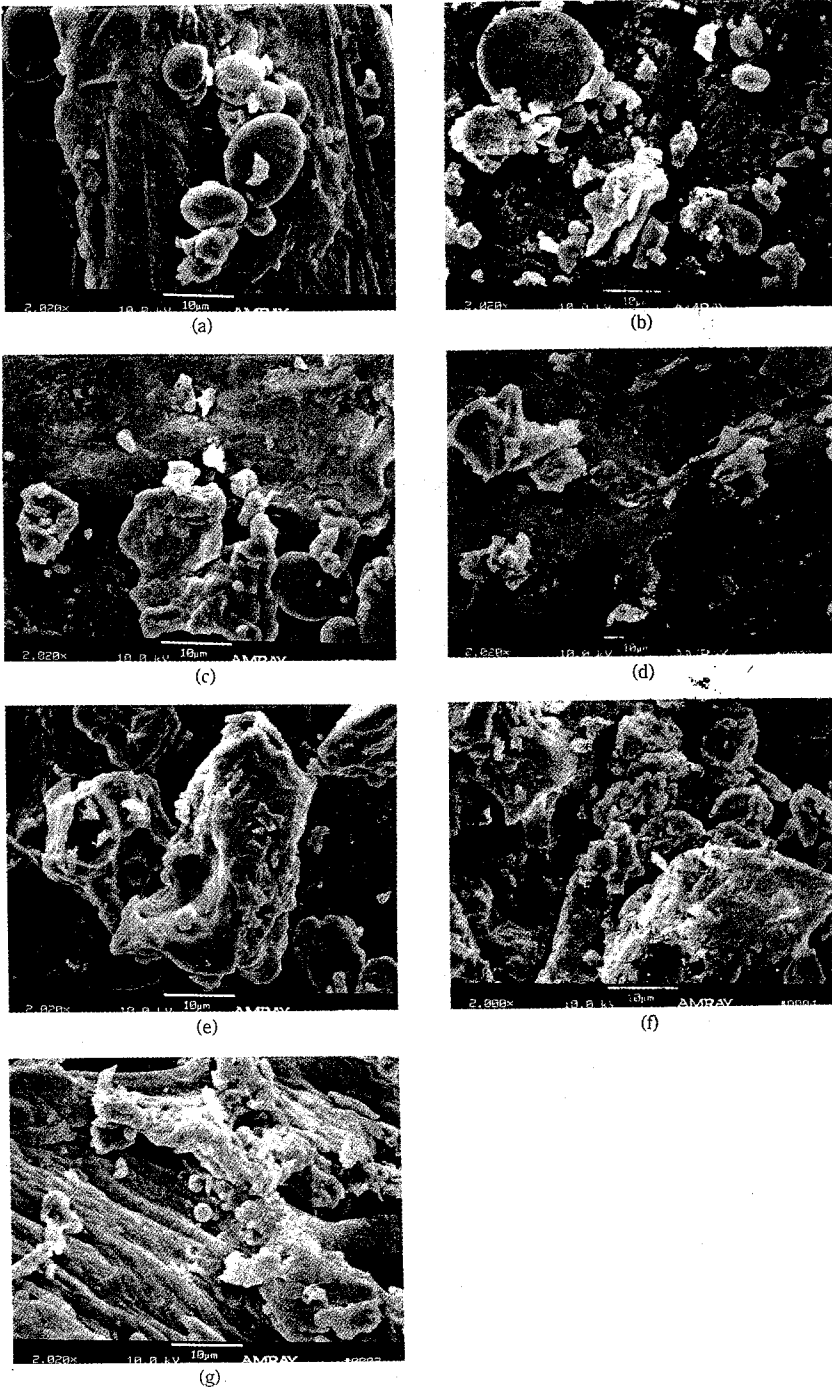


Fig. 4-6. Scanning electron microscopy of (a) raw, (b) toasted, (c) roasted, (d) drum dried, (e) autocalved and drum dried, (f) microwaved and drum dried and (g) extruded wheat brans.

한 과정에서 앞서서도 설명한 바와 같이 유리당 특히 저분자성분이 증가한 것으로 해석된다. 마지막으로 시료 EX의 경우에는 고온, 고압, 고전단력이 동시에 작용하여 식물세포벽의 구조를 효율적으로 변형시키기 때문에 Fig. 4-6에 나타난 것처럼 세포벽 표면이 다른 시료에 비하여 상당히 거칠어진 모습을 뚜렷하게 보여주고 있다. Aoe 등<sup>(56)</sup>과 Ning 등<sup>(57)</sup>도 밀기울과 옥수수 브랜의 매크롭과 조밀한 표면구조가 압출성형에 의하여 거칠고 다공성의 표면구조로 변화하였다고 보고하였다.

### 5. 수용성 분획의 화학적 조성

Table 4-4에 열처리 밀기울에서 분리한 수용성 분획의 구성성분을 나타내었다. 우선 원료 밀기울을 보면 탄수화물은 대부분 저분자의 유리당으로 구성되어 있고, 열처리한 시료는 원료에 비하여 전분 함량이 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 가열에 의하여 전분의 호화가 발생한 것으로, 열처리 시료 가운데 압출성형에 의한 전분의 수용화 현상이 가장 뚜렷하게 나타났다. 한편, 시료 MI의 경우 다른 시료에 비하여 유리당의 함량이 매우 높은 것을 알 수 있다. 이는 microwave 처리에 의하여 시료의 용해도는 크게 증가하나 80%

Table 4-4. Chemical composition of water soluble fractions of wheat bran (dry basis % w/w)

Components	Treatments			
	RAW	AU+DR	MI+DR	EX
Carbohydrates				
Total sugars	32.4	55.9	62.5	68.9
Starch	3.6	31.1	30.9	41.9
Free sugars	32.0	26.6	38.6	19.1
Protein	17.1	15.1	10.2	7.9
Ash	19.3	13.4	9.1	8.1

에탄올 침전성 수용성 식이섬유의 함량은 상대적으로 적게 나타나 저분자의 유리당 함량이 많이 생산된 결과와 잘 일치하였다.

## 6. 겔 여과 크로마토그래피

앞에서도 언급한 바와 같이 열처리 과정에서 밀기울에 존재하고 있는 전분이 우선적으로 용해화 된다. 그러나 엄밀한 의미에서 전분은 밀기울의 세포벽을 형성하고 있는 물질이 아니기 때문에 열처리 공정에 의한 식물 세포벽의 반응성을 구명하기 위해서는 전분을 제거한 후 비전분계 다당류의 특징을 구명해야 한다. 본 연구에서는 열처리 시료와 비열처리 시료의 수용성 다당류(WSP)와 수용성 비전분 다당류(WNSP)의 겔 여과 크로마토그래피를 비교하였으며, 그 결과를 Fig. 4-7에 나타내었다.

먼저 원료 밀기울의 WSP를 보면 대부분이 저분자량의 다당류로 이루어져 있으며, 또한 상당량의 단백질이 잔존하는 것을 알 수 있다. 또한 전분을 제거한 WNSP의 결과에서도 비슷한 분자량의 다당류가 존재하는 것으로 보아 원료 밀기울에는 저분자량의 비전분 식이섬유 성분이 존재하는 것을 알 수 있다. 한편, 시료 AU+DR과 시료 MI+DR의 WSP를 보면 원료 밀기울에 비해 열처리에 의하여 고분자의 수용성 성분이 발생한 것을 알 수 있으며, 본 연구에서 제시한 실험조건 하에서는 microwave의 경우가 autoclave보다 수용화에 더욱 효율적인 것을 알 수 있다. 그러나 두 시료의 WNSP 결과를 보면 원료 밀기울과 거의 유사한 것을 보아 수용성 분획(WSP)에서 관찰된 용해물질은 대부분 전분 물질로 해석된다.

