G 1146-0748

최종보고서

우리밀의 종합적 활용을 위한 가공공정 기술의 개발

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

연구기관

한국식품개발연구원

1996-30
농림부 자료실
등록번호: 5851
등록일: 2001 년 5 월 20 일
기증:

농 림 부

제 출 문

농림수산부 장관 귀하

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

1996년 11월 30일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원
총괄연구책임자 : 김 종 태
연 구 원 : 김 철 진
박 동 준
황 재 관
구 경 형
이 수 정
조 성 자
남 수 진

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
   - 단백질의 분리 및 특성
   - 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
   - 밀기울의 열처리 가공에 의한 식이섬유 소재화
   - 밀가루와 밀기울을 이용한 식이섬유 제품의 개발
   - 압출스넥 및 플레이크 제품 제조공정 기술의 확립
   - 알곡식 제품의 개발
   - 즉석 생면 제조공정 기술의 확립
5. 우리밀 제분공장의 공정 분석
   - 우리밀 제분공장(전남 구례와 무안, 충남 아산)의 문제점
   - 우리밀 제분공장의 공정개선 방안 확립

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

국내산 밀(그루, 수원257, 은파, 조광, 탑동)의 단백질 함량은 수입밀인 ASW와 DNS와 비슷한 12~14%을 보였고, 회분함량은 약간 높았으며 사분함량과 피틴산은 ASW와 DNS보다 낮아 품질의 우수성을 보였다. 국내산 밀의 식이섬유 함량은 수입밀과 비교할때 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 결합지질의 함량이 낮았으며, 특히 인지질의 함량이 낮았으며 주성분은 lisophosphatidylcholin인 것으로 확인되었다. 밀 단백질의 전기영동 분석(SDS-PAGE)에 있어서 albumin의 band는 각 품종마다 상이한 분자량을 보였으며, 그루, 조광, 탑동, 은파밀이 비슷한 형태를 보였다. Globulin의 band는 전체 품종이 비슷하였고, Gliadin의 주 band는 그루와 DNS가, glutenin의 band는 탑동과 DNS가 분자량 29,000을 보이며 비슷한 결과를 보였다.

국내산 밀의 Alveogram 특성에 있어서 L값은 수원 257이 월등하게 높았고, W와 Ie값은 수원 257과 탑동이 높아 제빵적성에 좋은 품질을 갖음을 알 수 있었다. 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. 사용한 열처리의 종류는 toasting, roasting, drum drying, autoclaving + drum drying, microwaving + drum drying, extrusion이였다. 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 수용화시켰다. 수용성 비전분계 다당류의 GC 분석에 의하면 세포벽의 arabinoxylan 부분이 열처리 과정에서 가장 많이 수용화되는 것으로 나타났다.

국내산 밀의 호화온도는 ASW와 DNS에 비하여 낮았고 패리노그래프에 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 밀로 제조한 생라면은 대조구에 비하여 탄력성과 경도가 상당히 저하되었으나, 기호도 검사결과는 색, 냄새, 맛, 등의 항목에 있어서 대조구와 비교할 때 손색이 없었으며 전체적인 기호도도 유의적인 차이가 없었다.

국내산 밀과 밀기울을 이용한 압출스넥과 플레이크 제품은 식이섬유 강화제품으로서의 특징을 보였고, 압맥제품은 도정율의 조절에 따라 다양한 기호에 부합할 수 있는 제품으로의 개발이 가능하였다. 또한 밀을 발아시킴으로서 전분과 단백질의 분해에 따른 가용성 성분의 양을 증가시켜 Mailard 반응성이 풍부한 상태하에서 가열처리하여 제조할 수 있는 통밀차의 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 varities
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
   - Fractionation of wheat protein and its characteristics
   - 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
   - Production of soluble dietary fiber source from wheat bran by thermal treatment
   - Dietary fiber products using wheat wheat and wheat bran
   - Establishment of processing technology for snack and flake products
   - Development of whole wheat products
   - Establishment of processing technology for non-fried wet-noddle

5. Process analysis of Woorymil milling factory
   - Process comparison of milling factory
     (Chunnam Mooan and Kure, Chungnam Asan)
   - Establishment of processing technology method of wheat milling

IV. Results and Suggestions

The protein content of domestic wheats (Glu, Suwon 257, Eunpa, Chokwang, Tapdong) was 12-14%, similar to that of 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.

When compared to ASW and DNS, domestic wheat showed the lower content of bound lipids, in which the phospholipid was particularly low and the major component was lisophosphatidylcholine. According to SDS-PAGE of wheat proteins, the albumin bands varied depending on wheat varieties, and Kru, Chokwang, Tapdong and Eunpa exhibited the similar patterns. No significant difference in the globulin bands was observed among the wheat varieties. The major gliadin bands of Kru and DNS exhibited the molecular weight of 29,000 and the similar MW was also observed for the glutenin bands for Tapdong and DNS. Alveogran of Suwon 257 showed the very high L values, whereas the W and Le values were high for Suwon 257 and Tapdong indicating desirable baking properties. 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 varities.

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 elctron 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 confered 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 ····· 15

Section 1 Title of Research ····· 16
Section 2 Needs of Research ····· 16
Section 3 Content and Scope of Research ····· 18

CHAPTER 2 PRODUCTION, PROCESSING AND CONSUMPTION OF WHEATS ····· 19

Section 1 Production of Wheats ····· 19
Section 2 Processing and Consumption of Wheats ····· 20
Section 3 Domestic Milling Industry ····· 23

CHAPTER 3 QUALITY PROPERTIES OF DOMESTIC WHEATS ····· 31

Section 1 Introduction ····· 31
Section 2 Materials and Methods ····· 32
Section 3 Results and Discussion ····· 45
Section 4 References ····· 84

CHAPTER 4 PROCESSING OF WHEAT BRAN BY THERMAL TREATMENT ····· 89

Section 1 Introduction ····· 89
Section 2 Materials and Methods ····· 90
Section 3 Results and Discussion ····· 97

Section 4 References ····· 115

CHAPTER 5 PRODUTION OF TEST FOOD PRODUCTS ····· 121

Section 1 Noodles ····· 121
Section 2 Non-Fried Wet-Noodle ····· 131
Section 3 Extruded Snacks ····· 181
Section 4 Wheat Flakes ····· 184
Section 5 Whole Wheat Products ····· 191
Section 6 References ····· 203

CHAPTER 6 PROCESS DEVELOPMENT OF WHEAY MILLING ····· 207

CHAPTER 7 CONCLUSIONS ····· 235

CHAPTER 8 SUGGESTIONS ····· 236

목 차

제 1 장 서 론 ····· 15
제 1 절 연구의 제목 ····· 16
제 2 절 연구의 필요성 ····· 16
제 3 절 연구내용 및 범위 ····· 18

제 2 장 국내의 밀 생산과 가공, 소비현황 ····· 19
제 1 절 우리밀의 생산 ····· 19
제 2 절 우리밀의 가공과 소비 ····· 20
제 3 절 국내의 제분공업 현황 ····· 23

제 3 장 국내산 밀의 품질특성 ····· 31
제 1 절 서설 ····· 31
제 2 절 실험재료 및 방법 ····· 32
제 3 절 결과 및 고찰 ····· 45
제 4 절 참고문헌 ····· 84

제 4 장 열처리에 의한 밀기울의 가공공정 ····· 89
제 1 절 서설 ····· 89
제 2 절 실험재료 및 방법 ····· 90
제 3 절 결과 및 고찰 ····· 97
제 4 절 참고문헌 ····· 115

제 5 장 우리밀 시제품의 개발 ····· 121
제 1 절 국수 ····· 121
제 2 절 즉석냉면 ····· 131

제 3 절 압출스낵 ····· 181
제 4 절 우리밀 플래이크 ····· 184
제 5 절 우리밀 알곡식 제품의 개발 ····· 191
제 6 절 참고문헌 ····· 203

제 6 장 우리밀 제분공장의 공정개선안 ····· 207
제 1 절 현행 우리밀 제분공장의 문제점 ····· 207
제 2 절 우리밀 제분공장 개선공정의 확립 ····· 208
제 3 절 우리밀 제분공장의 제분설비 ····· 210
제 4 절 우리밀 제분공장의 제분특성 ····· 226

제 7 장 결 론 ····· 235

제 8 장 건의사항 ····· 236

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 비타민 중 치아민, 리보플라빈 및 나이아신이 풍부하고 열량이 350 cal로 높다.

그러나 1984년 정부는 밀의 수매정책을 중단하여 농민들은 밀 재배를 기피하게 되어 1991년도에는 생산량이 600톤에 불과하여 밀의 소비량을 충족시킬 수 없는 단계에 이르렀었으며, 이로 인하여 1994년에는 612만 톤의 외국산 밀을 수입하여 7억 9,500만 달러의 외화를 지출하였다. 한편, 국내 식품제조업체에서 소비하고 있는 밀은 전량 수입에 의존하고 있는데 이중 약 70%가 미국에서 수입되며 그외 호주와 카나다등지에서 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 우리밀에 대한 인식이 높아지고 있다.

이러한 상황아래 지난 1989년 사단법인 "우리밀살리기운동본부"가 우리밀을 시발로 우리농산물을 살리자는 취지 아래 결성되어 1994년 11월 현재 12만 8,600여명의 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 530 ha에서 19,083천 M/T을 수확하였고, 1994년에는 1,364 ha에서 4,904톤, 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 목표

로 계속적인 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 사용함으로서 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 생산공정 기술을 개발하며, 현행 우리밀 제분공장의 제분공정의 특성과 공정 개선방안을 연구한다.

제 2 절 연구의 필요성

국내의 중소규모 개인업체나 농민단체에 있어서 제분기술은 과학적인 분체가공기술이 뒷받침 되지 못한 상태에서 재래적인 제분기계에 의한 경험적인 생산의 한계를 벗어나지 못하는 낙후된 수준의 식품가공 기술에 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 수입밀 대체 및 이용이 어려우므로 이에 대한 연구가 필요하다. 특히 우리밀은 가공적성이 높고 고유의 향과 맛이 있을뿐 만 아니라 이용가치가 높은 성분이 함유되어 있

으나 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 적정 수준의 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.

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.

따라서 본 연구에서는 2년에 걸쳐 재배량이 많고 품질 특성이 좋은 5가지 품종의 우리밀을 원료로 하여 이화학적 및 가공특성 연구를 실시하였고, 이들 결과를 현재 가동중인 우리밀 가공공장의 생산공정에 적용하여 제품을 생산하는데 있어서 가공적성을 구명할 수 있는 품질관리지표를 확립하였다. 그리고 우리밀 생산지 규모에 맞는 우리밀 제품의 생산공정 기술을 개발함으로서 우리밀 제품의 생산공장 설립시 공학적 기초자료로 활용할 수 있게 하였다.

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 생산실험과 우리밀 제분공장의 제분특성과 개선방안 연구를 실시하였다.

1. 밀의 제분, 이화학적 특성 및 가공기술에 대한 자료조사
2. 국내산 우리밀의 품종별 이화학적 특성
   - 화학적 영양성분의 분석
   - 단백질의 분리 및 특성
   - 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
   - 밀기울의 열처리 가공에 의한 식이섬유 소재화
   - 밀가루와 밀기울을 이용한 식이섬유 제품의 개발
   - 압출스넥 및 플래이크 제품 제조공정 기술의 확립
   - 압맥제조 공정기술의 확립
   - 통밀차 제조공정 기술의 확립
   - 즉석 생면 제조공정 기술의 확립
5. 우리밀 제분공장의 공정 분석
   - 우리밀 제분공장(전남 구례와 무안, 충남 아산)의 문제점
   - 우리밀 제분공장의 공정개선 방안 확립

제 2 장 우리밀의 생산, 가공 및 소비현황

제 1 절 우리밀의 생산

우리밀이란 우리 땅에서 재배되어 생산되는 밀로서, 잘 자라고 우리 나라에서 육성된 품종의 밀을 총칭한다. 이런 우리밀은 겨울철 추위에 강하고 겨울을 지낸 후 출수, 성숙까지 매우 짧은 기간에 자랄 수 있는 세계적으로 가장 빠른 품종인 것으로 알려져 있다.

그런데 우리밀이 오늘과 같이 생산량이 감소하고 멸종직전에 이르게 된 원인을 살펴보면, 첫째 우리나라가 1940년대 빈곤시대를 거치면서 미국의 식량원조 정책의 일환에 의한 밀가루 원조를 받음으로서, 주식인 쌀을 대신하여 분식으로 바꾸도록 유도한 대외적인 요인을 지적할 수 있다. 그리고 직접적인 원인으로 볼 수 있는 역대 정부의 농업정책으로서, 1950년대 미국에 대한 식량원조의 의존, 1960년대의 분식장려운동과 함께 기업들의 밀가루 수입에 특혜가 주어졌고, 1980년대부터는 개방농정에 의한 밀 생산량의 급격한 감소에 이어 1984년에는 정부의 밀 수매정책 중단에 의하여 이땅에서 우리밀이 사라지게 되었다.

이와 같이 국산 우리밀이 자취를 감추게 됨에 따라서 외국산 밀의 수입량은 매년 증가되어 1994년에는 612만 톤으로 7억 9,500만 달러에 달하는 외화를 지출하였다.

한편, 우리밀의 생산과 보급을 촉진하기 위한 "우리밀 살리기운동"은 1991년 11월 28일 출범하여 끊임없는 운동과 각계각층의 동참에 힘입어 1994년 11월을 기준으로 우리밀 회원수는 12만 8,600명에 달하고 있다. 우리밀의 재배면적은 1992년 83ha이고 1995년에는 2,760ha에 재배하여 35배의 증가를 보였으며, 이에 따른 생산량은 275톤에서 1995년에 1만 1,215톤으로 40배가 늘어 났으며, 수매량은 6,100가마에서 28만 가마로 46배 증가한 결과를 보였다(표 2-1 참조).

그리고 밀의 육성품종별 수량성을 비교한 자료를 표 2-2에 나타내었는데 1976년까지 육성된 장광, 올밀등 6품종(기존품종)의 10a당 평균수량이 395kg인데 비하여 1978년에 육성된 그루밀 이후 올그루밀까지 6품종의 평균수량이 539kg으로 기존품종에 비하여 36% 증수한 것을 알 수 있다.

표 2-1. 우리밀 살리기 운동본부에서 계약재배한 연도별 재배면적, 생산량 및 수매량

생산연도	재배면적(ha)	생산량(kg)	수매량(가마)	생산농가(호)
1992	83	275,500	6,100	350
1993	530	1,908,600	33,418	2,500
1994	1,364	4,904,231	98,289	4,500
1995	2,760	11,214,880	280,372	6,000

* 가마당 : 40kg

표 2-2. 밀 최근 육성품종의 수량성 비교

(단위 : kg/10a)

기존품종	육성년도	수량성	신품종	육성년도	수량성
장광	1959	350	그루밀	1978	536
진광	1959	337	청계밀	1979	525
남광	1969	389	은파밀	1982	521
원광	1969	396	탑동밀	1986	545
조광	1976	459	우리밀	1991	518
올밀	1976	438	올그루밀	1992	590

(자료 : 우리밀살리기운동본부)

제 2 절 우리밀의 가공과 소비

우리밀 제분공장은 표 2-3에서 보는 바와 같이 구례 1공장, 무안 2공장, 아산 3공장, 합천 4공장 및 정읍 5공장이 1일 5~7톤 규모로 가동중에 있다.

우리밀 밀가루는 현재 회원농가로부터 수매후 우리밀 제분공장에서 백밀가루(제분율 71~75%)와 통밀가루의 두가지 종류로 생산되고 있으며, 이들 밀가루를 원료로한 제품은 국수, 유탕면, 건라면, 용기면, 과자, 비스켓, 쿠키, 고추장 등과 통밀 및 통밀차 등의 다양한 형태의 제품으로 가공되어 전국에 11개의 지역본부와 1,000여개의 우리밀 공급장과 농협 등의 판매장을 통하여 회원과 일반

시민에게 공급하고 있다. 그리고 우리밀 빵은 고려당과 크라운베이커리 등에, 우리밀 생면은 보리식품에, 우리밀 라면은 삼양식품에 위탁 가공하여 판매하고 있으며, 1995년 5월에는 일본 동경의 신주쿠에 우리밀 칼국수 전문점을 개점하여 우리밀 식품의 해외진출을 시작하였다. 또한 우리밀 식당 연쇄점인 밀수레를 대구, 영동, 춘천, 의정부, 대전 등지에 개점하여 우리밀 제품의 소비 촉진에 힘을 기울이고 있다.