압출성형한 시료 EX의 WSP 결과를 보면 고분자량의 peak가 뚜렷하게 나타나 있다. 이는 압출성형에 의한 전분의 수용화에 의한 것으로 앞의 시료 AU, MI과 비교하여 고분자량의 전분이 수용화된 것을 알 수 있다. 한편 WNSP의 경우 전분 peak가 완전히 제거된 후에도 앞의 다른 시료와 비교하여 상당히 고분자량의 성분들이 존재하는 것을 알 수 있다. 이는 압출성형에 의하여 견고한 밀기울 조직체계로부터 비교적 분자량이 큰 비전분계 세포벽 성분이 수용화된 것으로 해석된다. 압출성형에 의한 식물 세포벽의 수용화는 고온의 처리공정 이외에도 동반되는 높은 전단력에 의한 것으로, 지금까지 각종 곡류<sup>(58)</sup>, 두류<sup>(59)</sup>, 과채류<sup>(60,61)</sup> 및 해조류<sup>(62)</sup> 등 식물 세포벽의 수용화 및 이에 따

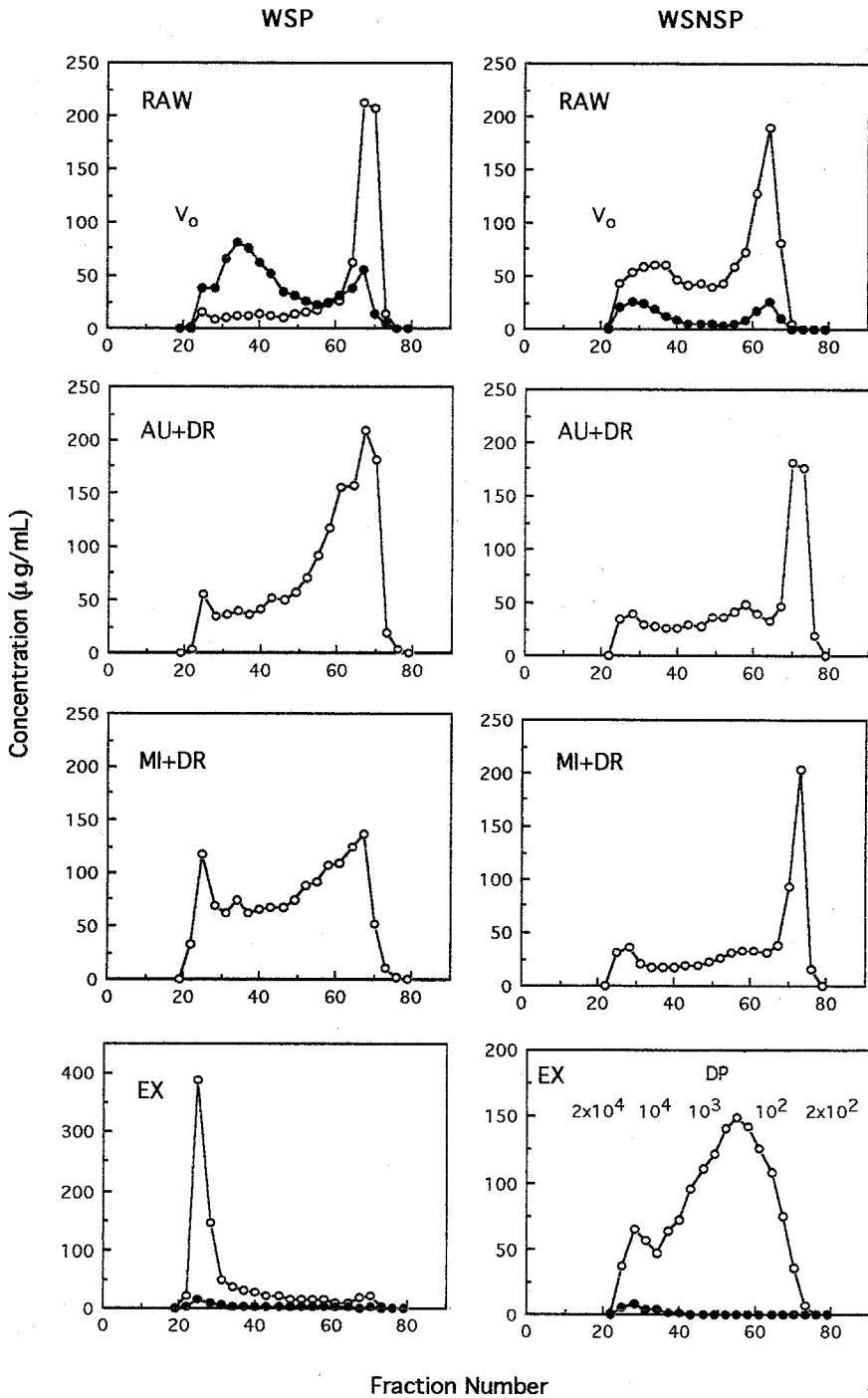


Fig. 4-7. Sepharose CL-4B gel filtration of water soluble polysaccharides (WSP) and non-starch water soluble polysaccharides (WSNSP) of wheat bran  
 - - : total sugars; - - : proteins

Table 4-5. Neutral sugar composition (%) of water soluble polysaccharides (WSP) and water soluble non-starch polysaccharides (WSNSP) of wheat bran

Sugars	WSP				WSNSP			
	RAW	AU+DR	MI+DR	EX	RAW	AU+DR	MI+DR	EX
Arabinose	5.50	5.70	3.85	5.21	13.51	18.05	13.24	19.61
Xylose	7.42	9.35	6.58	8.52	15.63	29.97	23.09	32.28
Mannose	0.77	0.39	0.27	0.18	0.63	0.84	0.71	0.61
Galactose	3.11	4.33	3.23	1.28	9.57	5.91	5.87	4.03
Glucose	7.04	46.61	63.32	87.25	3.87	6.74	8.94	6.86

른 수용성 식이섬유의 증가에 대한 많은 결과가 보고되고 있다. 이같은 수용성 식이섬유의 증가는 결과적으로 여러 가지 생리화학적 기능성을 제공하게 된다<sup>(63)</sup>. 압출성형에 의한 식물 세포벽의 수용화 현상을 다룬 총설이 최근 발표된 바 있다<sup>(64)</sup>.

## 7. 중성당 분석

세포벽 성분 가운데 압출성형에 의하여 가장 쉽게 용해되는 부위를 추적하기 위하여 밀기울의 수용성 다당류(WSP) 및 수용성 비전분 다당류(WSNSP)의 중성당 함량을 Table 4-5에 나타내었다. 먼저 WSP에서 가장 큰 변화를 보이는 구성당은 glucose로서 열처리에 의한 전분의 호화로 인해 glucose의 함량이 크게 증가하기 때문이다. 반면에 전분을 제거한 WSNSP의 중성당 분포를 보면 열처리 후에 전체적으로 arabinose와 xylose의 함량이 크게 증가하였으며, 특히 xylose의 함량이 크게 증가한 것을 알 수 있다. 이같은 결과는 열처리 과정에 의하여 밀기울 세포벽의 arabinoxylan 부위가 주로 용해된 것으로 보여진다.

밀기울과 같은 곡류의 세포벽은 셀룰로오스로 이루어진 microfibril 골격



구조에 헤미셀룰로오스의 일종인 arabinoxylan이 채워져 matrix를 형성하고 있다<sup>(65)</sup>. 반면에 과채류의 경우에는 펙틴 물질이 곡류의 arabinoxylan과 비슷한 역할을 하는 것으로 알려져 있다<sup>(66,67)</sup>. 과채류의 경우에는 autoclave, extrusion 등의 열처리에 의하여 세포벽 구성성분 중에서 펙틴 주골격의 rhamnogalacturonan에 연결되어 있는 arabinogalactan 가지부분이 주로 유리되면서 펙틴의 수용화가 이루어지는 것으로 보고되고 있다<sup>(14,66,68)</sup>. 그러나 현재까지 열처리에 의한 곡류 세포벽의 수용화에 대한 구체적인 연구결과는 미흡하다. 이는 곡류의 세포벽은 과채류의 세포벽에 비하여 상당히 강한 기계적 저항성을 갖고 있어 열처리에 따른 수용화 현상이 상대적으로 뚜렷하게 관찰되기 어렵기 때문으로 보인다. 본 연구에서는 밀기울의 경우에도 열처리시 세포벽의 matrix 성분인 arabinoxylan이 주로 용해되는 것으로 관찰되었다. 그러나 이같은 결과는 세포벽에 가해지는 변형력의 차이에 따라 다르게 나타날 수 있으므로 좀 더 세부적인 연구를 필요로 한다.

#### 제 4절. 참고문헌

1. Vetricmani, R. and Haridas Rao, P.: Studies on stabilization of wheat bran. *J. Food Sci. Technol.*, **27**, 332(1980)
2. Posner, E.S.: Mechanical separation of a dietary fiber fraction from wheat bran. *Cereal Foods World*, **36**, 553(1981)
3. Pomeranz, Y.: Chemical composition of kernel structures. In *Wheat: Chemistry and Technology*, Pomeranz, T. (ed), AACC, Inc., St. Paul, MN, Vol. I, pp. 110-117(1988)
4. Przybyla, A.E.: Formulating fiber into foods. *Food Eng.*, **60**, 77(1988)
5. Leelavathi, K. and Haridas Rao, P.: Development of high fibre biscuits using wheat bran. *J. Food Sci. Technol.*, **30**, 187(1993)
6. Schneeman, B.O.: Soluble vs insoluble fiber-different physiological responses. *Food Technol.*, **41(2)**, 81(1987)
7. 황재관: 식이섬유의 구조, 기능성 및 산업적 이용전망. *식품기술*, **6**, 12(1993)
8. Ziegler, E. and Greer, E.N.: Principles of milling. In *Wheat:*

- Chemistry and Technology, Pomeranz, T.(ed), AACC, Inc., St. Paul, MN, Vol. I(1988)
9. 김철진: 압출성형을 이용한 미강 리파제의 열불활성화. 한국과학기술원 박사 학위논문(1987)
  10. Hargrove, K.L.: Processing and utilization of rice bran in the United States. In Rice Science and Technology, Marshall, W.E. and Wadsworth, J.I.(ed), Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 394-396(1994)
  11. Nyman, M., Palsson, K.E. and Asp, N.G.: Effect of processing on dietary fibre in vegetables. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **20**, 29(1987)
  12. Nyman, M., Nylander, T. and Asp, N.G.: Degradation of water-soluble fibre polysaccharides in carrots after different types of processing. *Food Chem.*, **47**, 169(1993)
  13. Carl Greve, L., McArdle, R.N., Gohlke, J.R. and Lavabitch, J.M.: Impact of heating on carrot firmness: changes in cell wall components. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 2900(1994)
  14. Ralet, M.C., Della Valle, G. and Thibault, J.F.: Raw and extruded fibre from pea hulls. Part I.: Composition and physico-chemical properties. *Carbohydr. Polym.*, **20**, 17(1993)
  15. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 14th ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington DC(1980)
  16. Pearl, I.A.: Determination of lignin, In The Chemistry of Lignin, Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 39-40(1967)
  17. Chaplin, M.F.: Monosaccharides. In Carbohydrate Analysis, Chaplin, M.F. and Kennedy, J.F.(ed), IRL Press, Washington DC, p.2(1986)
  18. Blumenkrantz, N. and Asboe-Hansen, G.: New method for quantitative determination of uronic acid. *Anal. Biochem.*, **54**, 484(1973)
  19. Dintzis, F.R. and Harris, C.C.: Starch determination in some dietary fiber sources. *Cereal Chem.*, **58**, 467(1981)
  20. A.A.C.C.: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th ed., AACC Inc., St. Paul, MN, Method 76-11(1983)
  21. Hartland, B.F. and Oberleas, D.C.: A modified method for phytate

- analyses using an ion-exchange procedure. Application to textured vegetable proteins. *Cereal Chem.*, **54**, 837(1977)
22. Latta, M. and Eskin, M.: A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 1313(1980)
  23. Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., DeVries, J.W. and Furta, I.: Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *JAOAC*, **71**, 1017(1988)
  24. Anderson, R.A.: Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked grain products. *Cereal Chem.*, **59**, 265(1982)
  25. A.A.C.C.: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th ed., AACC Inc., St. Paul, MN, Method 88-04(1983)
  26. Cadden, A.M.: Moisture sorption characteristics of several food fibers. *J. Food Sci.*, **53**, 1150(1988)
  27. Theander, O., Westerlund, E. and Aman, P.: Structure and components of dietary fiber. *Cereal Foods World*, **38**, 135(1993)
  28. Dreher, M.L.: Dietary fiber ingredients and food uses. In Handbook of Dietary Fiber, Dreher, M.L.(ed), Marcel Dekker, New York, pp.62-63 (1987)
  29. Anderson, N.E. and Clydesdale, F.M.: Effects of processing on the dietary fiber content of wheat bran, pureed green beans, and carrots. *J. Food Sci.*, **45**, 1534(1980)
  30. Theander, O.: Advances in the chemical characterization and analytical determination of dietary fibre components. In Dietary Fiber, Birch, G.G. and Parker, K.J.(ed), Applied Science Publishers, London(1983)
  31. Theander, O. and Westerkund, E.: The effects on aqueous ethanol-soluble carbohydrates and protein in heat-processed whole grain and white flour. *J. Cereal Sci.*, **5**, 145(1988)
  32. Siljeström, M., Westerlund, E., Björck, I., Holm, J., Asp., N. G. and Theander, O.: The effects of various thermal processes on dietary

- fibre and starch content of whole grain wheat and white flour. *J. Cereal Sci.*, **4**, 315(1986)
33. Brandt, L.M., Jeltema, M.A., Zabik, M.E. and Jeltema, B.D.: Effects of cooking in solutions of varying pH on the dietary fiber components of vegetables. *J. Food Sci.*, **49**, 900(1984)
  34. Caragay, A.B.: Cancer-preventive foods and ingredients. *Food Technol.*, **46**, 65(1992)
  35. Davies, N.T.: Anti-nutrient factors affecting mineral utilization. *Proc. Nutr. Soc.*, **38**, 121(1979)
  36. Cheryan, M.: Phytic acid interactions in food systems. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **13**, 297(1980)
  37. 황재관, 김종태, 홍석인, 김철진: 압출성형에 의한 식물 세포벽의 수용화. *한국영양식량학회지*, **23**, 358(1994)
  38. Nyman, M., Schweizer, T.F., Pålsson, K.E. and Asp, N.G.: Effects of processing on fermentation of dietary fibre in vegetables by rats. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **24**, 433(1991)
  39. Gourgue, C., Champ, M., Guillon, F. and Delort-Laval, J.: Effect of extrusion-cooking on the hypoglycaemic properties of citrus fibre: an in-vitro study. *J. Sci. Food Agric.*, **64**, 493(1994)
  40. Fulger, C.V. and Bradbury, A.G.: Modification of bran by extrusion. U.S. Patent 4,500,558(1985)
  41. Ralet, M.C., Della Valle, G. and Thibault, J.F.: Raw and extruded fibre from pea hulls. Part I: Composition and physico-chemical properties. *Carbohydr. Polym.*, **20**, 17(1993)
  42. Ralet, M.C., Thibault, J.F. and Della Valle, G.: Influence of extrusion-cooking on the structure and properties of wheat bran. *J. Cereal Sci.*, **11**, 249(1990)
  43. Ralet, M.C., Thibault, J.F. and Della Valle, G.: Solubilization of sugar-beet pulp cell wall polysaccharides by extrusion-cooking. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **24**, 107(1991)
  44. Guillon, F., Barry, J.L. and Thibault, J.F.: Effect of autoclaving

- sugar-beet fibre on its physico-chemical properties and its in-vitro degradation by human faecal bacteria. *J. Sci. Food Agric.*, **60**, 69(1992)
45. Björck, I., Nyman, M., Pedersen, B., Siljeström, M., Asp, N.G. and Eggum, B.O.: On the digestibility of starch in wheat bread studies in vitro and in vivo. *J. Cereal Sci.*, **4**, 1(1986)
  46. Wolfrom, M.L., Thomson, A. and Ward, R.B.: Composition of pyrodextrins. *Ind. Eng. Chem.*, **53**, 217(1961)
  47. Bornet, F.: Technological treatments of cereals. Repercussions on the physiological properties of starch. *Carbohydr. Polym.*, **21**, 195(1993)
  48. Hwang, J., Kim, J.T., Jo, S.J. and Kim, C.J.: Unpublished data(1995)
  49. Cadden, A.: Comparative effects of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers. *J. Food Sci.*, **52**, 1595(1987)
  50. Dural, N.H. and Hines, A.L.: Diffusion of water in cereal-bread type food fibers. *J. Process Eng.*, **15**, 115(1992)
  51. Dural, N.H. and Hines, A.L.: Adsorption of water on cereal-bread type dietary fibers. *J. Food Eng.*, **20**, 17(1993)
  52. Dreher, M.L.: Dietary fiber ingredients and food uses. In Handbook of Dietary Fiber, Dreher, M.L.(ed), Marcel Dekker, New York, p. 148(1987)
  53. Posner, E.S.: Mechanical separation of a high dietary fiber fraction from wheat bran. *Cereal Foods World*, **36**, 553(1991)
  54. Arrigoni, E., Caprez, A., Amado, R. and Neukom, H.: Chemical composition and physical properties of modified dietary fibre sources. *Food Hydrocoll.*, **1**, 57(1986)
  55. Caprez, A., Arrigoni, E., Amado, R. and Neukom, H.: Influence of different types of thermal treatment on the chemical composition and physical properties of wheat bran. *J. Cereal Sci.*, **4**, 233(1986)
  56. Aoe, S., Nakaoka, M., Ido, K., Tamai, Y., Ohta, F. and Ayano, Y.: Availability of dietary fiber in extruded wheat bran and apparent