우리밀과 수입밀의 가격을 비교해 보면 1 kg당 수입밀은 212원이고, 우리밀은 755원으로 약 3.6배 가량 비싸며, 우리밀 제품의 경우도 약 4배 정도 비싼 것을 알 수 있다(표 2-4 참조). 그러나 수입밀의 경우 농약을 사용한다는 사실을 감안하여 볼 때 제품의 안정성이 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다.

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

표 2-3. 우리밀 제분공장 현황

공 장 명	소 재 지	면 적	일일생산량	제 분 방 식
구례1공장	전남 구례군 광의면	약 1,000평	5톤	roller-mill(독일제) 2대×2조×1열 110 mesh 선별체
무안2공장	전남 무안군 청계면	약 1,000평	7톤	roller-mill(독일제) 2대×1조×1열 110 mesh 선별체
아산3공장	충남 아산시 인주면	약 950평	5톤	roller-mill(일제) 4대×2조×1열 200 mesh 선별체
합천4공장	경남 합천군 적중면	약 2,600평	5톤	roller-mill(국산) 4대×2조×1열 110 mesh 선별체
정읍5공장	전북 정읍시 덕천면	약 1,000평	5톤	roller-mill

표 2-4. 우리밀과 수입밀 제품의 비교

품 목	제 품 명	가격(원)	중 량	성분 및 특징
밀가루	우리밀백밀가루	2,400	1kg	밀(국산), 무농약, 무표백, 무방부제,
	곰중력 밀가루	600	1kg	밀(수입산), 무표백
	백설밀가루	600	1kg	밀(수입산), 무표백
	찰밀가루	650	1kg	밀(수입산), 무표백, 고순도
라 면	우리밀(건)라면	750	110g	밀가루(국산), 팜유, 채종유, 감자전분, 순수 우리밀, MSG제거
	신라면	330	120g	밀가루(수입산), 팜유, 전분, 초산전분, 정제염
	삼양라면	330	120g	밀가루(수입산), 팜유, 초산 전분, 정제염
	뉴면	500	120g	밀가루(수입산), 팜유, 감자 전분, 정제염, SOD와 칼슘첨가
용기면	밀큐	1,200	100g	밀가루(국산), 팜유, 감자전분, 정제면, 순수우리밀, MSG 제거
	캡틴 프리미엄	1,000	120g	밀가루(수입산), 팜유, 감자전분, 초산전분, 정제염, 천연칼슘첨가
	투나잇	1,000	118g	밀가루(수입산), 팜유, 전분, 초산전분, 유화제, 쇠고기(스프)
건 면	우리밀국수	1,900	500g	밀가루(국산), 감자전분(국산), 식염, 순수우리밀
	청수소면	630	500g	밀가루(수입산), 식염, 개별 소포장(5개)
	옛날수연소금	1,360	300g	밀가루(수입산), 정제염, 식용유 개별소포장(6개)
생 면	우리밀생칼국수	2,500	600g	밀가루(국산), 감자전분, 글루텐, 식염, 수정, 순수우리밀, 무색소, 무방부제
	우리밀칼국수	2,500	350g	밀가루(국산), 감자전분, 글루텐, 순수우리밀, 무방부제, 무색소, 스프첨가
	풀무원생칼국수	1,100	350g	밀가루(호주산), 식염, 주정, 무방부제
	칼국수	1,800	600g	밀가루(수입산), 식염, 식용유, 무방부제
	콩맛칼국수	2,000	600g	밀가루(수입산), 콩가루, 식염, 기타 무방부제, 콩가루 5%

제 3 절 국내의 제분공업 현황

1. 국내의 제분공업

국내의 밀 제분업체의 수는 한국제분공업협회에 등록된 자료에 의하면 11개 업체의 13개 공장으로 표 2-5에 나타난 바와 같이 경인과 부산지역에 집중되어 있으며 호남지역에는 1개 공장만이 존재한다.

표 2-5. 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 2-6에는 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 장치산업에 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 2-6. 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 극 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 장치산업에 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. 제품생산기술을 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 플래이크, 전밀 플래이크, 인스탄트 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 2-7과 같다. 국내의 제분업계에서 주로 사용하는 원맥은 제빵용으로는 DNS와 제면용으로는 ASW가 대표적인 것으로 알려져 있다.

Fig. 2-1. Wheat-based cereal products

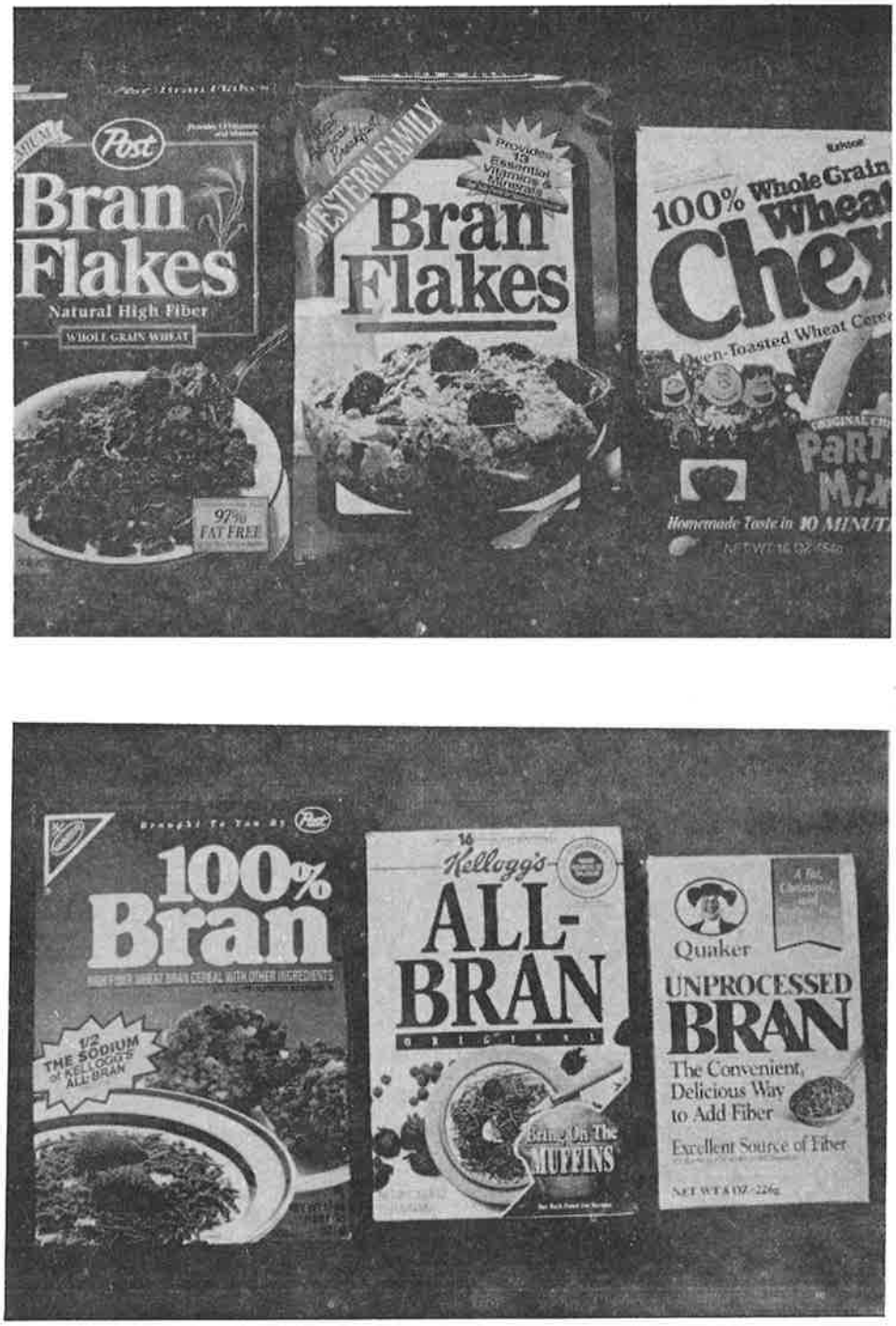


Fig. 2-2. Wheat bran-based products

표 2-7. 국내 제분업계의 사용원맥과 품질특성

산지	맥종		품질		맥의 특성	비고
	원맥	약어	회분	단백질		
미국	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 적당함	미국산 백맥
	Hard Red Winter	HRW	1.50~1.65 (1.55)	11.0~12.5 (11.5)	단백질양과 질은 백맥과 DNS의 중간정도이고, 낱알이 작고 DNS와 섞여 있을 때는 외관상 구별이 곤란하며, DNS보다 초자질이 적고 주로 면류계통에 혼합가공	미국산 적맥
	Dark Northern Spring	DNS	1.55~1.70	13.5~14.5	낱알이 길죽하고 투명한 초자질이 상당히 발달(통상 85% 이상) 글루텐의 점탄성이 강하고 흡수율과 반죽의 혼합용적이 좋으며 식빵용으로 사용	미국산 강적맥
호주	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 백맥
	Australian Soft Variety	ASV	1.35~1.45 (1.40)	8.5~9.5 (9.0)	단백질 함량이 AS와 미국산 WW의 중간정도로 AS 대용으로 많이 사용. 저단백 특수 박력계로 가공시 100% 백맥 가공분비 흡수율은 높지만 반죽이 질겨 cake용으로는 특성치가 떨어지기 때문에 일본에서는 AS와 더불어 잘 사용치 않음.	호주산 백맥 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 표준소맥
	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 적맥

산 지	맥 종		품 질		맥 의 특 성	비 고
	원 맥	약 어	회 분	단백질		
호 주	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
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 가공적성은 DNS에 비하여 저조하나, 밀 고유의 맛과 향이 좋아 고품질의 빵에 소량씩 혼합 사용.	카나다산 강 적 맥
알젠틴	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	알젠틴맥
사우디 아라비아	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

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 않은 것으로 알려져 있다. 그리하여 1970년대말 부터 밀의 품종별 재배조건 및 지역에 따른 단백질 함량[1]과 국내산 밀 및 triticale의 일반성분에 대한 보고[2]를 시작으로 국내산 밀에 대한 연구가 조금씩 진행되었으며, 밀 단백질인 gluten을 이루는 gliadin과 glutenin의 아미노산 조성과 정제 및 분자량 측정에 관한 연구 보고[3, 4]가 뒤를 잇고 있다.

1980년초에는 국내산 우량계통에 대한 제분특성 및 이화학적 특성[5]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[6]. 그리고 국내산 밀의 제빵 특성에 관한 연구[7]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[8]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 정부로 부터의 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 세부 구성성분의 이화학적 특성구명를 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[9]에 따라 분석하였다.

3. 사분측정

통밀 및 전밀의 사분측정은 식품공전의 방법[10]에 의거하여 다음과 같이 측정하였다. 사염화탄소(CCl_4) 비중 선별법에 따라서 시료 25g을 채취하여 그것에 대한 무게 퍼센트로 표시하고 사분 측정병에 사염화탄소를 넣은 다음 시료

를 넣고 다시 30ml의 사염화탄소를 넣어 준 후, 2분간 유리봉으로 잘 저어주고 30분간 방치한다. 이를 다시 1분간 저어주고 30분간 놓아 두었닥 가라앉은 사분의 ml를 읽어 아래 식에 따라 산출하였다.

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

4. Phytic acid 분석

통밀 및 전밀에 존재하는 phytate 분석은 Wheeler et al[11]의 방법에 의하였고, 표준물질로 사용한 phytate(P-5756)는 Sigma Co.(St. Louis, MO, U.S.A.)에서 구입하였다. 시료 1g(phytate태 phosporous 5-30 mg에 해당)을 삼각 플라스크에 넣고 3% trichloroacetic acid 50 ml를 첨가하여 45분간 진탕한 후 원심분리기(Sorvall RC-5B, Dupont Insturment, SS-34 rotor)로 7,000 rpm(4,482 x g)에서 10분간 원심분리하여 상등액을 회수하였다. 상등액중 10 ml를 취해 원심분리 tube에 넣고 $FeCl_3$ 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℃로 가열한 증류수 30ml를 넣어 잘 혼합한 용액을 Whatman No. 2 여과지를 사용하여 여과하고 80℃ 증류수 50-70 ml로 재차 세척하였다. 이때 여액은 버리고 여과지에 거러진 침전물은 뜨거운 3.2 N-HNO_3 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[12]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 흔들어 주면서 내부의 온도가 95℃가 될 때부터 30분간 끓인 후 상온으로 냉각하였다. 이 용액에 10 ml의 0.275-N NaOH를 첨가하여 pH를 7.5로 조정하고 protease 용액(protease 50 mg/1 ml of phosphate buffer) 0.1 ml를 첨가하여 알루미늄 호일로 덮은 뒤 60℃로 조정한 항온 shaker에서 30분간 계속 흔들어 준 후 0.325-N HCl용액으로 pH를 4.5로 조정하였다. 여기에 amyloglucosidase 0.3 ml를 첨가하고 다시 60℃ shaker에서 30분간 흔들어 준 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 40-60μm)는 증류수로 세척하여 105℃에서 건조한 후 525℃에서 1시간 가열하고, 약 0.5 g의 celite를 가하고 0.1 mg까지 정확하게 칭량한 뒤 다시 105℃에서 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 증류수 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 단백계수는 6.25로 하였다. 다른 1개의 시료는 525℃에서 5시간 이상 회화하고 데시케이터에서 방냉시킨 후 정확히 정량하고 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 세척액 중 식이섬유 부분을 침전시켰다. 이 후 IDF 정량시와 동일한 방법으로 celite를 포함한 도가니에 78% 에탄올을 가하면서 celite를 고르게 분산시키고 감압여과장치에 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 sheat에 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 놓고 N-butyl alcohol을 40 ml 첨가하여 1분간 흔들고 15-30분간 정치시킨다. 다시 정치시켰던 시료가 든 플라스크를 잘 흔든 다음 whatman No. 1 여과지로 여과한여 435.8 nm에서 투과도를 측정하였다.

7. 단백질의 전기영동

밀로부터 단백질의 분리는 Chen 등[13]의 방법에 따라 가용성 단백질과 전분으로 분획시킨 것을 냉동건조하여 냉동보관하면서 시료로 하였으며, 단백질 농도의 측정은 Biuret의 방법[14]에 의하여 측정하였다.

전기영동분석은 SDS-polyacrylamide gel electrophoresis 방법으로서 Laemmli[15]의 discontinous buffer system을 이용하여 vertical slab gel apparatus를 사용하였으며, 이때 단백질용액은 10% SDS (w/v), 5% β-mercaptoethanol, 0.5M Tris-HCl (pH 6.8), 그리고 일정농도 (1.75mg/ml protein)의 단백질을 혼합하여 끓는 물에서 3분간 끓인 후 5분간 원심분리하여 얻은 상등액을 사용하였다. Separating gel과 stacking gel buffer는 1.5M Tris-HCl buffer (pH 8.8)와 0.5M Tris-HCl buffer (pH 6.8)로 10% gel을 제조하고 pH 8.3의 running buffer에서 30mA의 전류가 흐르도록 하여 실온에서 수직영동시켰다. 전기영동 후 gel은 0.1% coomasie brilliant R-250으로 염색하였으며, 탈색은 1차로 MeOH : acetic acid : 증류수의 혼합용액(40 : 10 : 50)에서 6시간 동안 담근후 후 2차로 9% 초산용액을 사용하여 실시하였다.

단백질 분자량 측정을 위한 표준단백질로는 Sigma사의 trypsin inhibitor (20,100), trypsinogen (24,000), carbonic anhydrase(29,000), glyceraldehyde-3-phosphate, dehydrogenase (36,000), egg albumin (45,000), 그리고 bovine albumin (66,000)을 사용하였다.

8. 구성당 분석

시료중의 구성당은 Blakeney 등의 방법[16]을 일부 수정한 alditol-acetate법에 의해 측정하였다. 소량의 시료를 취하여 24 N H_2SO_4 100 μl를 넣어 실온에서 1 시간 방치한 후 증류수 1.1 ml을 혼합하여 100℃에서 3시간 분해하였다. 분해된 시료에 24 N-NH_4OH 200 μl를 첨가하여 중화시킨 후 건조하였다. 건조 후 1 N-NH_4OH 용액 100 μl로 알카리화하고 DMSO에 녹인 2% sodium borohydride 용액을 1 ml 첨가하여 40℃에서 2시간 반응시켰다. 다음 glacial acetic acid를 100 μl 첨가하고 1-methylimidazole 200 μl와 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 μm film thickness
Oven tem.	220℃
Injector	275℃
Detector	Flame ionization detector (300℃)
Carrier gas	helium(1 ml/min)
Split ratio	50 : 1

9. 아미노산

아미노산 분석은 Bidlingmeyer[17]등의 방법에 의해 측정하였다. 일정량의 시료를 6N-HCl 용액와 혼합하여 질소충진 후 110℃에서 24시간 동안 가수분해하였다. 가수분해한 시료를 50 ml로 정용하고 이를 0.45 μm membrane filter로 여과하여 20 μl를 취하여 진공건조 하였다. 건조된 시료에 methanol:water:triethylamine(2:2:1)용액 30 μl를 첨가하여 2차 건조하였다. 이것에 유도체 시약 (methanol:water:trimethylamine:phenyl iso-thiocyanate=7:1:1:1)을 30 μl 가하여 20분간 방치한 후 3차 건조하였다. Methanol 30 μl를 첨가하여 다시 건조하고 sodium acetate buffer(pH 6.4)로 재용해하여 HPLC로 분석하였다. 분석 조건은 Table 3-2에 나타내었다.

10. 무기질 분석

무기질 분석은 건식회화법[18]을 이용하였다. 시료를 550℃에서 4시간 동안 회화시킨 후 0.2 N-HNO_3 용액에 용해하여 100 ml로 정용하였다. 다음 여과하여 ICP(Inductively coupled plasm, Jobin-Yvon Model JY 38 Plus, France)를

이용하여 분석하였다. 분석조건은 Table 3-3과 같다.

Table 3-2. Instruments and operating condition for HPLC

Instrument	Jasco PU-980 pump Jasco HG-980-30 high pressure grdient module Jasco 851-AS autosampler Jasco UV-975 UV/VIS detector Jasco 807-IT integrator column oven(40℃)
Column	Waters pico-tag column (3.9 x 150 mm, 4 μm)
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

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

11. 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 Folch 등[19]의 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 밤복하여 chloroform 층만을 모았다. 모아진 액을 감압하여 용매를 제거하고 질소충진하여 냉동보관하였다. 총지질은 각각 분리된 NSL과 SL의 합으로 나타내었다.

12. 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 활성화시킨후 7%의 수분을 흡습시켰다. 활성화된 silicic acid 30 g 을 chloroform으로 평형화하여 기포가 혼입되지 않도록 column(2 x 20 cm)에 충진하고 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.

13. Phospholipid 분석

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

14. 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

Table 3-4. HPLC conditions for phospholipid classes.

Column	μ-Porasil, waters No. 027477(10 μm, 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

ml을 가하여 30 초간 다시 가열하였다. 가열이 끝난 후 정용 프라스크에 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 ℃
Detector Temp.: 250 ℃
Column Temp.: 180 ℃(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

15. 보수력 및 보유력

각 시료의 보수력(WHC, water holding capacity)과 보유력(OA, oil absorption)은 Mongeau와 Brassard[20]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℃ 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(동방유량) 20 ml를 넣고 현탁액을 만들어 g당 보유량을 계산하였다. 각각의 실험은 두번씩 반복한 결과를 평균으로 환산하였다.

16. 실험제분

실험제분은 원맥의 수분함량을 15.5%로 조절하여 각 시료마다 27g/min의 공급속도로 투입하면서 3.5kg의 원맥을 Buhler-Miag 시험제분기를 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[1)]	10XX[2)]	10XX	9XX	10XX	10XX	10XX

[1)] 9XX:140㎛
[2)] 10XX:125㎛

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

17. 손상전분

밀가루중의 손상전분은 AACC 76-30A법[(21)]에 의하여 실시하였다.

18. 열시차분석

밀가루의 열시차분석은 DSC(differential scanning caloimetry:DSC, Perkin-Elmer 7, USA)를 사용하여 시료를 15㎎ 취하여 증류수를 30㎕ 가하고

수분평형을 위하여 4시간 동안 실온에서 방치한후 10℃/min의 가열속도로 30~150℃까지 가열하여 측정하였다.

19. Amylograph

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

20. 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.

21. 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 x 300 = B g, A: 100-시료의 수분함량, B;시료량). 시료를 30℃로 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 패리노그래프에서 일정 수분을 흡수한 반죽의 점착성(stickiness)은 texture analyser(Model TA XT-2, Stable Micro Systems, Ltd, England)를 사용하여 adhesive test를 하였다. 패리노그래프를 행한 통밀 및 밀가루 반죽중 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.

22. Alveograph

Alveograph의 측정은 밀가루 250g에 2.5%-NaCl 용액을 가하여 상대습도 45-55%인 실온에서 미리 입력시킨 수분함량에 따라 수분을 첨가하며 실시하였으며, 기록기에 의한 curve 중 P는 tenacity(강도로서 시료 변형에 필요한 최대 압력), L은 신장성(curve의 길이), W는 baking strengh(제빵 강도로서 curve 면적), P/L은 curve의 configuration ratio를 나타낸다. alveograph는 크게 반죽기, 반죽의 변형도 측정기(alveograph), 기록기(alveolink)의 세 부분으로 구성되어 있으며, 그 측정원리는 Fig. 3-1과 같으며, 측정된 값은 Fig. 3-2의 그래프에 의하여 얻는다.

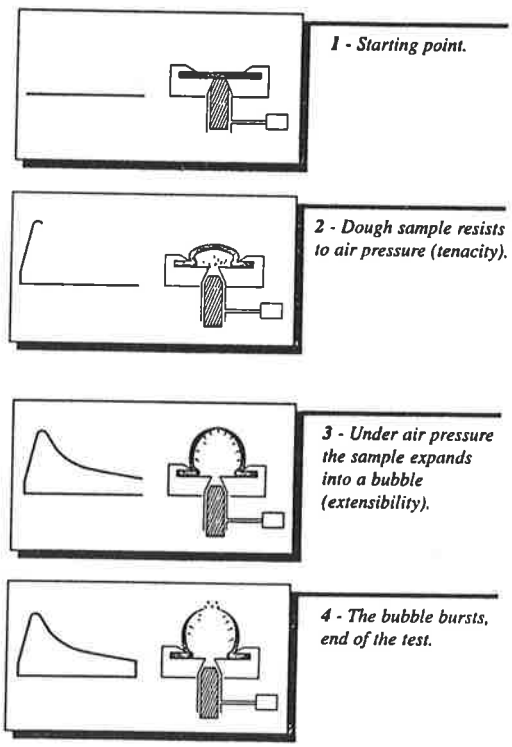
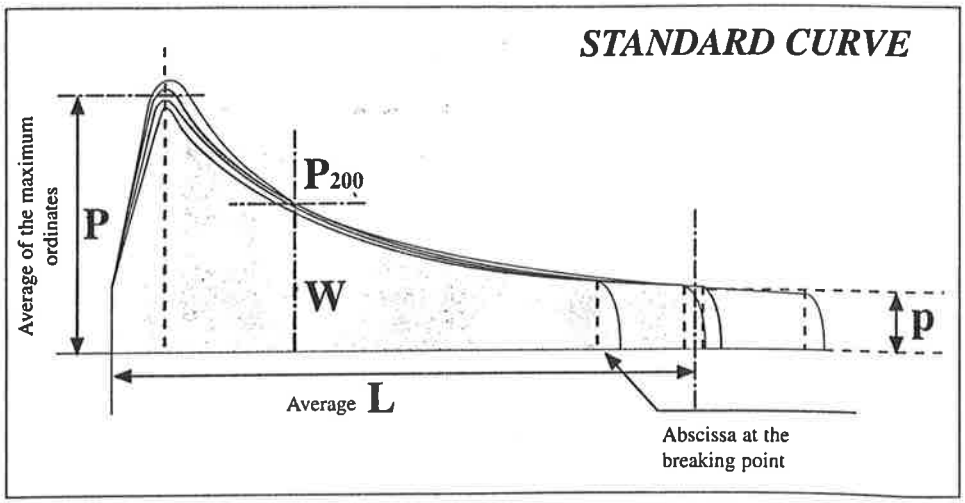


Fig. 3-1. Operating principle of the alveograph



P : tenacity (maximum pressure required for the deformation of the sample)
L : extensibility (length of the curve)
W : baking strength (surface area of the curve)
P/L : configuration ratio of the curve
p : pressure at bubble breaking point
Ie : (P_{200}/P) elasticity
P_{200} : pressure at 4 cm from the beginning of the curve

Fig. 3-2. Interpretation of the alveogram

제 3 절 결과 및 고찰

1. 일반성분

본 연구에서는 국내 밀 재배농가에 널리 보급되어 재배량이 비교적 많은 5품종의 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 8개 품종의 밀을 시료로서 사용하였다. Table 3-7에 통밀의 일반성분 분석 결과를 나타내고 있는데 국내산 밀은 가공적성에 있어서 중요시 되는 단백질 함량이 11.78~14.33%로 DNS나 ASW와 비교할때 약간 높은 함량을 보였다. 그리고 회분함량은 탑동밀이 1.69% 및 구르밀이 1.95%로 ASW나 DNS의 1.4%

Table 3-7. Approximate Analysis of Whole Wheat Flour

	Kru	Suwon 257	Eunpa	Chokwang	Tapdong	Woorymil	ASW	DNS
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

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 사료된다. 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), b(황색도)의

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)
WHOLE	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[1]	<0.005	8.70	1.646	1.771
	ASW[2]	<0.005	9.98	1.649	1.559
	DNS[3]	<0.005	10.07	1.643	1.588
FLOUR	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[1]	<0.005	3.03	1.572	1.753
	ASW[2]	<0.005	5.08	1.733	1.832
	DNS[3]	<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[1]	SDF[2]	TDF[3]
WHOLE	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
FLOUR	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

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	
WHOLE	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
FLOUR	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 보인며 밀의 bran 부분에 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다[22]. 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.

Table 3-11. Mineral composition of various wheat varieties

(mg %)

	Samples	K	Cu	Fe	Mn	Al	Si	Ca	Zn	Na	Mg	P
	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[1)]	171.6	0.1517	1.183	1.434	0.1560	0.0168	11.92	0.0845	7.325	0.4138	130.4
	ASW[2)]	141.6	0.1089	0.9808	1.136	0.1026	0.0153	10.00	0.0460	8.720	0.2923	73.46
	DNS[3)]	164.3	0.1469	1.262	1.635	0.0680	0.0438	12.64	0.0818	8.515	0.4388	117.3
	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[1)]	44.76	0.0315	0.5039	0.2587	0.1232	0.0163	4.502	0.0277	4.558	0.1210	38.86
	ASW[2)]	36.73	0.0466	0.3834	0.3257	0.2357	0.0121	5.048	0.0183	4.153	0.1040	24.28
	DNS[3)]	36.94	0.0383	0.4086	0.2651	0.1299	0.0130	4.553	0.0298	4.650	0.1390	39.23

[1)] Woorymil : mixture of Korean wheat varieties

[2)] ASW : Australian Standard Wheat

[3)] DNS : Dark Northern Spring

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 성분에 비해 밀가루의 Al, Si등은 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[23] 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[24]. 이러한 사실로 미루어 제분시 단백질의 손실은 외피층과 호분층에 존재하는 단백질의 손실에서 기인한것으로 추측된다.

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

(%)

	Whole wheat	Flour[1]
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[2]	11.97	9.85
ASW[3]	9.98	9.06
DNS[4]	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 탑동밀에 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 탑동밀을 사용하는 것이 바람직하다. 단백질의 함량은 밀가루의 전체 유기 질소 함량과 관계가 깊으며 질의 평가는 글루텐 형성성분의 이화학적 특성과 관계된다[25]. 밀의 단백질 함량은 글루텐의 함량과 관계가 있으며 이는 가공적성과도 관계가 깊다. 또한 밀의 단백질 분획에 따라 loaf volume과 제빵적성의 차이가 나타나는 것으로 보고 되었다[26,27]. 이상에서와 같이 국산밀의 단백질 함량은 상업적으로 이용되어지는 외국산 밀과 크게 차이가 없었다. 오히려 단백질 함량은 외국산 밀에 비해 높은편이며 여러 품종이 혼합되어진 우리밀의 경우 단백질의 함량이 다소 낮았으나 제분시 단백질 함량이 높은 품종을 혼합하면 제면뿐아니라 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.

Table 3-13. Amino acid composition of various wheat varieties[a]

Varieties	Flour								Whole wheat							
Amino acids	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)[b]	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)	380 (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

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[28]. 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 존재함으로서 다른 아미노산들과 수소 결합을 이루어 반죽 형성에 큰 역활을 하는 것으로 알려져 있다[29]. 국내산 밀가루의 glutamic acid의 양은 제빵용으로 주로 사용되어지는 DNS 품종보다 높게 나타났으며 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 직열 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[30]. 밀에 부족한 제한 아미노산의 보충을 위하여 대두가루나 lysine, methionine등을 혼합할 경우 단백질의 영양가 등이 증가한다는 보고가 있다[31].

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 두류가루등을 혼합하여 사용할 경우 보완되리라 생각되어지며 통밀이 밀가루에 비하여 제한 아미노산을 많이 포함하므로 통밀을 이용한 제품개발을 권장하는 것도 큰 의의가 있을 것이다.

7. 단백질의 전기영동 특성

밀단백질의 구성성분 및 분자량 측정에 일반적으로 많이 이용되는 방법은 고속액체크로마토그래피(HPLC) 방법과 전기영동법(SDS-polyacrylamide gel electrophoresis : SDS-PAGE)이 널리 사용되고 있다[32]. SDS-PAGE는 단백질 결합중의 이황화결합을 환원시켜 얻는 gliadin과 glutenin으로부터 크기가 서로 다른 subunit의 수와 분자량을 알아낼 수 있는 방법이다.

단백질 분획에 따른 우리밀의 수용성 단백질의 분포 형태는 Fig. 3-3과 같다. 그림에서 각 품종에 따른 주 band의 분자량 분포는 그루가 약 28,000, 조광이 약 56,000, 탑동이 약 57,000, 수원 257이 약 28,000, 은파가 약 57,000, DNS가 약 56,000, 그리고 시판 우리밀이 약 26,000이었으며 각 분획마다 많은 band가 나타났다. 이는 같은 결과는 동일한 단백질이라도 분자량이 서로 상이하기 때문에 나타난 것으로 판단된다. 전체적인 band의 형태는 그루, 조광, 탑동 그리고 은파가 비슷하였다.

Fig. 3-4는 globulin의 전체적인 형태를 나타내고 있는데, 그루, 은파, 시판 우리밀, 및 DNS가 서로 비슷하였으며, Fig. 3-5는 알콜용해성 단백질인 gliadin의 band 형태를 나타낸 것으로서 band가 전체적으로 비슷하였으며, 그루와 DNS의 주band가 약 29,000으로 나타내어 서로 성질이 비슷함을 알 수 있었다. Fig. 3-6은 glutenin의 분포 양상이 탑동과 DNS가 약 29,000으로 서로 비슷함을 보여 주고 있다. 일반적으로 밀단백질의 주성분인 gliadin과 glutenin은 서로 다른 많은 분자종(molecular species)으로 구성되어 있다[33]. 그리고 Fig. 3-7은 탑동과 DNS의 albumin, globulin, gliadin 및 glutenin 분획을 비교한 것을 나타내고 있다.