- digestibility in rats of coexisting nutrients. *Cereal Chem.*, **66**, 252(1989)
57. Ning, L., Villota, R and Artz, W.E.: Modification of corn fiber through chemical treatments in combination with twin-screw extrusion. *Cereal Chem.*, **68**, 632(1991)
  58. Aoe, S., Nakaoka, M., Ido, K., Tamai, Y., Ohta, F., and Ayano, Y.: Availability of dietary fiber in extruded wheat bran and apparent digestibility in rats of coexisting nutrients. *Cereal Chem.*, **66**, 252(1989)
  59. Kasai, M., Hatae, K., Shimada, A. and Iibuchi, S.: A kinetic study of hardening and softening processes in vegetables during cooking. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **41**, 933(1994)
  60. Ralet, M.C., Thibault, J.F. and Della Valle, G.: Solubilization of sugar-beet pulp cell wall polysaccharides by extrusion-cooking. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **24**, 107(1991)
  61. Ralet, M.C. and Thibault, J.F.: Extraction and characterization of very highly methylated pectins from lemon cell walls. *Carbohydr. Res.*, **260**, 283(1994)
  62. 김철진, 김종태, 황재관, 홍석인, 조성자: 압출성형에 의한 저이용 식량자원의 가공공정 개발. 한국식품개발연구원 보고서 E1293-0532(1994)
  63. Gourgue, C., Champ, M., Guillon, F. and Delort-Laval, J.: Effect of extrusion-cooking on the hypoglycaemic properties of citrus fibre: An in-vitro study. *J. Sci. Food Agric.*, **64**, 493(1994)
  64. 황재관, 김종태, 홍석인, 김철진: 압출성형에 의한 식물 세포벽의 수용화. *한국영양식량학회지*, **23**, 358(1994)
  65. Dey, P.M. and Brinson, K.: Plant cell walls. *Adv. Carbohydr. Chem. Biochem.*, **42**, 265(1984)
  66. Hwang, J., Pyun, Y.R. and Kokini, J.L.: Sidechains of pectins: some thoughts on their role in plant cell walls and foods. *Food Hydrocoll.*, **7**, 39(1993).
  67. Jackman, R.L. and Stanley, D.W.: Perspectives in the textural

- evaluation of plant foods. *Trends Food Sci. Technol.*, **6**, 187(1995)
68. Guillon, F., Barry, J.L. and Thibault, J.F.: Effect of autocalving sugar-beet fibre on its physico-chemical properties and its in-vitro degradation by human faecal bacteria. *J. Sci. Food Agric.*, **60**, 69(1992)

## 제 5 장 시제품의 생산실험

### 제 1 절 국수

#### 1. 국수의 제조

탑동밀과 그루밀(통밀)을 이용한 국수제조실험은 증력분을 대조구로 실시하여 품종간의 제면특성을 비교하였다. 국수의 제조는 2kg의 밀가루에 12.2%의 식염수를 940g가하여 반죽한 다음 밀폐용기에 담고 28℃에서 2시간 동안 숙성시켰다. 숙성이 끝난 반죽은 수타식 제면기(YW 874 AS, Yamto MFG, Co., Ltd., Japan)를 사용하여 6회 반복하여 압축하고 지퍼백(Zipper bag)에 담은 후, 18℃의 Aging box(YRR-17A, Yamato MFG, Co., Ltd., Japan)에서 16시간동안 보관하며 수분평형에 이르도록 하였다. 일정한 수분함량으로 조정된 반죽은 5-6단계의 롤러를 통과시켜 2.5mm두께가 되도록하여 3mm의 폭이 되도록 절단하였다. 제조가 완료된 국수는 소량의 밀가루를 이용하여 서로 결합되지 않도록 한 다음 밀폐용기에 담아 8℃의 냉장고에 보관하며 물성측정 및 관능검사를 실시하였다.

#### 2. 국수의 물성측정

품종별(수입산, 그루, 탑동)로 제조한 국수의 텍스처 측정은 texture analyser(specific volume)를 사용하여 TPA(texture profile analysis) test와 cutting test를 실시하였다. TPA test 측정조건은 probe:φ 35 mm, graph type : force vs time, force threshold: 20.0 g, distance threshold : 0.5 mm, test speed :0.5 mm/s, strain: 50%였고, Cutting test 조건은 test speed: 1.0 mm/s였고, 이외의 조건은 TPA test 측정조건과 동일하였다. 이때 시료의 크기는 두께 3.0 mm, 넓이 3.5 mm의 국수를 TPA test의 경우는 3가닥을 약 5 cm로 잘라 넓이 면을 일렬로 놓아 실시하였고, cutting test는 TPA와 동일하게 국수를 3가닥을 실험대 위에 잘 펴서 위치를 고정한 후 실시하였다. 각 실험



은 조리 전과 조리 후로 나누어 물성을 측정하였고, 15회 이상 반복 측정한 결과를 SAS Package(1988)를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였다. 국수의 조리 방법은 2L의 끓는 물에 국수 50g을 넣고 5분간 조리한 후 철망으로 건져낸 다음 측정용 시료로 사용하였다.

### 3. 관능검사

수입산 밀과 국내산 통밀(그루, 탑동)으로 제조한 생면에 대한 관능검사는 본 실험에 관심을 가지고 있는 연구원중 12명을 선발하여 채점법으로 평가하도록 하였다. 조리방법은 2L의 끓는 물에 500g의 국수를 5분간 삶은 후 흐르는 물로 1분간 냉각시켜 놓고, 검사시 사용할 국물은 멸치다시다(제일제당)를 1%로 만들어 약 60℃로 유지시켰다. 냉각시킨 국수를 온도를 유지할 수 있는 그릇에 약 30g을 넣고, 약 70 ml의 국물을 부어 관능검사를 하도록 하였다. 각 시료의 관능적 특성은 설문지와 같이 외관, 색, 조직감, 맛 및 기호도의 순으로 선상에 평가하도록 하였고, 검사결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정(Larmond, 1970)을 이용하여 분석하였다.



#### 4. 결과 및 고찰

수입밀과 반죽적성이 좋았던 탑동밀, 그리고 점착성이 높았던 그루밀을 이용하여 제조한 국수를 조리 전과 조리 후로 나누어 물성측정을 하였다. Table 5-1는 조리 전 국수의 TPA test 결과로 탄력성(Springiness)은 수입밀로 제조한 대조구와 그루밀은 거의 차이가 없었으나, 탑동밀은 0.33의 측정값으로 탄력성이 높았다. 씹성(Gumminess), 견고성(Hardness), 씹힘성(Chewiness)은 대조구보다 국내산 품종으로 만든 그루 및 탑동구가 높은 측정값을 보였고, 반면에 응집성은 시료간에 큰 차이가 없었다.

Table 5-1. Textural properties of noodle by TPA test

Sample	Textural properties				
	Springiness	Gumminess (g)	Cohesiveness	Hardness (g)	Chewiness (g)
Control	0.27±0.02	685±142	0.34±0.02	2015±355	186.5±50
Kru	0.29±0.03	1180±369	0.35±0.02	3335±1065	348.0±137
Tapdong	0.33±0.04	1571±446	0.34±0.02	4558±1230	532.4±201

절단시험(cutting test)의 경우(Table 5-2) 견고성은 대조구와 그루밀로 제조한 국수의 경우는 큰 차이를 나타내지 않았으나, 탑동밀로 제조한 국수는 343g의 강도를 보였던 대조구에 비하여 약 2배정도인 604g의 강도를 보였으며, 절단시험시의 면적과 gradient도 대조구에 비하여 국내산 밀로 제조한 국수가 더 높은 값을 보였다. 국수가 완전히 절단되기까지 칼날이 진행되는 거리는 대조구가 8.1 mm로 다른 국수보다 잘 늘어남을 시사하였다. 이상과 같이 조리 전 국수시료들에 대한 물성측정 결과 수입밀로 제조한 국수보다 국내산 밀로 제조한 국수가 단단하면서도 탄력성이 있으나, 신장도는 약간 낮은 것을 알 수

있었다.