Chakraborty 등[34]은 gliadin은 분자량 35,000-45,000 범위에서 주로 band가 나타났으며 그중 몇몇 band가 더 진하게 나타났다고 보고하여 국내산 우리밀이 약 27,000-46,000 범위에서 주 band가 나타난 결과와 약간의 차이를 보이고 있다. 이는 시료의 분획 방법이 다르고 외국밀과 우리밀의 단백질 조성의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 또한 Bietz와 Wall[33]은 대부분의 gliadin protein은 분자량이 16,000에서 50,000으로 이황화결합에 의해 안정된 형태의 단일 polypeptide chain을 가지고 있으며, 20,000에서 100,000의 subunits로 구성된 glutenin은 분자량이 50,000에서 2,000,000

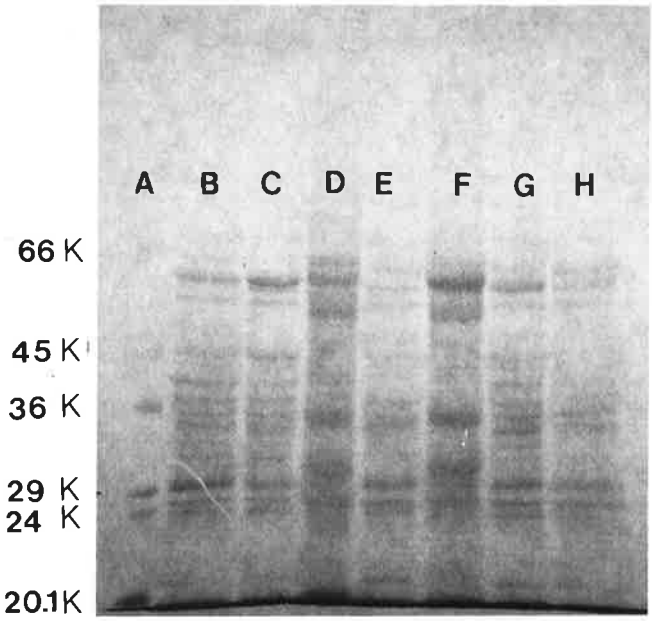


Fig. 3-3. SDS-PAGE of water-soluble protein(albumin)

A : Marker protein of molecular weight

B : Kru

C : Chokwang

D : Tapdong

E : Suwon 257

F : Eunpa

G : DNS

H : Woorymil

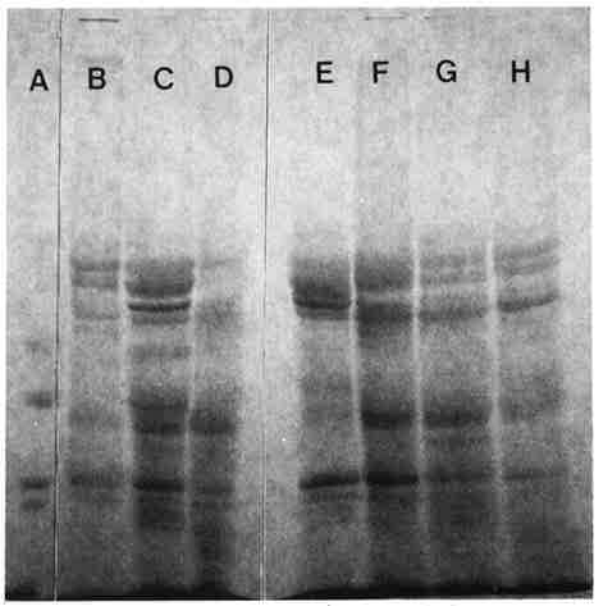


Fig. 3-4. SDS-PAGE of salt-soluble protein(globulin)

A : Marker protein of molecular weight
B : Kru
C : Chokwang
D : Tapdong
E : Suwon 257
F : Eunpa
G : DNS
H : Woorymil

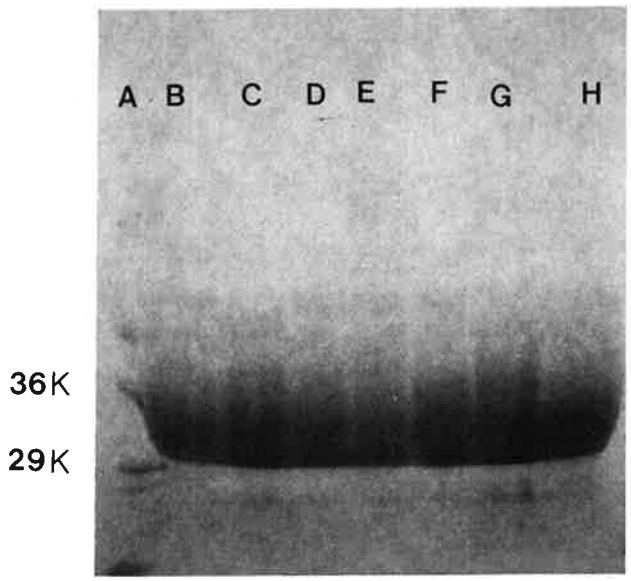


Fig. 3-5. SDS-PAGE of EtOH-soluble protein(gliadin)

A : Marker protein of molecular weight
B : Kru
C : Chokwang
D : Tapdong
E : Suwon 257
F : Eunpa
G : DNS
H : Woorymil

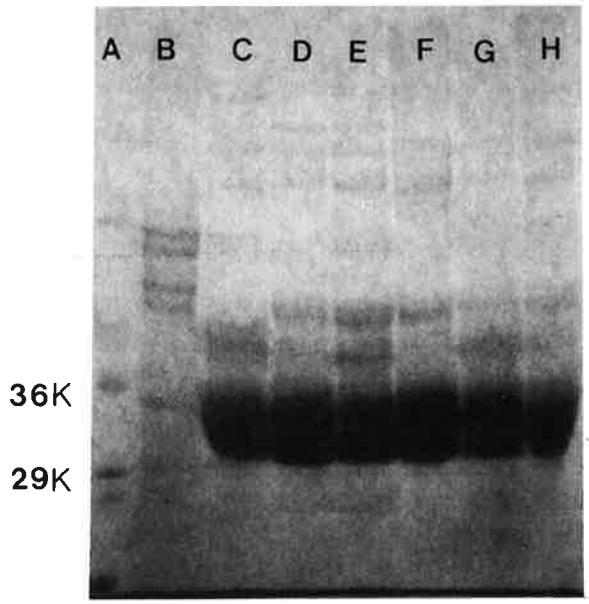


Fig. 3-6. SDS-PAGE of acetic acid-soluble protein(glutenin)

A : Marker protein of molecular weight

B : Kru

C : Chokwang

D : Tapdong

E : Suwon 257

F : Eunpa

G : DNS

H : Woorymil

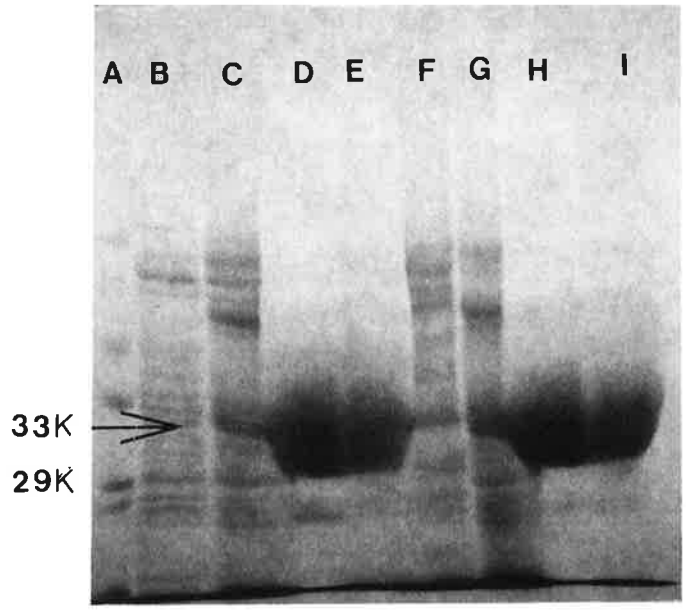


Fig. 3-7. SDS-PAGE of DNS and Tapdong wheat by protein fraction

A : Marker protein of molecular weight
B : Water-soluble protein of DNS
C : Salt-soluble protein of DNS
D : EtOH-soluble protein of DNS
E : Acetic acid-soluble protein of DNS
F : Water-soluble protein of Tapdong
G : Salt-soluble protein of Tapdong
H : EtOH-soluble protein of Tapdong
I : Acetic acid-soluble protein of Tapdong

또는 그 이상을 갖는 분자종들이 분자간 이황화결합으로 이루어져 있다고 보고하고 있다. 이러한 단백질 함량과 구성 단백질의 성질이 비슷한 결과를 보이는 사실을 근거로 우리밀중 특히 탑동을 원료로 하여 빵을 제조할 경우 DNS에 못지 않는 제빵적성을 보일 것으로 예측되며, 이에 따른 품종육성과 소비촉진이 우리밀을 살리기 위한 차원에서 후속적으로 진행되어져야 할 과제라고 판단된다.

한편, Hoseny 등[35, 36]은 밀단백질중 glutenin는 밀가루의 반죽성에 관여하는 반면 gliadin은 loaf volume과 정의 상관관계가 있다고 보고하였다.

8. 구성당

밀의 품종별 구성당의 비율을 Table 3-14에 나타내었다. 통밀과 밀가루의 구성당의 함량을 비교하면 통밀의 경우 arabinose와 xylose의 함량이 밀가루에 비하여 높았으며 glucose의 함량이 낮았다. 우리밀의 경우 통밀의 arabinose나 xylose 의 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[37]. 이는 곡류에 유일하게 함유되어있는 식물 섬유소로서 배유의 주성분인 전분립과 protein matrix 사이에서 공유결합을 하고 있는것으로 알려져 있다. 이러한 결합은 배유의 경도에 영향을 미쳐 이러한 당의 함량은 품종적 특성이 되고 제분성과 반죽의 특성에 크게 영향을 미친다[38]. 밀가루의 경우 외피의 구조 다당인 hemicellulose가 제분시 제거되므로 hemicellulose의 구성분인 arabinoxylan이 제거되기 때문에 arabinose와 xylose의 함량이 감소하는 것으로 추측된다. 밀 배유부분의 구성다당은 주성분이 수용성 arabinoxylan이며 이는 밀 종자내에 가장 많이 함유되어진 성분으로 높은 gelling capacity를 가지고 있어 함량이 많을수록 점도가 높다고 알려져 있다[39]. 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 arabinose의 함량보다 높았으며 우리밀이 제일 낮은 2.78%를 함유하며 조광이

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

(Molar ratio)

Varieties	Flour[1]								Whole wheat							
Sugar	Kru	Suwon 257	Eunpa	Cho-kwang	Tap-dong	Woory mil[2]	ASW[3]	DNS[4]	Kru	Suwon 257	Eunpa	Cho-kwang	Tap-dong	Woory-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

5.03%로 가장 높은 함량을 나타냈다. Arabinose의 함량이 높을수록 xylose의 함량도 높게 나타났다. 밀가루의 경우에는 arabinose는 0.63-1.25% 로서 은파밀과 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[40, 41].

9. 지질

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

Lin 등[42]은 미국산 경질밀(Hard Red Spring)의 밀가루를 petroleum ether로 탈지한 밀가루 반죽은 farinogram의 수분 흡수율을 증가시켰고, 탈지한 지질중 비극성 분획을 탈지 밀가루에 reconstitution시키면 반죽의 혼합시간이 길어짐과 동시에 반죽의 안전성도 증가되며, 수분 흡수율은 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℃에서 추출하고, 잔사에 같은 용제를 가한 후 90℃로 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(a), (b)와 같았다. 통밀의 총지질은 탑동의 경우 2.3%, DNS는 3.2%의 범위를 나타내었으며, 이중 결합지질은 0.45~1.0 %를 나타내었다. 결합지질은 인지질이 주성분을 이루고 lisophosphatidylcholin이 주성분인 것으로 밝혀 졌다.

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

Lipid	Tapdong			Kru			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

밀의 품종별 조성의 차이는 국산밀의 경우 수입산인 DNS 및 ASW 품종보다 결합지질의 함량이 낮았으며, 특히 인지질의 함량이 낮은 것으로 나타났다.

10. 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. 3-8은 국내산 밀 5품종과 시판 우리밀의 제분공정중 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. 3-9에 나타내었다. 원맥의 단백질 함량이 비교적 높은 구르, 은파 및 탑동밀이 제분중 밀가루내 회분의 함량에 상관함을 알 수 있었다.

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	B.D
1	1B	8.7	18.47	0.64	13.96	13.96	0.64	0.424
2	1M	8.36	15.8	0.73	32.42	46.38	0.703	0.406
3	2B	7.4	21.68	0.92	3.62	50.0	0.719	0.414
4	2M	7.36	16.25	0.98	13.08	63.08	0.773	0.396
5	3M	6.95	8.02	1.16	7.07	70.15	0.812	0.378
6	3B	6.71	14.4	1.30	1.17	71.32	0.820	0.418
7	Red dog	7.5	21.08	2.9	3.17	74.49	0.908	0.384
8	Bran	7.44	8.57	5.29	9.16	-	-	0.388
9	Husk	8.5	9.49	7.07	8.89	-	-	0.244

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	B.D
1	1B	7.48	12.33	0.54	10.17	10.17	0.54	0.388
2	1M	7.41	13.09	0.62	33.47	43.64	0.601	0.394
3	2B	6.58	14.99	0.73	3.27	46.91	0.610	0.36
4	2M	6.39	14.42	0.78	14.31	61.22	0.650	0.35
5	3M	5.84	13.69	0.95	7.15	68.37	0.681	0.356
6	3B	5.72	15.75	1.0	1.35	69.72	0.688	0.38
7	Red dog	6.17	16.72	2.12	4.13	73.85	0.768	0.388
8	Bran	6.44	16.36	4.83	10.58	-	-	0.328
9	Husk	7.69	16.70	5.91	9.56	-	-	0.232

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	B.D
1	1B	8.14	19.09	0.41	16.99	16.99	0.41	0.452
2	1M	7.91	16.63	0.53	36.54	53.53	0.492	0.404
3	2B	6.89	23.16	0.59	3.89	57.42	0.499	0.434
4	2M	6.47	16.24	0.83	9.01	66.43	0.544	0.404
5	3B	5.72	24.23	0.93	1.07	67.5	0.55	0.374
6	3M	5.74	17.36	1.23	4.09	71.59	0.589	0.358
7	Red dog	6.84	24.73	2.75	2.91	74.5	0.673	0.364
8	Bran	7.41	19.9	4.87	9.75	-	-	0.374
9	Husk	8.44	19.86	6.07	9.76	-	-	0.23

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	B.D
1	1B	7.72	11.88	0.56	10.7	10.7	0.56	0.392
2	1M	6.97	14.77	0.71	24.98	35.68	0.665	0.378
3	2B	6.66	15.78	0.77	4.2	39.88	0.676	0.356
4	2M	6.37	14.88	0.8	12.7	52.58	0.706	0.362
5	3M	6.1	14.87	0.88	8.29	60.87	0.730	0.394
6	3B	5.76	17.25	0.92	1.71	62.58	0.735	0.378
7	Red dog	6.8	17.07	1.69	8.15	70.73	0.845	0.376
8	Bran	6.5	17.30	5.17	10.0	-	-	0.342
9	Husk	7.26	18.76	6.19	9.15	-	-	0.278

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	B.D
1	1B	8.26	18.21	0.6	11.88	11.88	0.6	0.414
2	1M	7.81	17.75	0.64	34.44	46.32	0.63	0.414
3	2B	7.21	22.63	0.81	3.34	49.66	0.642	0.378
4	2M	6.87	17.57	0.86	12.08	61.74	0.685	0.378
5	3M	6.39	17.62	1.05	7.06	68.8	0.722	0.37
6	3B	6.05	23.47	1.16	1.11	69.91	0.729	0.39
7	Red dog	6.44	22.41	2.93	2.87	72.78	0.816	0.372
8	Bran	6.71	18.31	4.91	8.98	-	-	0.346
9	Husk	7.91	17.58	6.52	9.72	-	-	0.234

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	B.D
1	2M	7.9	12.21	0.59	8.01	6.01	0.59	0.358
2	3B	6.05	10.89	0.7	2.28	8.29	0.763	0.36
3	1M	7.93	10.67	0.84	18.87	27.16	0.816	0.452
4	2M	6.27	11.79	0.9	12.87	40.03	0.843	0.374
5	1B	6.35	9.73	0.94	2.01	42.04	0.848	0.38
6	3M	5.98	12.45	1.02	7.35	49.39	0.873	0.344
7	Red dog	8.65	14.94	1.41	13.6	62.99	0.989	0.42
8	Bran	7.03	17.17	4.04	24.44	-	-	0.374
9	Husk	11.19	20.54	4.04	16.98	-	-	0.348