한편, 조리 후 TPA test결과(Table 5-3) 탄력성은 조리 전 0.27-0.33에서 조리 후에는 0.55-0.58로 약 2배정도 증가하였고, 응집성도 시료에 관계없이 증가하였다. 이는 조리에 의해 국수가 호화되어 늘렀을때 복원되는 탄력성이 조리 전의 시료보다 높게 되고 씹었을때 흠어지지 않고 뭉쳐있으려 하는 응집성도 증가 하였다고 볼 수 있다. 겉성은 대조구는 조리 전에 비하여 약 2배나 높은

Table 5-2. Textural properties of noodle by cutting test

Sample	Textural properties			
	Hardness(g)	Area(gxs)	Gradient(g/s)	Distance(mm)
Control	343±19.7	1051±106	44.1±5.8	8.1±0.9
Kru	379±28.6	1102±78	58.8±7.8	6.7±1.0
Tapdong	604±48.1	1689±210	89.2±13.6	7.0±1.2

값이었으나, 그루와 탐동밀로 제조한 국수시료에서는 큰 차이를 보이지 않았고, 씹힘성은 조리 전보다 전반적으로 높은 값이었다. 견고성은 대조구보다 그루와 탐동구가 높은 값을 보였으나, 조리 전보다는 차이값이 크지는 않아 조리에 의해 상당히 부드러워졌음을 알 수 있었다. 절단시험 결과(Table 5-4) 견고성은 대조구와 그루밀 사이에 큰 차이가 없었고, 탐동밀 국수가 높은 값을 보였고, 면적, gradient의 경우 조리 전과 동일한 결과를 보였다.

이상의 결과에서 국수는 조리에 의하여 탄력성과 응집성을 증가시키고 수 입밀로 제조한 대조구와 국내산 밀인 그루로 제조한 구가 전반적으로 비슷한 특성을 보였고, 탐동밀의 경우는 상당히 견고한 조직을 형성함을 알 수 있었다.

Table 5-3. Textural properties of cooked noodle by TPA test

Sample	Textural properties				
	Springiness	Gumminess (g)	Cohesiveness	Hardness (g)	Chewines (g)
Control	0.55±0.09	1214±121	0.52±0.03	2326±212	675.4±143
Kru	0.58±0.05	1473±170	0.47±0.03	3127±258	857.9±152
Tapdong	0.56±0.08	1432±147	0.49±0.02	2934±296	788.9±153

Table 5-4. Textural properties of cooked noodle by cutting test

Sample	Textural properties			
	Hardness(g)	Area(gxs)	Gradient(g/s)	Distance(mm)
Control	304±23.9	1174±245	39.9±6.4	8.3±0.9
Kru	275±23.9	1028±218	32.4±7.7	9.5±2.2
Tapdong	408±38.4	1497±398	50.9±8.4	8.4±1.4

수입밀과 국내산 밀로 제조한 국수에 대한 관능검사를 실시한 결과(Table 5-5) 외관은 수입밀인 대조구가 가장 높은 6.8의 점수를 얻었는데 이는 대조구는 백색의 밀가루인 반면에 국내산밀은 호분층이 섞여 표면이 거칠게 느껴지기 때문인 것으로 판단된다. 색의 경우도 대조구를 가장 높은 값을 얻었는데 이는 국수는 백색이어야 한다는 고정관념때문이라 사료된다. 견고성은 대조구와 그루밀과 거의 비슷하게 평가하였으나, 탑동밀은 비교적 단단한 것으로 탄력성은 시료간에 유의성이 없는 5.4-5.7로 평가하였다. 맛은 대조구가 가장 높은 점수를 얻었으나 그루밀과는 유의적인 차이가 없었다. 또 기호도의 경우는 국

수의 색을 무시하고 평가한 결과 대조구가 7.1로 가장 높은 점수를 얻었으나, 6.4의 점수를 얻은 그루밀과는 유의적인 차이를 느끼지 못하는 것으로 나타났다.

Table 5-5. Sensory evaluation of noodle made by various wheat

Sample	Appearance	Color	Hardness	Elasticity	Taste	Acceptability
Control	6.8±1.1 <sup>a</sup>	7.0±1.1 <sup>a</sup>	5.1±1.4 <sup>b</sup>	5.4±1.5 <sup>a</sup>	7.0±0.8 <sup>a</sup>	7.1±0.8 <sup>a</sup>
Kru	5.4±0.8 <sup>b</sup>	6.1±1.2 <sup>ab</sup>	5.4±1.3 <sup>b</sup>	5.7±1.0 <sup>a</sup>	6.3±1.0 <sup>a</sup>	6.4±0.3 <sup>a</sup>
Tapdong	4.9±1.2 <sup>b</sup>	5.4±1.8 <sup>b</sup>	7.1±1.1 <sup>a</sup>	5.7±1.8 <sup>a</sup>	4.1±1.0 <sup>b</sup>	4.2±1.4 <sup>b</sup>
F-value	10.81 <sup>**</sup>	4.55 <sup>**</sup>	9.5 <sup>**</sup>	0.13	34.41 <sup>**</sup>	20.68 <sup>**</sup>

\* significance at 5%

Fig. 5-1은 국수의 텍스처 측정값중 절단실험시의 견고성(hardness)과 관능검사결과와의 견고성의 상관관계를 조사한 결과, 기계적 측정값과 관능검사간에 높은 상관계수를 보였다. 또 조리 전과 조리 후의 견고성 측정값과 관능검사 항목중 기호도의 관계를 조사한 결과 상관관계가 0.9이상의 높은 값을 나타내었다(Fig. 5-2). 즉 기계적 측정치인 견고성이 증가하면 기호도는 감소하였고, 관능검사 항목중 견고성과 기호도의 관계를 조사한 결과(Fig. 5-3)도 0.99의 높은 상관관계를 나타내어 국수의 기호도 평가에 있어서 견고성이 중요한 인자가 됨을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 대조구가 전반적으로 그루밀보다는 약간 높은 기호도를 나타내었으나, 국수에 관한 고정관념에 의한 영향을 배제하고 국수의 조직감중 견고성을 적절하게 조절한다면 그루밀로 제조한 국수의 경우 대조구, 즉 수입밀로 만든 국수와 견줄만한 제품이 될 수 있다고 판단된다.

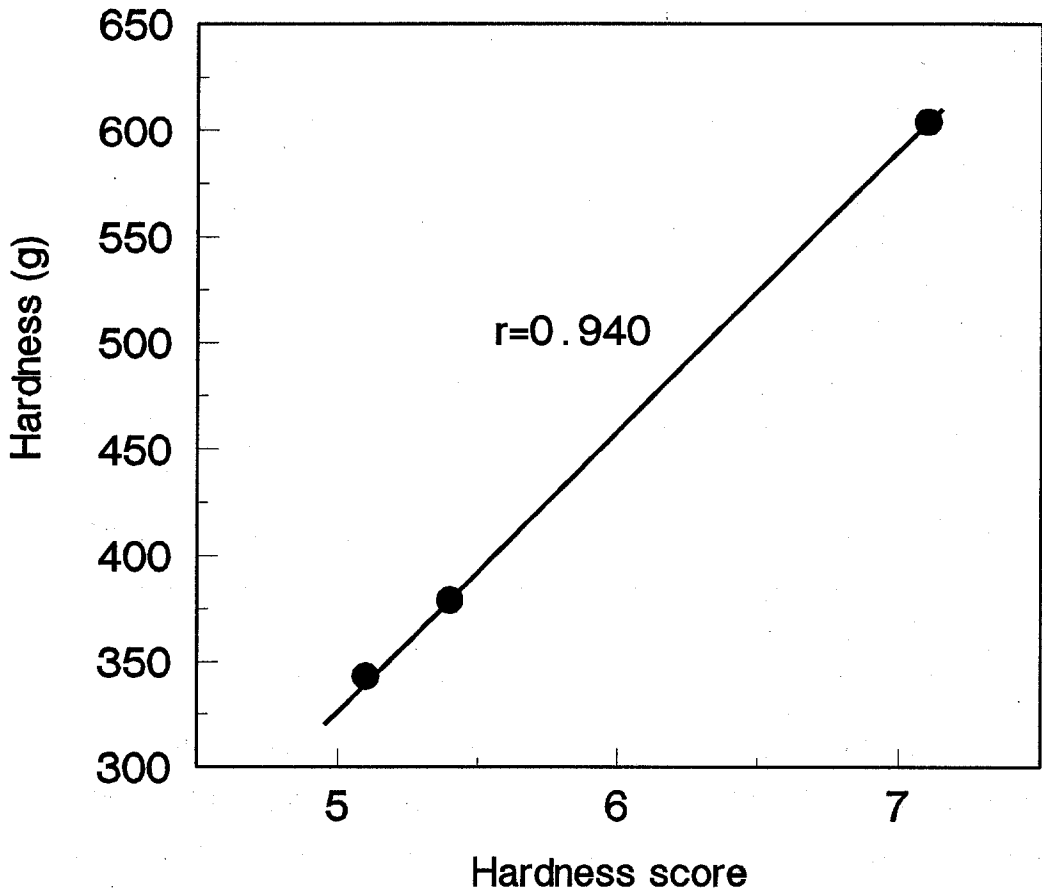


Fig. 5-1. Relationship between hardness score of sensory and hardness by cutting test