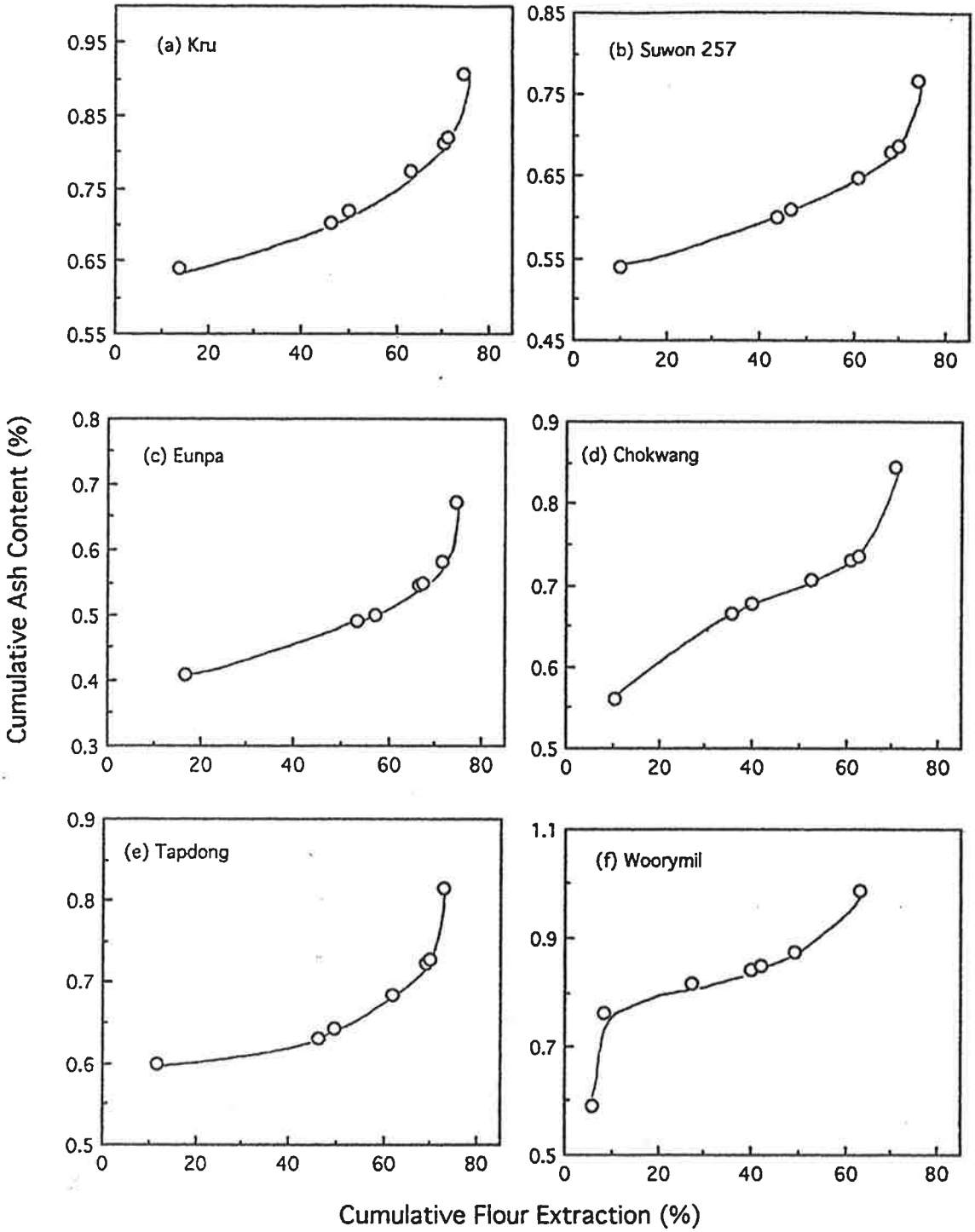


Fig. 3-8. Ash content curves of domestic wheat varieties

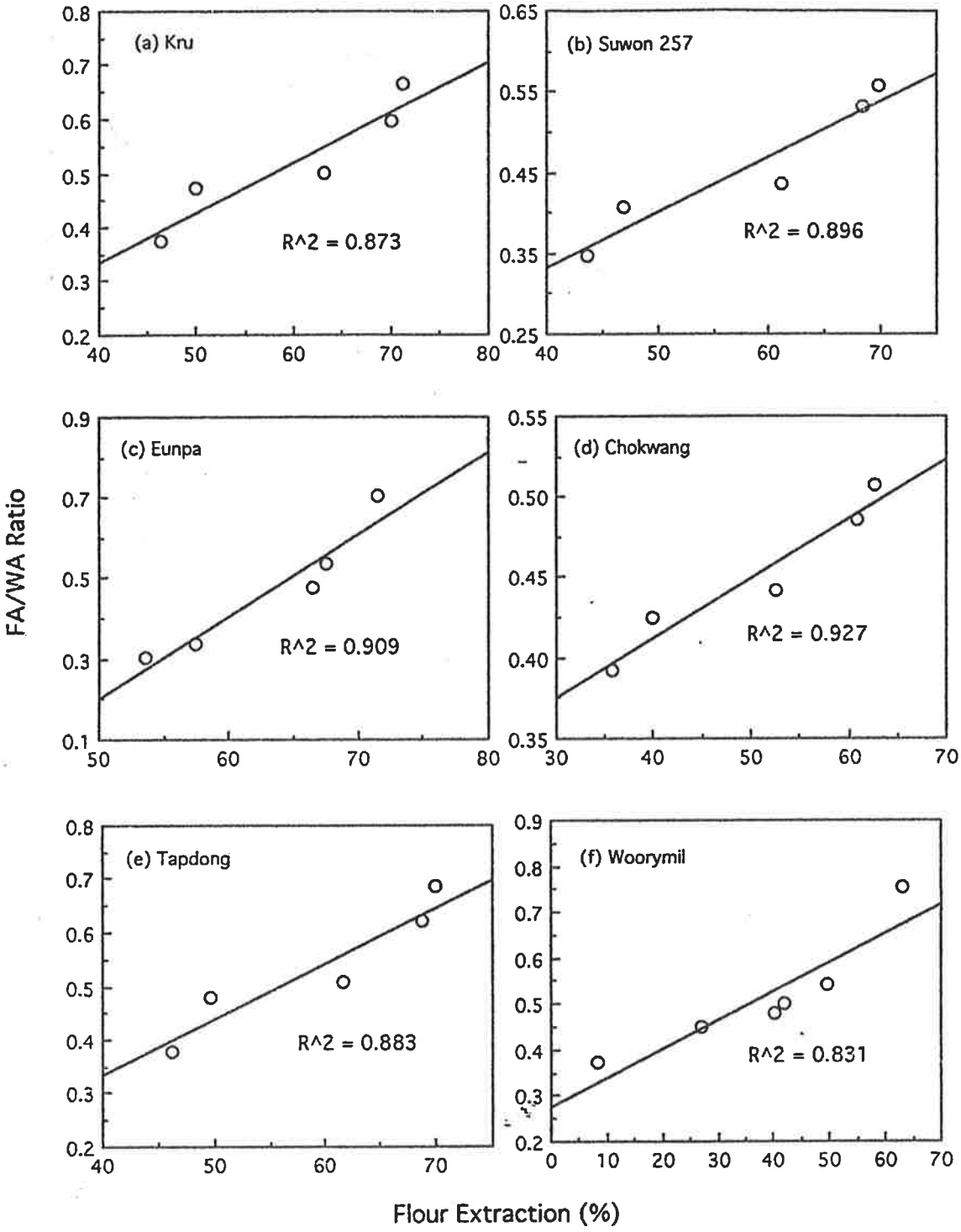


Fig. 3-9. Relationship beween flour ash/wheat ash (FA/WA) ratio and flour extraction

11. 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 varities

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

1) Woorymyl : mixture of Korean wheat varities
2) ASW : Australian Standard Wheat
3) DNS : Dark Northern Spring Wheat

12. 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 탑동, 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℃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 (℃)	max. peak (℃)	△H (cal/g)	onset (℃)	max. peak (℃)	△H (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

13. 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 밀중 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[1] (℃)	ITG[2] (℃)	A[3]	B[4]	C[5]	D[6]	E[7]	BD[8]	SB[9]	TSB[10]
Kru	92	61	362	320	330	620	590	32	258	290
Suwon 257	95	63	760	760	540	960	960	220	200	420
Eunpa	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[11]	90	68	460	320	250	520	510	210	60	270
DNS[12]	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℃
5) C : Hot paste viscosity(stability)-viscosity after heating at 95℃ for 60 min.
6) D : Cold paste Viscosity-viscosity after cooling to 50℃ for 60 min.
7) Final viscosity : stability of the cooked paste after holding at 50 ℃ 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

14. 밀가루 반죽의 물리적 특성

패리노그래프는 밀가루와 물을 혼합하는 동안 밀가루의 수분흡수 정도와 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	Kru	83.3	5.0	2.2	50
H	Suwon 257	71.5	9.0	3.0	10
o	Eunpa	77.7	6.5	1.2	35
L	Tapdong	70.8	10.0	5.0	10
E	Chokwang	68.8	3.5	1.2	50
	Woorymil	66.8	3.0	1.2	75
	ASW	67.3	4.5	0.5	70
	Kru	68.8	5.0	1.0	70
	Suwon 257	61.4	11.0	2.5	18
F	Eunpa	65.4	6.0	2.5	40
L	Tapdong	64.1	10.0	10.0	5
O	Chokwang	62.5	3.5	1.2	65
U	Woorymil	61.5	3.0	2.8	80
R	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[32]되어 있다. 통밀과 밀가루 모두 탑동과 수원 257이 다른 품종에 비하여 높은 값을 보였고, 곡선이 500 B.U.이상을 유지하는 안정도(stability)의 경우 통밀과 밀가루 모두 탑동과 수원이 257이 다른 품종에 비하여 월등하게 안정도가 높았다. 또 반죽의 약화도는 통밀의 경우 탑동과 수원257이 다른 품종에 비하여 약화도가

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

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

이상의 결과에서 탑동과 수원 257은 패리노그래프에 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	Kru	7.87	10.44	4.24	53.04
H	Suwon 257	4.65	4.43	4.39	38.90
O	Eunpa	6.87	6.02	4.38	39.18
L	Tapdong	4.53	10.00	4.19	39.30
E	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	Kru	10.01	12.04	4.26	58.08
L	Suwon 257	6.41	11.00	4.40	42.12
O	Eunpa	11.74	19.58	4.39	50.58
U	Tapdong	5.94	17.28	4.36	46.58
R	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

15. Alveogram 특성

Table 3-27은 품종별 밀가루 반죽의 Alveograph 특성값을 나타내었고, Fig. 3-10은 이들의 Alveogram을 나타내고 있다. 반죽의 강도(P)는 수원, 은파, 탑동 밀이 각각 92, 92, 91로 높은 값을 보였고, 시판 우리밀은 여러 품종이 혼합된 시료임에도 불구하고 높게 나타났다. 일반적으로 이 P값은 수분의 흡수력을 나타내는 척도로 사용된다[43]. 신장성 L값은 수원 257이 월등하게 높아 113mm를 보였고, 그루, 탑동, 조광 밀이 비슷한 수준을 보인 반면 시판 우리밀은 현저히 낮은 값을 보였다. 또 제빵강도를 나타내는 W값은 수원 257과 탑동이 각각 329mm와 326mm로 다른 품종에 비하여 높은 값을 보였고, 조광과 ASW 및 시판 우리밀이 낮은 값을 보여 제빵적성이 양호하지 않는 물성을 갖는 것을 알 수 있었다. 그리고 alveogram 곡선이 시작되는 점부터 4cm 위치에서의 압력(P200)을 P로 나눈 Ie는 반죽의 물성을 보다 정확하게 판정하는 파라미터로 이용되고 있다. 특히 시판 우리밀 밀가루는 균일하지 않은 원료조성과 전분의 손상도가 커 수분 흡수량이 높은 물성을 갖는 사실이 본 연구의 결과에서 볼 수 있는 바와 같이 alveogram의 높은 P값과 낮은 L값과 W값 및 Ie값이 이를 뒷받침하는 결과라고 할 수 있다. 한편, Chen과 D'Appolonia[44]도 alveogram 값 P, W, L 등이 손상전분의 함량과 상관관계가 있음을 보고하고 있다.

Alveogram은 밀가루의 품질조절, 밀가루 혼합의 최적화, 밀가루의 반죽탄성의 개선 및 최종 사용자의 용도에 맞는 밀가루의 특성을 조절하는 것과 같은 다양한 응용성이 있다.

16. 밀가루의 입도

국내산 밀가루의 입자 크기와 비표면적을 Table 3-28에 나타내었는데, 입자의 평균 크기는 22.75~27.34㎛의 크기를 보이고 있다. 그리고 입자가 차지하는 비표면적도 입자의 평균 크기에 비례하여 입자의 크기가 제일 작은 수원 257이 0.64 m^2/g 이었다. 그리고 Fig. 3-11에서 보는 바와 같이 밀가루의 입자크기 분포를 보면 큰 입자와 작은 입자가 공존하는 이중 분포곡선의 형태를 나타내고

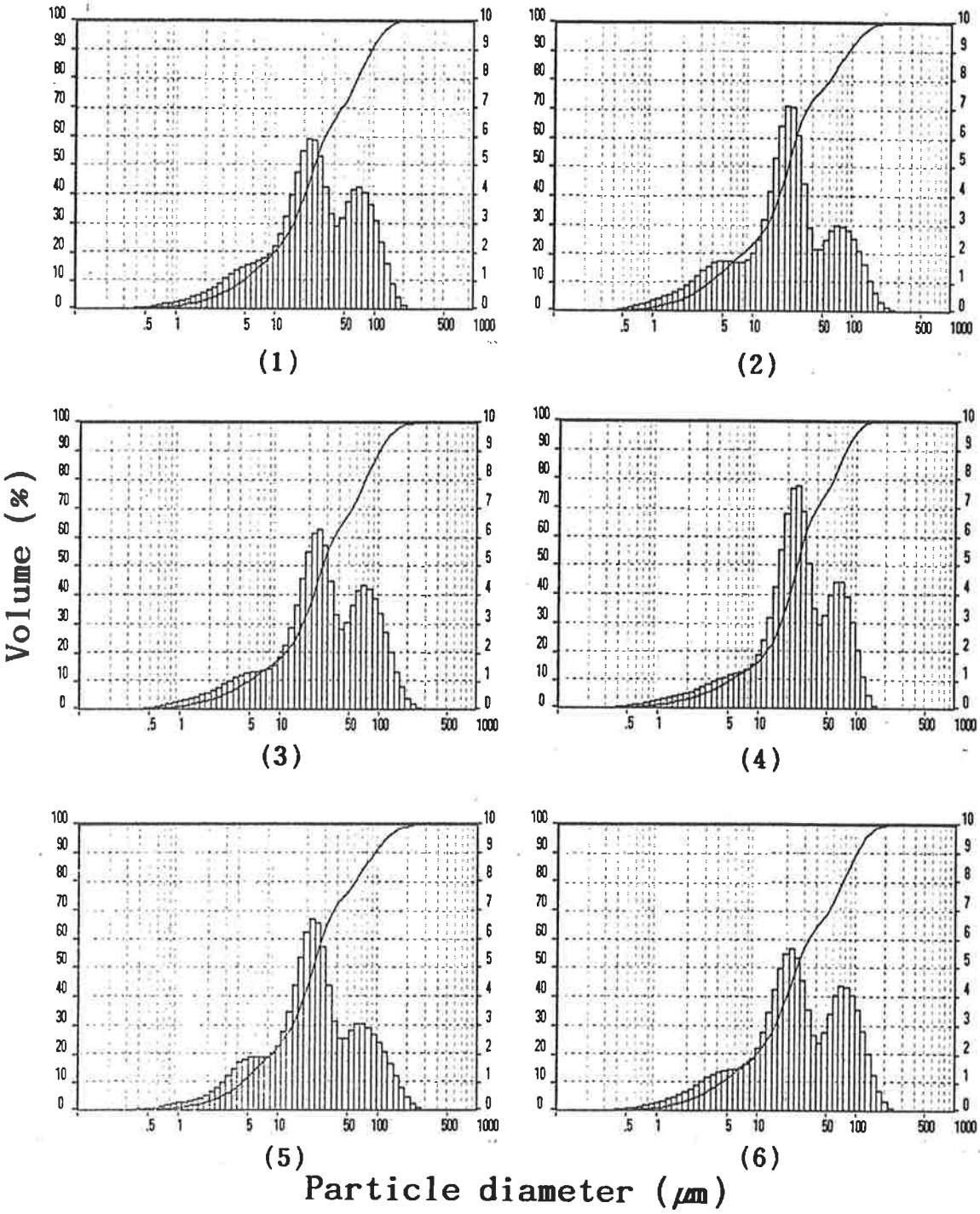


Fig. 3-10. Particle size distribution of domestic wheat flours
(1) Kru ; (2) Suwon 257 ; (3) Eunpa ; (4) Chokwang ;
(5) Tapdong ; (6) Woorymil

있다.