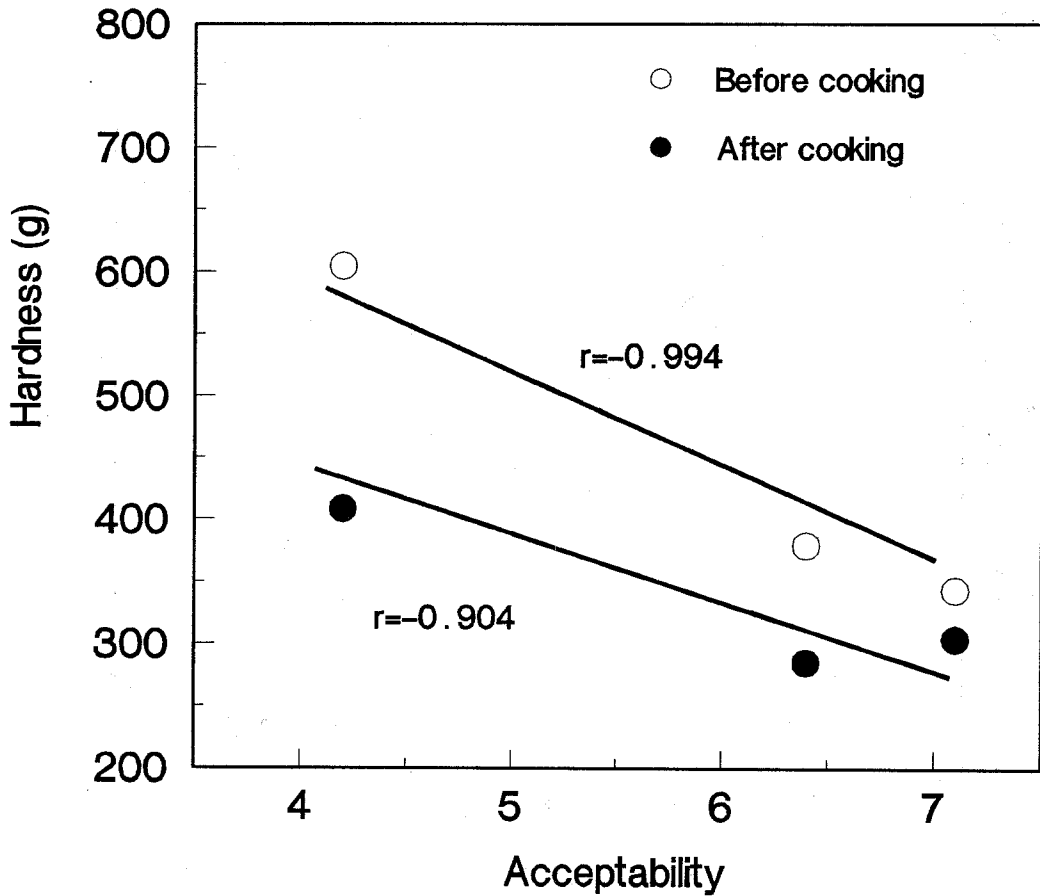


Fig. 5-2. Relationship between sensory score and hardness by cutting test



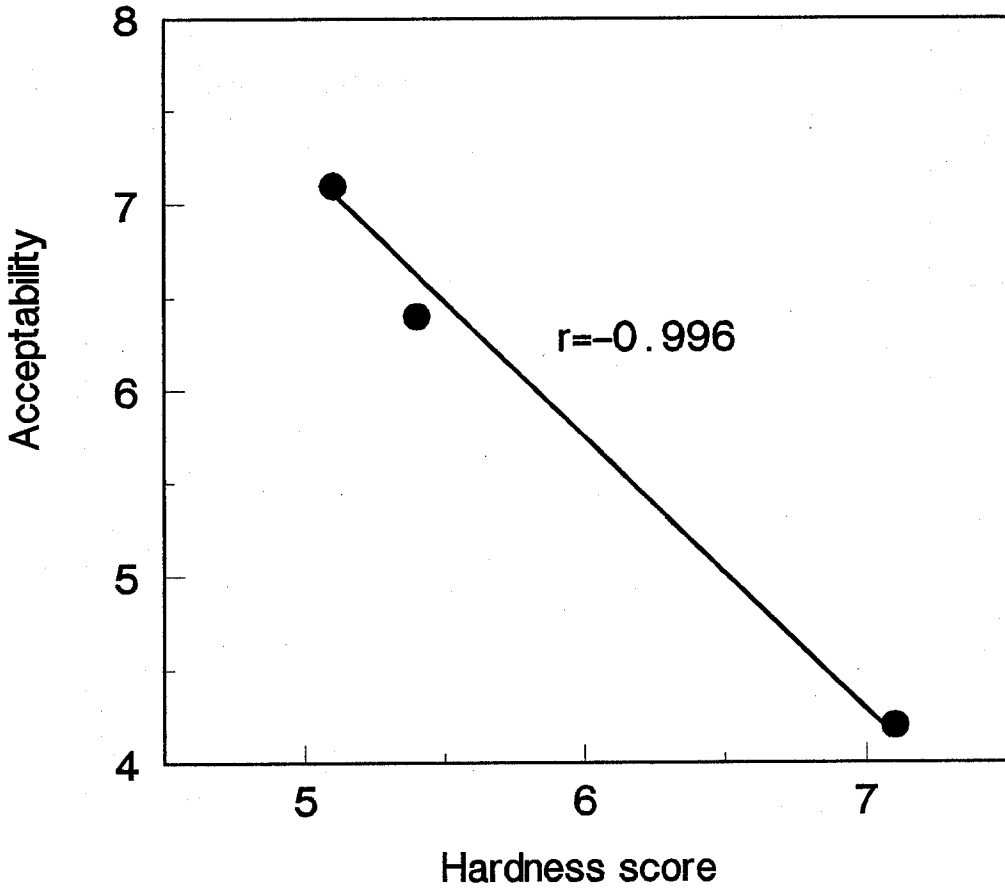


Fig. 5-3. Relationship between acceptability and hardness on the sensory evaluation

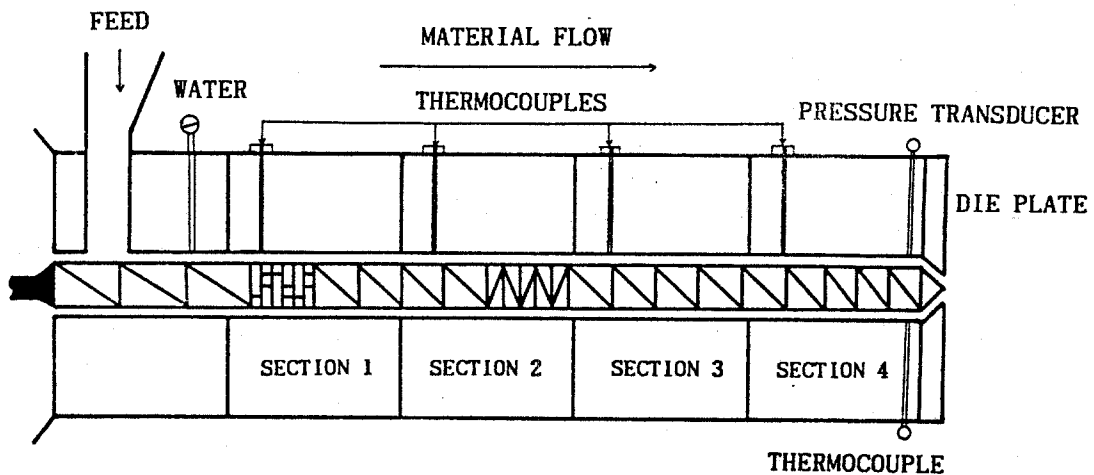


Fig. 5-4. Schematic diagram of twin-screw extruder

## 제 2 절 압출스넥

### 1. 압출스넥의 제조

우리밀 밀가루와 밀기울의 혼합원료를 사용하여 식이섬유가 강화된 압출스넥은 원료의 공급량 40kg/hr, 스크류의 회전속도 350 rpm 및 원료반죽의 수분함량이 17%인 조건으로 Fig. 5-4와 같은 이축압출 성형장치(Buhler brothers co., Biex-DNDL 44, Switzerland)를 이용하여 성형된 제품을 제조하였다.