Table 3-27. Alveogram values of wheat flour in various wheat varieties

Samples	Parameters				
	P(mmH_2O)	L(mm)	W	P/L	Ie(%)
Kru	87	88	204	0.98	40.8
Suwon 257	92	113	329	0.81	56.7
Eunpa	92	80	232	1.15	48.6
Tapdong	91	87	326	1.04	69.2
Chokwang	69	86	144	0.81	34.7
Woorymil[1)]	114	28	133	4.02	0.0
ASW[2)]	73	36	111	2.05	0.0

[1)] Woorymil : mixture of Korean wheat varieties
[2)] AWS : Australian standard wheat

Table 3-28. Particle size and specific surface area of 6 different domestic wheat flours

Samples	Mean diameter (㎛)		Median (㎛)	Specific surface area (m^2/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[1)]	37.115	21.717	23.010	0.58

[1)] Woorymil : Mixture of domestic wheat varities

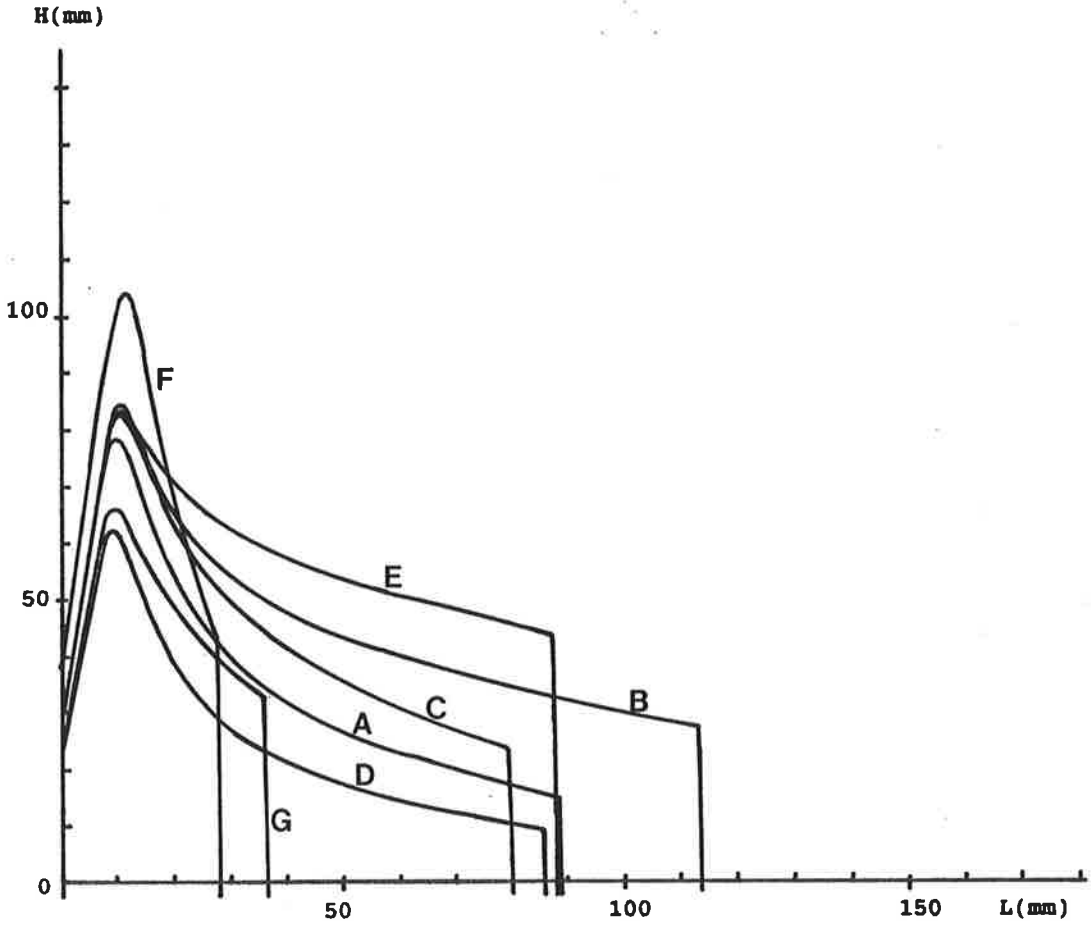


Fig. 3-11. Alveogram for seven varieties of wheat flour
(A) Kru ; (B) Suwon 257 ; (C) Eunpa ; (D) Chokwang
(E) Tapdong ; (F) Woorymil ; (G) ASW

제 4 절 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. 제1보. Gliadin 단백질의 아미노산 조성 및 그의 정제. *대한화학회지*, **21**, 210 (1977)
4. 조성희, 김준평:한국산 밀가루 단백질의 화학적 조성에 관한 연구. 제2보. 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, 신효선, 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. *JAOAC,* **71**(5), 1017 (1988)
13. Chen, C. H., Bushuk, W. : Nature of protein in *Triticale* and its parental species. I. Solubility characteristics and amino acid composition of endosperm proteins. *Can. plant Sci.*, **50**, 9 (1970)
14. 신완철 : 근원섬유 단백질의 종 특성과 열 안정성에 관한 연구. 연세대학교 박사 학위논문 (1985)
15. Laemmli, U. K. : Cleavage of structual proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227**, 380 (1970)
16. 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)
17. 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)
18. 한국보건사회부 : 식품 공전, 식품공업협회 (1994)
19. Christie, W. W. : The isolation of lipids from tissue. In Lipid analysis, Wheaton & Co., Ltd., Exter, UK, p. 22 (1982)
20. 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)
21. AACC : Pigments, AACC 14-50 (1983)
22. Pomeranz, Y. : Wheat, Chemistry and Technology, 3rd, AACC, pp. 100~150 (1971)
23. Pomeranz, Y. and Dikeman, E. : Minerals and protein contents in hard red winter wheat flours. *Cereal Chem.*, **60**, 80 (1983)

24. 김성곤 : 제분과 밀가루의 이용, 한국제분공업협회, p. 285 (1990)
25. Hoseney, 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 ultracentrification. *Cereal Chem.*, **46**, 126 (1969b)
26. Macrichie, F., Kasarda, D. O. and Kuzmicky, D.D. : Charactrization of wheat protein fractions differing in contribution to breadmaking quality. *Cereal Chem.*, **68**, 122 (1988)
27. Chakraborty, K. and Khan, K. : Biochemical and breadmaking properties of wheat protein component. II. Reconstitution and breadmaking studies of protein fraction from various isolation procedure. *Cereal Chem.*, 65, 340 (1988)
28. 이규한 : 식품화학, 형성출판사, pp. 92~102 (1988)
29. Pyler, E. J. : Baking Science and Technology, AVI. pp. 1~23 (1973)
30. Tomella, M. L. and Yepiz, M. S. : Effect of lysine and methionine on dough and bread characteristics. *J. Food Sci.*, **51**, 45 (1986)
31. Cole, E. W. : Some physicochemical properties of wheat flour hemicellulose in solution. *Cereal Chem.*, **46**, 382 (1969)
32. Lookhart, G. L., Menkovska, M., Pomeranz, Y. : Polyacrylamide gel electrophoresis and high-performance liquid chromatography patterns of gliadins from wheat sections and milled and air-classfied fractions. *Cereal Chem.*, **66**, 256 (1989)
33. Bietz, J. A., Wall, J. S. : Wheat gluten subunits:Molecular weights determined by sodium dodecyl sulfate-polyacylamide gel electrophoresis. *Cereal Chem.*, **49**, 416 (1972)
34. Chakraborty, K. and Khan, K. : Biochemical and breadmaking properties of wheat protein components. I. Compositional differences revealed through quantitation and polyacrylamide gel electrophoresis of protein fractions

from various isolation procedures. *Cereal Chem.*, **65**, 333 (1088)

35. Hoseney, R. C., Finney, K. F., Shogren, M. D., Pomeranz, Y. : Functional (breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components. II. Role of water solubles. *Cereal Chem.*, **46**, 117 (1969)
36. Hoseney, R. C., Finney, K. F., Shogren, M. D., Pomeranz, Y. : Functional (breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components. III. Characterization of gluten protein fractions of obtained by ultracentrifugation. *Cereal Chem.*, **46**, 126 (1969)
37. Figueroa, J. D. C. and Kahn, K. : The relationship of bromate requirement and sugar in breadmaking and implication for loaf volume potential of hard red spring wheat flours. *Cereal Chem.*, **68**, 284 (1991)
38. 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)
39. 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)
40. 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)
41. 김성기 : 경질 및 연질 밀가루의 이화학적 성질 연구. *한국식품과학회지*, **11**(1), 13 (1979)
42. Lin, M. J. Y., D'Appolonia, B. L. D. and Youngs, V. L. :Hard red spring and durum wheat polar lipids. II. Effect on quality of bread and pasta product. *Cereal Chem.*, **51**, 34 (1974)
43. Scott Blair, G. W. and Potel, P. : A preliminary study of the physical significance of certain properties measured by the Chopin extensimeter for testing flour doughs. *Cereal Chem.*, **14**, 257 (1937)

44. Chen, J. and D'Appolonia, B. L. : Alveograph studies on hard red spring wheat flour. *Cereal Foods World*, **30**(12), 862 (1985)

제 4 장 열처리에 의한 밀기울의 가공기술

제 1 절 서 설

밀기울(wheat bran)은 밀의 제분과정에서 발생하는 주요 부산물로서 상업적 가공공정에서는 일반적으로 약 15~20%가 생산된다[1]. 밀기울은 주로 밀의 종피(seed coat), 주심층(nuclear epidermis), 호분층(aleurone layer) 등으로 이루어져 있으며, 제분 및 선별과정에서 일부 배유(endosperm) 성분이 포함된다[2]. 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[3].

지금까지 밀기울은 대부분 사료의 원료로서 이용되어 왔으나, 최근 식이섬유의 뛰어난 생리활성과 각종 질병예방 효과가 알려지면서 밀기울을 이용한 식이섬유 제품의 생산이 활발히 진행되고 있다[4]. 밀기울의 식이섬유는 대개 불용성 성분으로 이루어져 있어 지금까지 수용성을 필요로 하지 않는 제빵, 제과류에 많이 응용되어 왔다[5]. 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[6]. 국내의 경우 식이섬유의 이용은 대부분 저분자량의 수용성 식이섬유를 이용한 음료의 형태가 주류를 이루고 있다[7]. 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[1,8]. 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 불활성하므로써 저장성을 크게 향상시킨 것이다[9,10].

가열처리는 공정의 종류나 처리조건에 따라 식물조직의 구조나 기능에 큰 영향을 미친다[11]. 열처리 과정에서 식물 세포벽의 결합조직에 많은 변화를 일어나는데, 이 때 관찰되는 가장 뚜렷한 현상은 세포벽 성분의 이완에 따른 수용성 분획의 증가이다[12,13]. 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[14]. 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 수용화 되는 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 분석하므로써 열처리 공정에 따른 세포벽 조직의 반응의 차이를 연구하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 실험재료

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

2. 열처리공정

본 연구에 사용한 열처리공정의 운영조건을 Table 4-1에 나타내었다. 시료 TO는 밀기울 300 g을 40 x 30 cm 스텐레스 강판에 넣은 후 150℃ 건조기에서 2시간 동안 가열하였다. 시료 RO는 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[15]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[16]. 이때, 여과액을 적당량 희석하여 phenol-sulfuric acid법[17]에 의하여 중성당을, m-hydroxydiphenyl법[18]에 의해 우론산을 측정하였으며, 이 때 표준물질로서 각각 glucose와 glucuronic acid를

이용하였다.

Table 4-1. Experimental conditions for thermal treatments

Thermal Treatments	Sample Codes	Operating Conditions
Raw	RAW	None
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%

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[917]에 의하여 결정하였으며, 표준물질로서 glucose를 이용하였다.

6. 전분

시료 중의 전분 함량은 Dintzis and Harris[19]의 방법과 AACC법[20]을 약간 수정하여 측정하였다. 시료 0.5 g에 25 ml의 증류수를 가한 후 121℃, 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℃에서 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[21]에 의한 이온 교환수지 방법을 이용하였으며, 피틴산 함량은 Latta and Erskin[22]에 의한 비색법으로 측정하였다. 건조 시료 5 g 에 0.667 N HCl 100 ml 을 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 FeCl3 + 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[23]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[24]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 ml을 취하여 수분칭량병에 넣은 후 105℃에서 4시간 동안 건조하여 고형분함량을 측정한 후 WSI를 다음 식으로 결정하였다.

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

한편, WAI는 원심분리한 침전물의 3부분을 일정량 취하여 수분함량을 측정한 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[25]으로 측정하였다. 이 방법은 원료시료에 물을 가하여 교반한 후 원심분리하여 상등액이 발생하지 않을 때까지 가해준 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 이

용하여 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 연접한 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 원심분리한 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 30oC 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 100㎖에 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, 유리당, 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 40μl의 protease(Sigma; P8775)를 넣고 37℃ 에서 30분간 항온처리(incubation)한 후 여기에 각각 50μl의 α-amylase(Sigma; A3403)와 amyloglucosidase(Sigma; A9913)을 넣고 60℃에서 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 5㎖의 증류수에 넣고 상온에서 1 시간 동안 녹인 후 0.45μm Whatman membrane filter를 이용하여 여과하였다. 다음, 용액 2㎖를 Sepharose CL-4B column(1.8 x 90 cm)에 주입한 후 증류수를 이용하여 0.3㎖/min의 속도로 용출하였으며, 각각 2.1ml씩 분획하였다.

제 3 절 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[26]에 의하여 보고된 밀기울의 흡착등온곡선(sorption isotherm)에 의하면 일반 저장온도인 25°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 범위내에 있는 것으로 판단된다.

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[26]의 흡착등온곡선에 의하면 수분활성도가 약 0.15에 불과하다. 따라서, 열처리는 가열과정에서 미생물 살균, 효소 불활성화 및 수분활성도의 감소에

따라 밀기울의 안정성에 기여할 수 있다.

Table 4-2. Chemical composition of wheat bran samples

Components (%)	Treatments						
	RAW	TO	RO	DR	AU+DR	MI+DR	EX
Moisture	12.6	0	0.7	2.4	2.3	1.6	6.0
Crude fat[1]	3.9	3.7	4.2	3.0	2.7	2.8	2.1
Crude protein[2]	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[3]	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

[1] Diethylether extract ; [2] N x 5.7 ; [3] Sum of neutral sugars and uronic acid

수분함량 다음으로 차이를 보이는 성분은 Klason 리그닌으로서 원료 밀기울에 비하여 약 10~55% 증가하였다. 실험방법에서 서술한 바와 같이 Klason 리그닌은 24 N H_2SO_4에 의한 가수분해와 2 N H_2SO_4에 의한 가열처리에도 분해되지 않는 부분으로서, 순수한 리그닌 성분이외에 메일라드 반응생성물(Maillard reaction products), 탄닌 등의 polyphenols, 일부 세포벽 단백질 등을 포함하고 있다[27,28]. 즉, 가열공정에서 밀기울내의 단백질과 당성분의 반응생성물에 의하여 Klason 리그닌 함량이 증가한 것으로 보인다. Anderson과 Clydesdale[29]은 밀기울을 100°C에서 30~60분간 toasting 했을 때, Theander[30], Theander와 Westerlund[31], Siljeström[32] 등은 밀가루를 압출성형, 드럼건조, autoclaving 했을 때 Klason 리그닌이 증가하였다고 보고하였다. 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[34], 일반적으로 단백질 및 칼슘, 마그네슘, 철분, 아연 등 무기질의 이용을 저해시키는 것으로서 알려져 있다[35,36]. 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[37]. 이러한 식물 세포벽의 수용화는 식이섬유의 생리활성[10,38,39]과 관능특성[40]에도 영향을 미치는 중요한 현상이다.

열처리 과정에서 식이섬유 성분의 변화는 크게 두가지 요인 즉, 가열처리과정에서 불용성 식물세포벽으로부터 식이섬유 성분이 용해(solubilization)되거나 혹은 저항전분(resistant starch), 메일라드 반응물 등에 의한 새로운 식이섬유 성분의 생성으로 해석될 수 있다. 전자의 경우에는 강한 결합력의 세포벽을 깨기 위한 높은 에너지를 필요로 하는데, 대표적으로 압출성형[41-43]이나 autoclaving[29,44]이 이에 해당한다고 볼 수 있다. 특히, 압출성형에 의한 경우 가열효과 이외에도 고압과 강한 전단력을 수반하여 보다 효율적으로 세포벽을 용해시키는 것으로 알려져 있다[37]. 반면에 후자의 경우는 상대적으로 격렬한

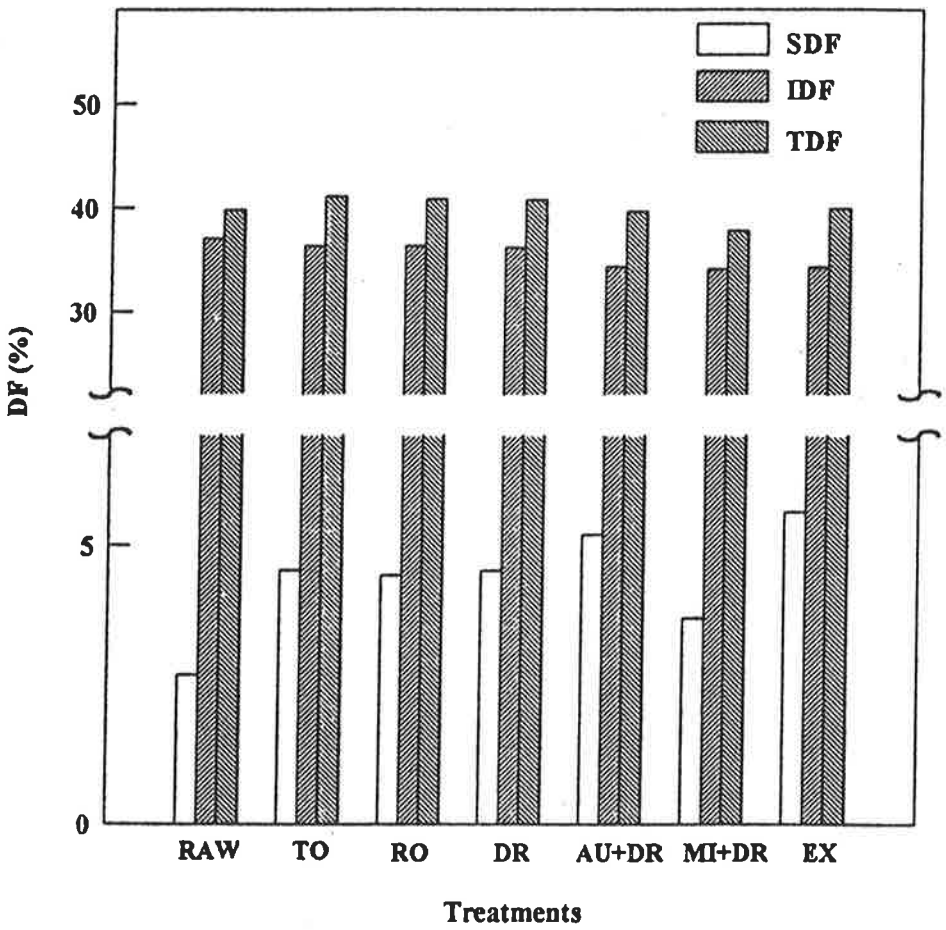


Fig. 4-1. Effect of thermal treatments on dietary fiber (DF) content of wheat bran (dry basis)

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[45-47]. 한편, 앞에서도 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[23]의 SDF 측정법에 적용되는 80% 에탄올에는 침전되지 않는 저분자 성분이기 때문으로 해석된다.

3. 밀기울의 물성에 대한 가열처리 효과

Fig. 4-2는 가열처리에 따른 밀기울의 수분용해지수(WSI)의 변화를 나타낸 것이다. 원료 밀기울의 15.76%에 비하여 시료 TO, RO의 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[48]. 즉, 건열처리에 의한 단백질의 변성과 그에 따른 불용화는 시료 TO, RO의 WSI가 감소하게 된 주원인으로 생각된다. 반면에 습열처리한 다른 시료의 경우에는 WSI가 증가하였고 특히, 시료 MI+DR, EX의 경우 약 65%의 WSI 증가율을 보였다. 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

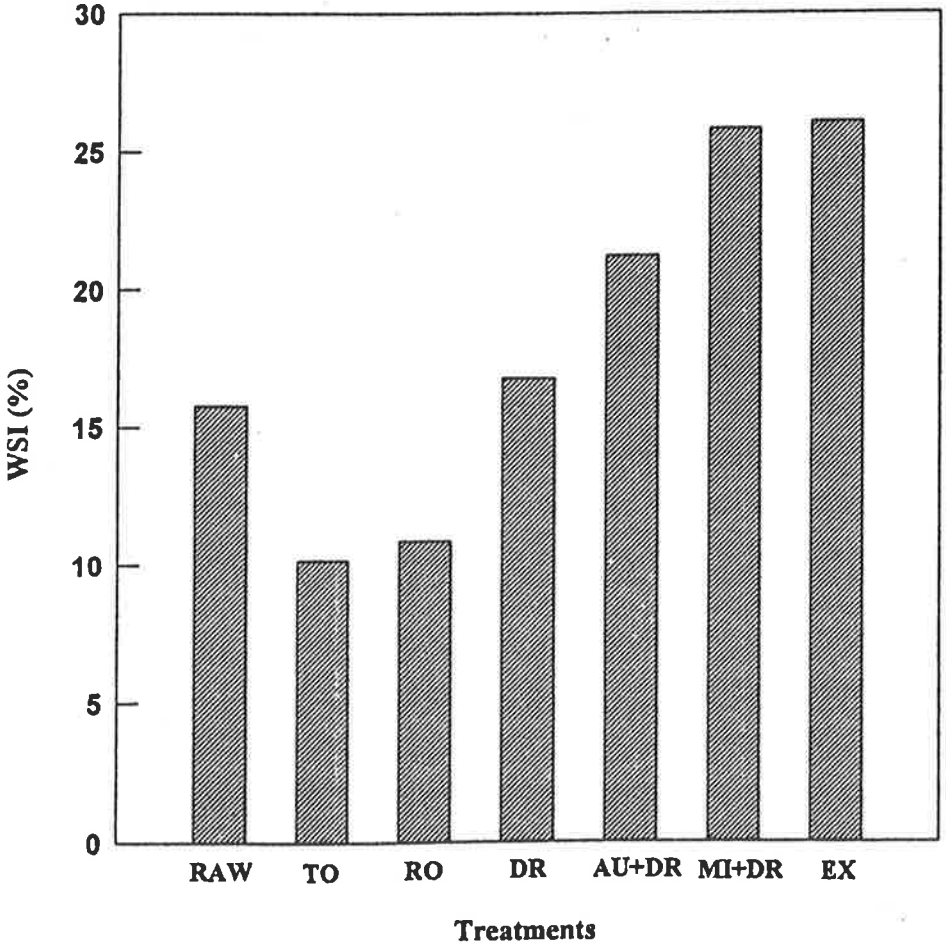


Fig. 4-2. Effect of thermal treatments on water solubility index (WSI) of wheat bran (dry basis)

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[37]. 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[49]. 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 consideration)을 통한 더 상세한 연구를 필요로 한다[26,50,51]. 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, 두인자

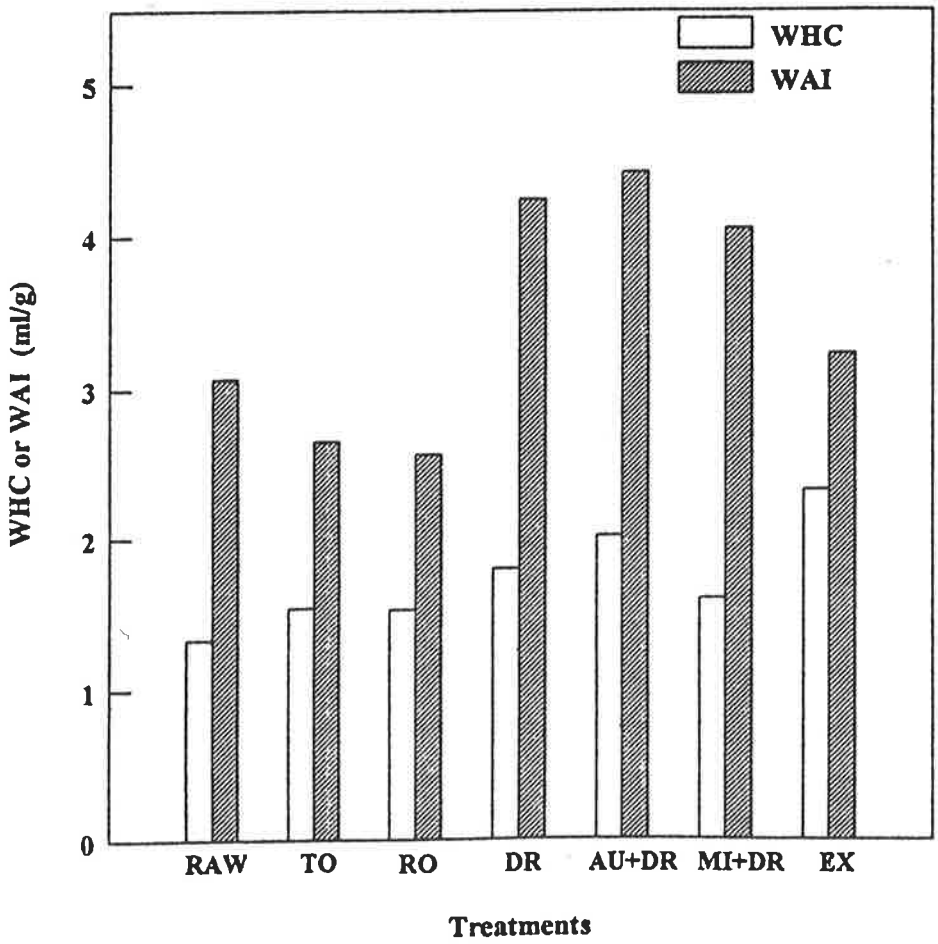


Fig. 4-3. Effect of thermal treatments on water holding capacity (WHC) and water absorption index (WAI) of wheat bran (dry basis)

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

의 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[52,53]. 그런데 식이섬유의 기능성은 입자크기 뿐만 아니라 구조적 특징에 의하여 영향을 받게 되므로 본 연구에서의 용적밀도 x 팽화도는 식이섬유의 기능성을 나타내는 하나의 척도로서 이용될 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 앞의 실험방법에서 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 측정하므로써 WHC와 이에 따른 각종 기능성 및 생리활성의 예측이 가능할 것으로 보인다. 이 같은 상관관계는 본 연구에서 밀기울에 대하여 처음으로 관찰된 것

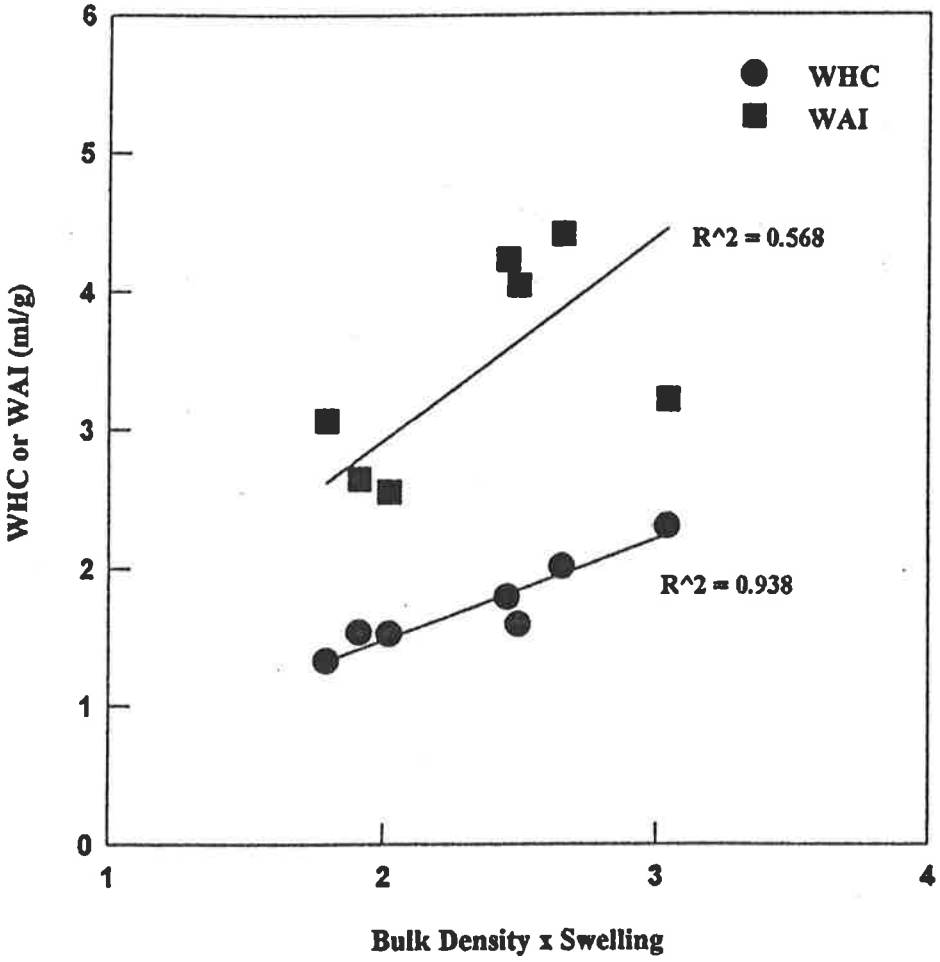


Fig. 4-4. Correlation of bulk density x swelling with WHC and WAI

으로 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[54]은 식이섬유의 기름흡착능력은 입자의 표면특성에 의하여 결정된다고 하였다. 한편, Caprez 등[55]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 TO와 RO의 경우 전분입자의 외곽부분이 건열처리과정에서 손상된 것을 알 수 있다. 시료 DR을 보면 전분입자가 드럼건조 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, 이러한 과정에서 앞에서도 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[56]과 Ning 등[57]도 밀기울과 옥수수 브랜의 매끄럽고 조밀한 표면구조가 압출성형에 의하여 거칠고 다공성의 표면구조로 변화하였다고 보고하였다.

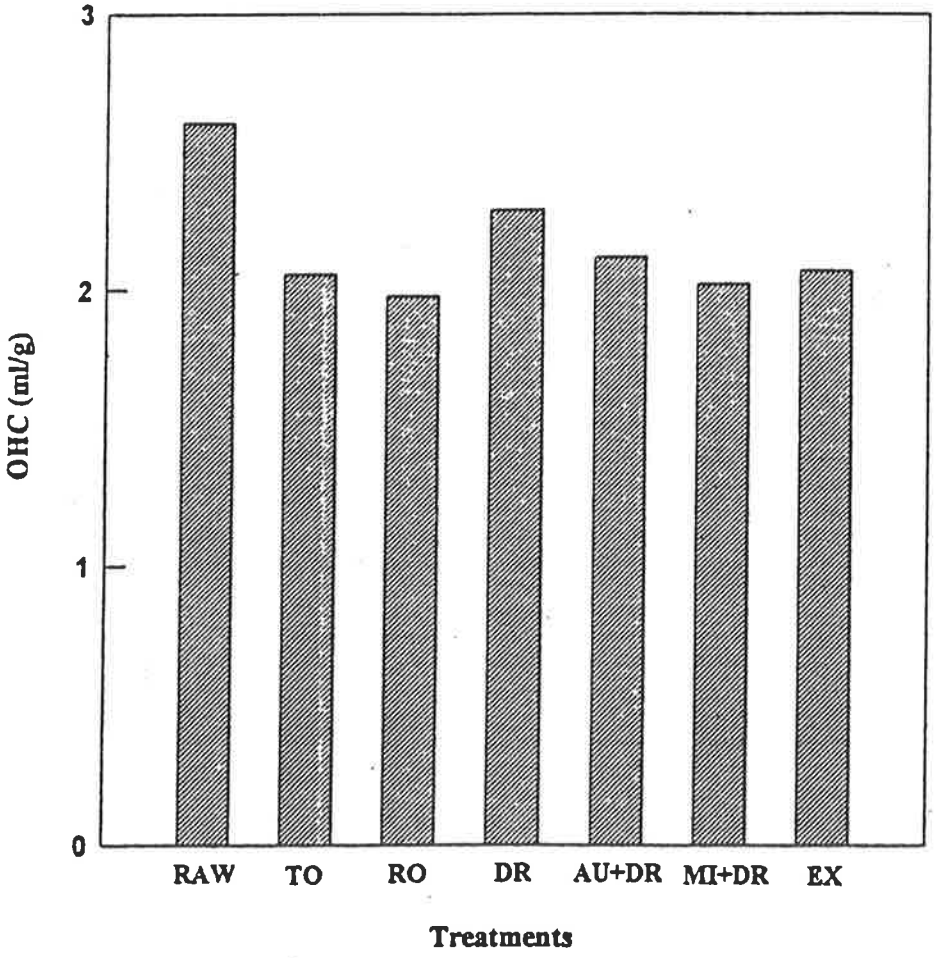
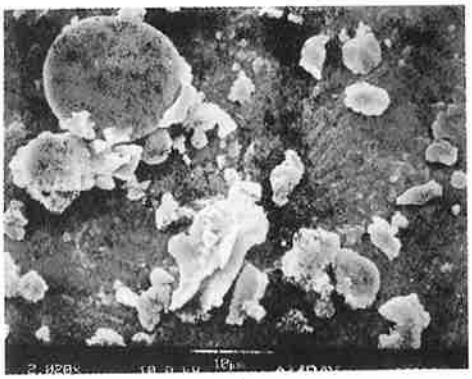
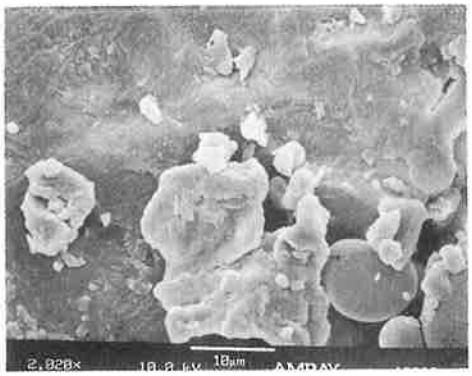
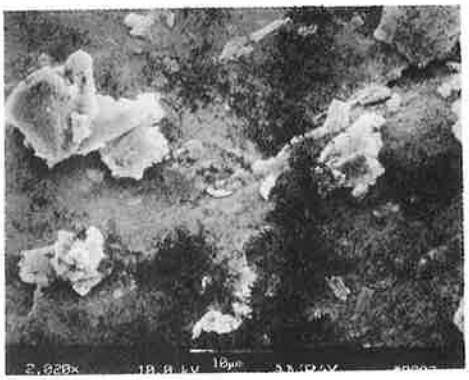