### 2. 이화학적 성분의 분석

제 4장의 밀기울의 이화학적 성분 분석방법에 따라 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

곡류의 강층(bran)은 섬유질 강화식품 제조시 일정 수준의 양을 첨가하여 고섬유질 제품을 생산하는데 많이 이용되고 있는 식품소재이다. 이들 곡류 강층은 종류에 따라서 구성 성분이 수용성 식이섬유 또는 불용성 식이섬유의 다른 상태로 존재하고 있는데 밀의 제분 부산물인 밀기울의 경우는 불용성 식이섬유가 주성분을 이루고 있어서 용도에 따라 선택적으로 사용할 수 있다.

본 연구에서는 우리밀 밀가루와 밀기울의 배합비를 달리 처리한 원료를 압출성형공정에 의하여 cooking과 팽화를 동시에 이루고, 식이섬유소의 수용화를 촉진시킴으로서 식이섬유소가 강화된 천연 식이섬유 스넥을 개발하고자 하였다.

Table 5-6에 밀가루-밀기울 혼합 압출물의 물리화학적인 특징을 나타내고 있다. 제품의 수분함량은 혼합비에 관계없이 5% 수준을 보였고 색도는 L값(명도)이 밀기울의 양이 증가함에 따라서 감소하고 a값(적색도)이 증가한 결과를 보여 명도가 떨어짐을 알 수 있었다. 그리고 b값(황색도)은 밀기울의 50% 첨가 수준까지 감소하였다가 75% 첨가시는 밀가루와 비슷한 값을 보였다.

압출물 분말의 밀도는 밀가루의 경우 41.6 g/ml을 보였으나 밀기울의 양을 25%

Table 5-6. Physicochemical properties of wheat flour(WF), wheat bran(WB) and mixture of WF and WB extrudates

Sample	Moisture (%)	Color by Hunter			Bulk density (g/ml)	Expansion ratio	Hardness (g)	IDF <sup>1)</sup> (%)	SDF <sup>2)</sup> (%)	TDF <sup>3)</sup> (%)
		L	a	b						
100% WF	5.28	81.52	2.11	18.28	41.6	8.0	59.5	1.79	2.88	4.67
75/25	5.36	76.67	2.77	17.24	37.6	5.5	104.8	10.25	3.50	13.75
50/50	5.47	75.7	2.9	16.92	29.6	4.0	172.3	18.04	4.75	22.79
25/75	5.62	70.35	4.02	18.39	36.3	2.6	288.4	26.04	5.27	31.31
100% WB	5.33	66.0	4.91	19.64	38.3	1.8	466.1	34.71	6.07	40.78

1) IDF : Insoluble dietary fiber

2) SDF : Soluble dietary fiber

3) TDF : Total dietary fiber

**여 백**

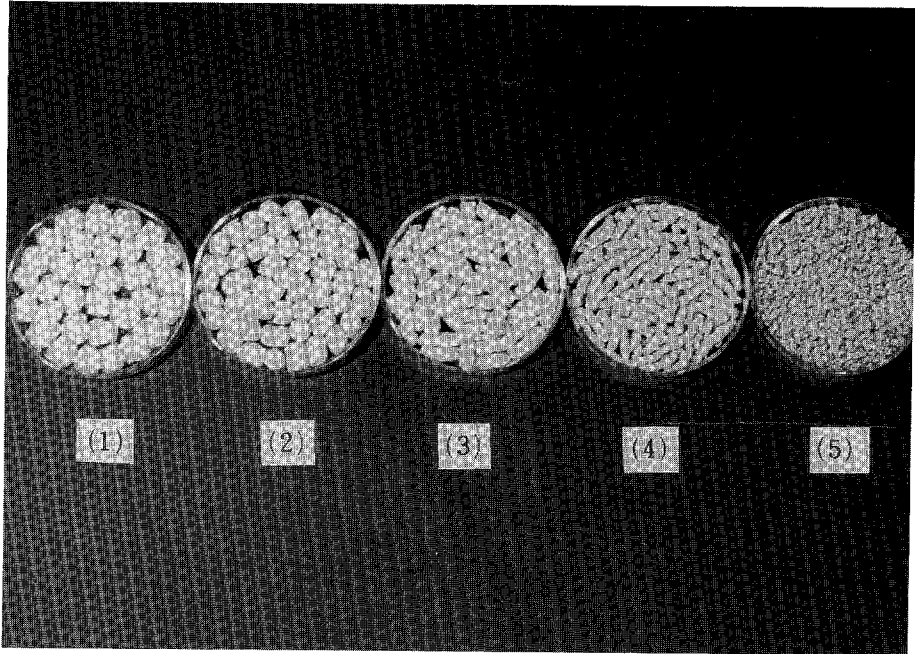


Fig. 5-5. Cereal products extruded from wheat flour(WF), wheat bran(WB) and mixture of WF and WB:(1) 100% WF: (2) 75:25 WF-WB blend: (4) 25:75 WF-WB blend: (5) 100% WB

여 백

및 50% 첨가까지는 감소하였고 75% 첨가와 순수 밀기울만인 경우는 다시 약간씩 증가한 결과를 보였다. 이러한 원인은 50% 수준의 밀기울 첨가시 압출성형 중 밀가루와 밀기울의 완전한 물리적 재결합이 일어나 분쇄중 분쇄특성이 달라진데서 오는 결과라고 생각된다. 그리고 생리적 기능성이 우수한 수용성 식이섬유(SDF)의 함량이 밀기울의 첨가량이 높아짐에 따라서 증가한 결과를 보여 식이섬유의 요구량에 따른 선택적 이용은 물론, 5가지 형태의 모든 제품이 관능적 평가가 양호하였다. 한편 Fig. 5에는 이들 다양한 형태의 제품을 나타내고 있다.

### 제 3 절 우리밀 플레이크

#### 1. 우리밀 플레이크의 제조

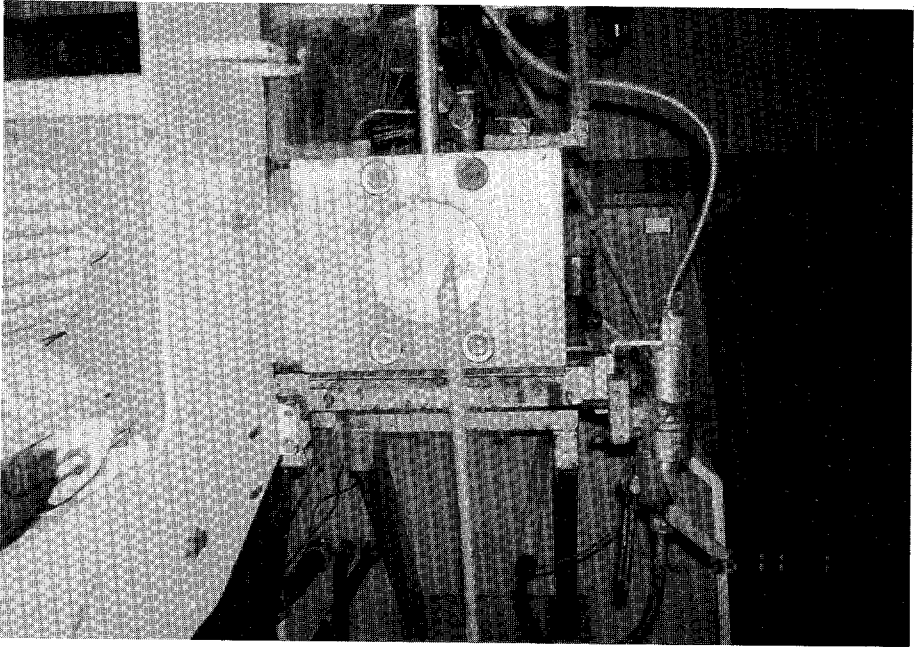
우리밀과 밀기울을 혼합한 플레이크 제품은 이축압출 성형장치와 flake roll을 사용하여 제조하였다. 압출제품의 생산되는 광경을 Fig. 5-6(a)에 나타내었고, Fig. 5-6(b)는 roll flake에서 압출물이 flaking되는 상태를 나타내는 그림이다.

#### 2. 결과 및 고찰

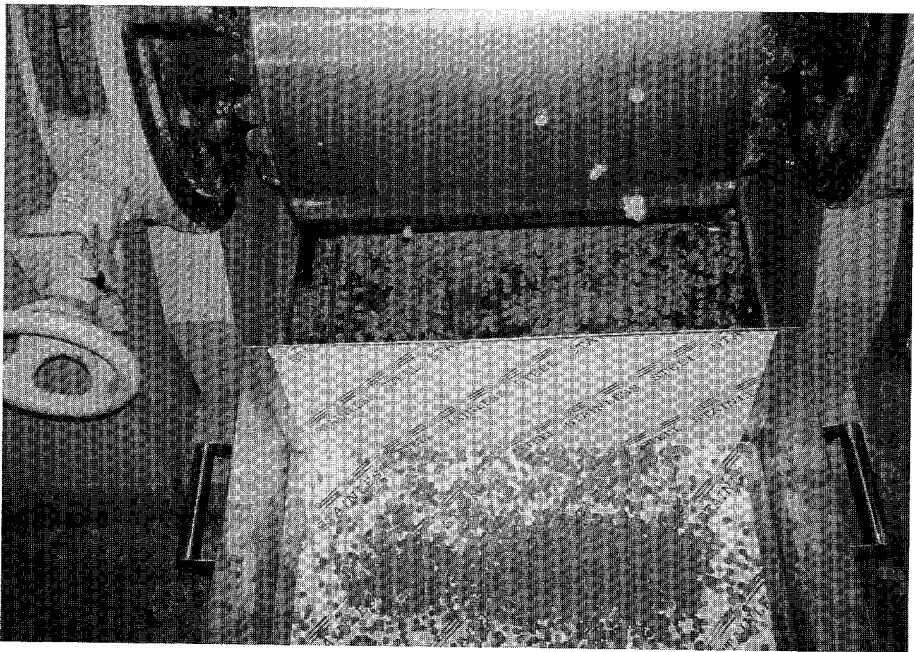
우리밀을 이용한 플레이크 제품은 우리밀과 밀기울을 1:1 혼합하여 제조한 "우리밀 플레이크 제품 W"와 100% 밀기울로만 제조한 "우리밀 플레이크 B"의 2가지 형태의 제품을 제조하였다(Fig. 5-7). 간이 관능검사 결과 2가지 제품 모두 양호한 맛과 품질을 갖는 것으로 나타나 우리밀 재료를 이용한 식이섬유 강화 플레이크 제품의 개발이 가능한 것으로 판단된다.



**여 백**



(a)



(b)

Fig. 5-6. View of wheat flour extruding (a) and flaking (b)

**여 백**

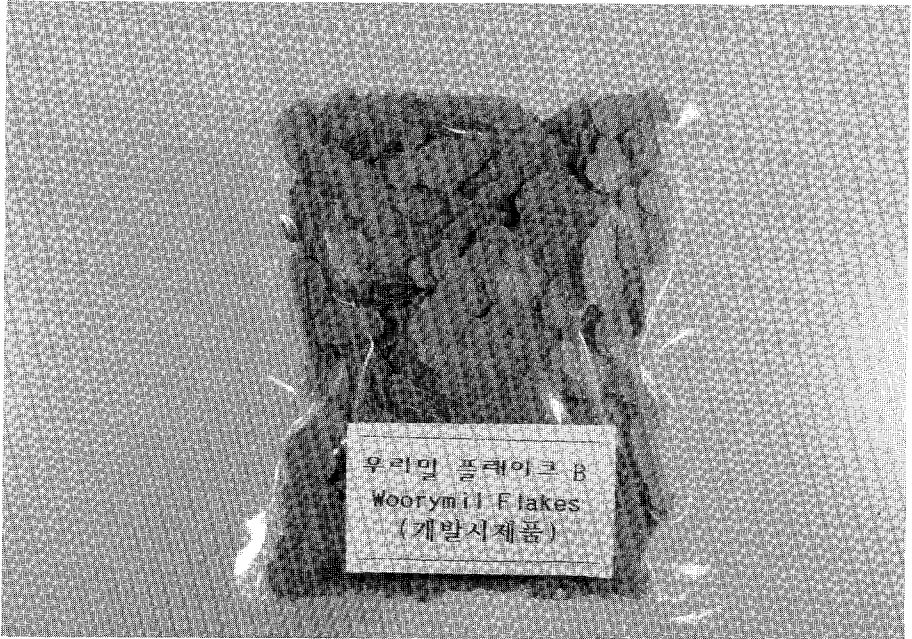


Fig. 5-7. Products of Woorymil flakes

여 백

## 제 6 장 결 론

국내산 밀의 이화학적 특성과 가공적성을 구명하고 가공제품 및 생산공정의 개발을 위한 1차 연구의 결과를 통하여 얻은 결론을 살펴보면 다음과 같다.

1. 우리밀 가공에 적합한 소형 제분공정과 밀 관련 가공제품 생산공정 기술의 축적하였으며, 우리밀을 이용한 가공식품 개발로 국내산 밀의 이용도와 수요량이 증가할 것으로 전망된다.
2. “우리밀 살리기운동” 단체에서 추진하고 있는 밀 제품 생산기술에 대한 문제점 해결과 우리밀을 이용한 제품생산으로 국민건강을 보호할 수 있다.
3. 1차 년도에서 개발한 기술을 통하여 우리밀을 이용한 가공식품 개발과 다양화 및 제품에 맞는 품종의 개발 및 보급에 활용한다.
4. 우리밀(통밀, 밀가루 및 밀기울)을 이용한 제품의 개발공정은 식품시장에서 경쟁력 있는 제품의 생산이 될 수 있으므로 제품 및 공정특허의 획득과 관련있는 영농업체로의 기술이전이 가능하다.
5. 우리밀의 가공 특성상 통밀 또는 통밀가루를 이용한 다양한 제품의 개발이 효율적인 우리밀의 소비를 촉진시킬 수 있다고 판단된다.
6. 1차 년도의 연구를 통하여 구명된 밀가루의 이화학적 특성에 관한 결과는 국산밀의 제빵 및 제면적성의 향상을 위하여 가공적성에 맞는 구성성분의 첨가 또는 상호보완 가능한 성질을 갖는 품종과의 혼합을 통한 제품개발의 연구(2차년도)에 활용할 수 있다.
7. 우리밀 제분공정의 개선안은 향후 우리밀 밀가루 제품의 품질향상을 위한 공정개선 측면과 추가로 설립될 우리밀 제분공장 건립시 유용한 자료로 활용될 수 있다.
8. 본 연구의 결과로 부터 얻어진 우리밀과 부산물을 이용한 제품의 생산공정 개발은 우리밀을 종합적으로 활용하여 국내 식품업계에서 개발을 시도하고 있는 곡류로부터의 식품 및 천연 식품소재를 생산할 수 있는 기술로서 향후 확장될 식품시장의 규모에 비추어 볼때 개발의 가치가 있다고 할 수 있다.

## 제 7 장 건의사항

향후 국내산 밀의 지속적인 생산과 소비 및 제품의 개발이 이루어 지도록 하기 위하여는 다음과 같은 사항들이 검토되어 정책에 반영되도록 요망되며, 이에 따른 밀의 자급율을 크게 증진할 것으로 기대된다.

1. 국내산 밀 가공제품의 용도 및 품목에 적합한 육종의 개발연구를 통하여 보급확대가 가능하도록 지속적인 연구지원이 요구된다.
2. 밀 제분공장의 운영에 필요한 정부의 보조 지원이 요구된다.
3. 국내산 밀의 보급을 위한 물류센터의 건립 보조 지원이 요구된다.
4. 국내산 밀은 수입밀에 비하여 원가가 5배 정도 높아 생산성 향상과 생산비 절감을 위한 집단 재배 단지화와 농기계의 지원이 요구된다.
5. 국내산 밀의 생산과 소비 및 가공제품의 개발을 위한 전체적인 사업은 “우리밀살리기운동본부”에서 추진하고 있으나, 일반 사기업에 비하여 시설 및 전문인력의 부족으로 제품별 경쟁력이 약하며 특히, 품질개선과 관리에 대한 연구시설은 거의 갖추고 있지 못한 실정이다. 따라서 이에 대한 지원과 신제품 개발을 위한 다각적인 방법이 모색되어야 할 것으로 판단된다.