Fig. 4-5. Effect of thermal treatments on oil holding capaciaty (OHC) of wheat bran (dry basis)

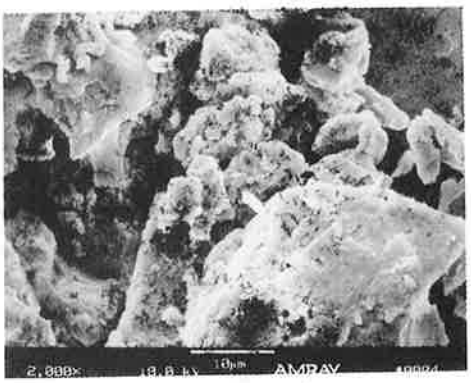
(a)


(b)


(c)


(d)

(e)


(f)

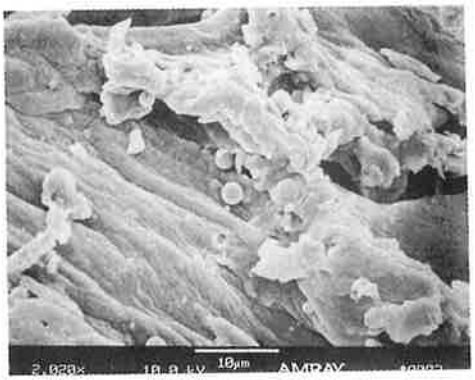

(g)

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.

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

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

	Treatments			
Components	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

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(WSNSP)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 WSNSP의 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 WSNSP 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 WSNSP의 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[58], 두류[59], 과채류[60,61] 및 해조류[62] 등 식물 세포벽의 수용화 및 이에 따른 수용성 식이섬유의 증가에 대한 많은 결과가 보고되고 있다. 이같은 수용성 식이섬유의 증가는 결과적으로 여러 가지 생리학적인 기능성을 제공하게 된다[63]. 압출성형에 의한 식물 세포벽의 수용화 현상을 다룬 총설이 최근 발표된 바 있다[37].

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 보

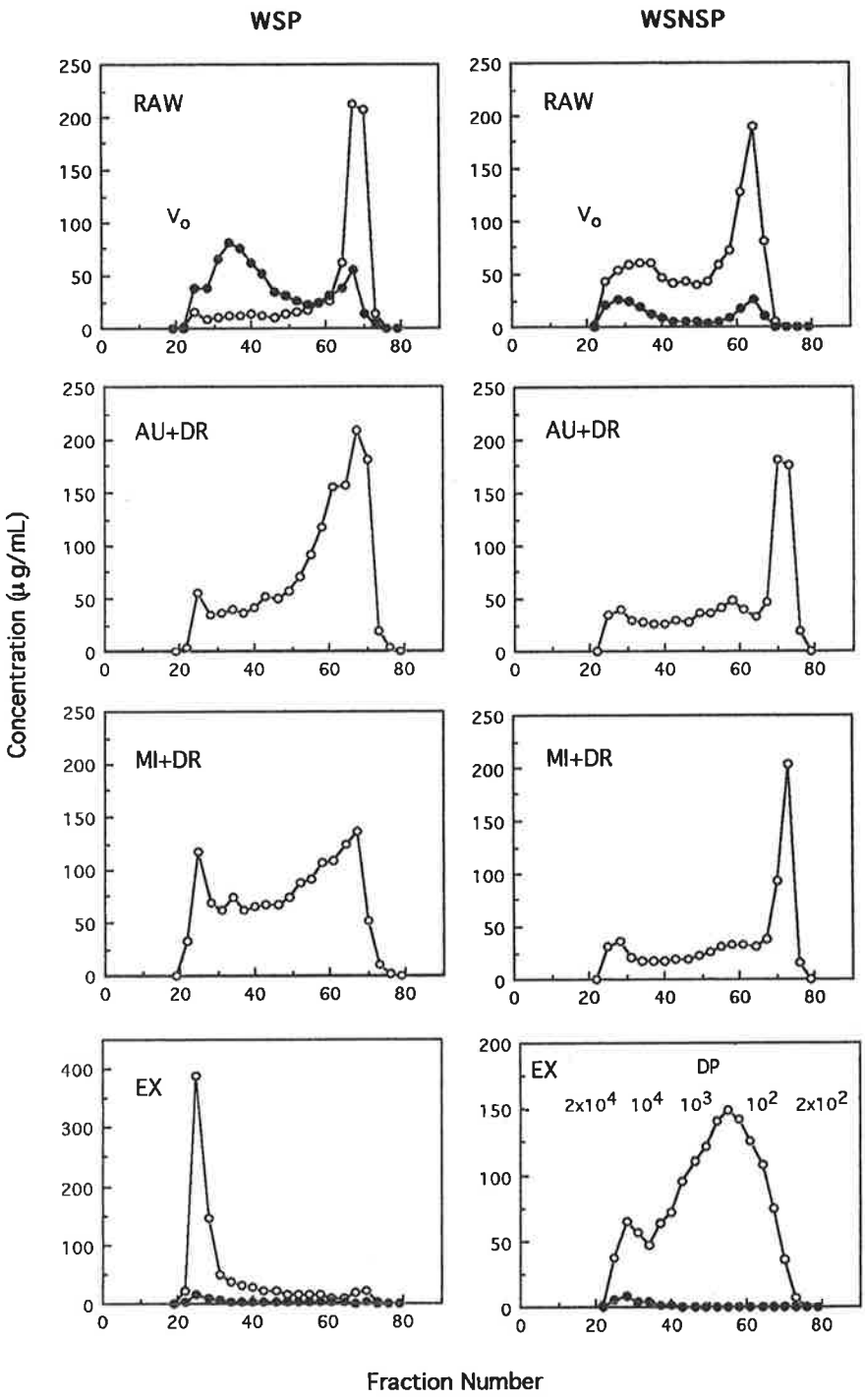


Fig. 4-7. Sepharose CL-4B gel filtration of water soluble polysaccharides (WSP) and non-starch water soluble polysaccharides (WSNSP) of wheat bran
- - : total sugars; - - : proteins

이는 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.

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

	WSP				WSNSP			
Sugars	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

밀기울과 같은 곡류의 세포벽은 셀룰로오스로 이루어진 microfibril 골격구조에 헤미셀룰로오스의 일종인 arabinoxylan이 채워져 matrix를 형성하고 있다[64]. 반면에 과채류의 경우에는 펙틴 물질이 곡류의 arabinoxylan과 비슷한 역할을 하는 것으로 알려져 있다[65,66]. 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[14,65,67]. 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 이같

은 결과는 세포벽에 가해지는 변형력의 차이에 따라 다르게 나타날 수 있으므로 좀 더 세부적인 연구를 필요로 한다.

제 4 절 참고문헌

1. Vetrimani, 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 extrudated 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, C.T., Cho, 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. Dey, P. M. and Brinson, K. : Plant cell walls. *Adv. Carbohydr. Chem. Biochem.*, **42**, 265(1984)
65. 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).
66. Jackman, R. L. and Stanley, D. W.: Perspectives in the textural evaluation of plant foods. *Trends Food Sci. Technol.*, **6**, 187 (1995)
67. 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 우리밀 시제품의 개발

제 1 절 국수

국수는 곡분을 원료로 하여 가공한 동양의 전통음식으로서 한국, 일본, 중국 및 동남아 국가에서 제조하고 있으며, 면발의 제조방법에 따라서 수인면(연신면), 세절면, 압출면으로 구분할 수 있다[1]. 그리고 면의 상태에 따라 건면, 생면, 숙면, 즉석면, 냉동면, 파스타 등으로 종류를 나눌 수 있다.

한편, 국수의 품질특성은 종류에 따라서 크게 차이가 나며, 품질에 영향을 주는 인자는 밀의 품종, 재배지역, 단백질 함량, 제분율, 제분과정중 전분립의 손상정도 등과 같은 밀가루 자체의 품질과 제면공정에 있어서 물과 밀가루의 비율, 혼합과정, 소금의 양, pH, 건조조건 등이 있다.

본 절에서는 우리밀중 탑동과 그루밀을 사용하여 국수를 제조하고, 제조한 국수의 물성특성과 관능검사를 통하여 우리밀 국수의 제품성을 평가하였다.

1. 국수의 제조

탑동밀과 그루밀(통밀)을 이용한 국수제조실험은 중력분을 대조구로 실시하여 품종간의 제면특성을 비교하였다. 국수의 제조는 2kg의 밀가루에 12.2%의 식염수를 940g 가하여 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 2.5mm 두께가 되도록하여 3mm의 폭이 되도록 절단하였다. 제조가 완료된 국수는 소량의 밀가루를 이용하여 서로 결착되지 않도록 한 다음 밀폐용기에 담아 8℃의 냉장고에 보관하며 물성측정 및 관능검사를 실시하였다.

2. 국수의 물성측정

품종별(수입산, 그루, 탑동)로 제조한 국수의 텍스쳐 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 실험은 조리 전과 조리 후로 나누어 물성을 측정하였고, 15회 이상 반복 측정한 결과를 SAS Package[(2)]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

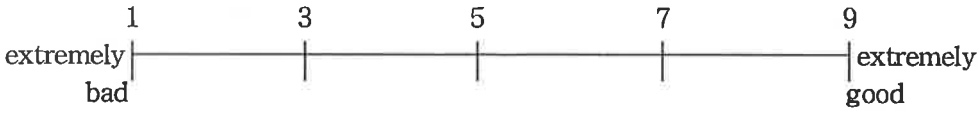
수입산 밀과 국내산 통밀(그루, 탑동)으로 제조한 생면에 대한 관능검사는 본 실험에 관심을 가지고 있는 연구원중 12명을 선발하여 채점법으로 평가하도록 하였다. 조리방법은 2L의 끓는 물에 500g의 국수를 5분간 삶은 후 흐르는 물로 1분간 냉각시켜 놓고, 검사시 사용할 국물은 멸치다시다(제일제당)를 1%로 만들어 약 60℃로 유지시켰다. 냉각시킨 국수를 온도를 유지할 수 있는 그릇에 약 30g을 넣고, 약 70 ml의 국물을 부어 관능검사를 하도록 하였다. 각 시료의 관능적 특성은 설문지(Fig. 5-1)와 같이 외관, 색, 조직감, 맛 및 기호도의 순으로 선상에 평가하도록 하였고, 검사결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정[(3)]을 이용하여 분석하였다.

설 문 지

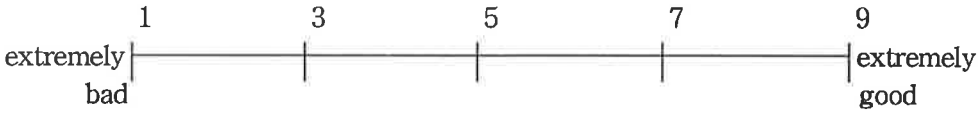
날자 : 년 월 일
성명 :

앞에 놓인 국수를 외관, 색, 조직감 및 기호도의 순으로 평가하여 주십시요.

1. Appearance

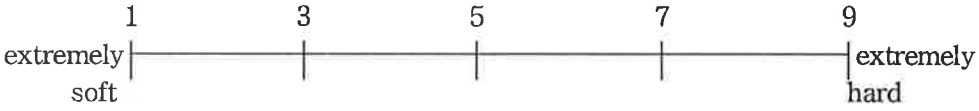


2. Color

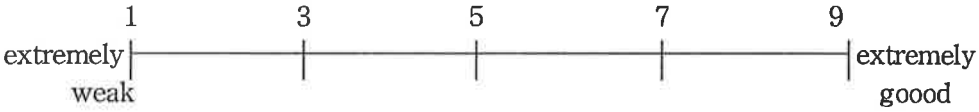


3. Texture

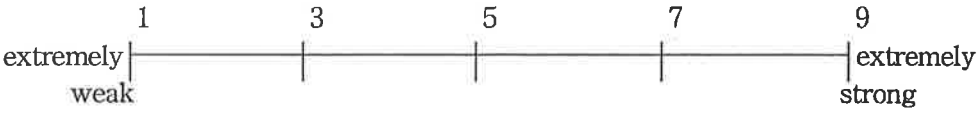
o Hardness



o Elasticity



4. Taste



5. Acceptability

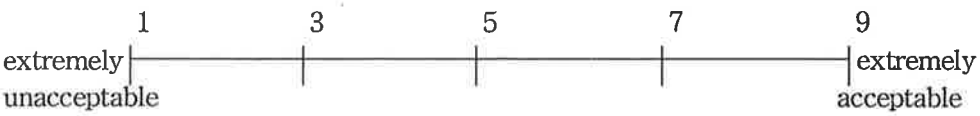


Fig. 5-1 Questionnaire for sensory evaluation

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 test결과로 탄력성(springiness)은 수입밀로 제조한 대조구와 그루밀은 거의 차이가 없었으나, 탑동밀은 0.33의 측정값으로 탄력성이 높았다. 껌성(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)	Chewines (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 조러 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 눌렀을때 복원되는 탄력성이 조리 전의 시료보다 높게 되고 씹었을때 흩어지지 않고 뭉쳐있으려 하는 응집성도 증가 하였다고 볼 수 있다. 껌성은 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(㎜)
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 탑동밀로 제조한 국수시료에서는 큰 차이를 보이지 않았고, 씹힘성은 조리 전보다 전반적으로 높은 값이었다. 견고성은 대조구보다 그루와 탑동구가 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, 탑동밀 국수가 높은 값을 보였고, 면적, gradient의 경우 조리 전과 동일한 결과를 보였다.

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

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

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

국수는 백색이어야 한다는 고정관념 때문이라 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 국수의 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^{a}	7.0 ± 1.1^{a}	5.1 ± 1.4^{b}	5.4 ± 1.5^{a}	7.0 ± 0.8^{a}	7.1 ± 0.8^{a}
Kru	5.4 ± 0.8^{b}	6.1 ± 1.2^{ab}	5.4 ± 1.3^{b}	5.7 ± 1.0^{a}	6.3 ± 1.0^{a}	6.4 ± 0.3^{a}
Tapdong	4.9 ± 1.2^{b}	5.4 ± 1.8^{b}	7.1 ± 1.1^{a}	5.7 ± 1.8^{a}	4.1 ± 1.0^{b}	4.2 ± 1.4^{b}
F-value	10.81^{**}	4.55^{**}	9.5^{**}	0.13	34.41^{**}	20.68^{**}

* significance at 5%

Fig. 5-2는 국수의 텍스쳐 측정값중 절단실험시의 견고성(hardness)과 관능검사결과의 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. 5-3). 즉 기계적 측정치인 견고성이 증가하면 기호도는 감소하였고, 관능검사 항목중 견고성과 기호도의 관계를 조사한 결과(Fig. 5-4)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.

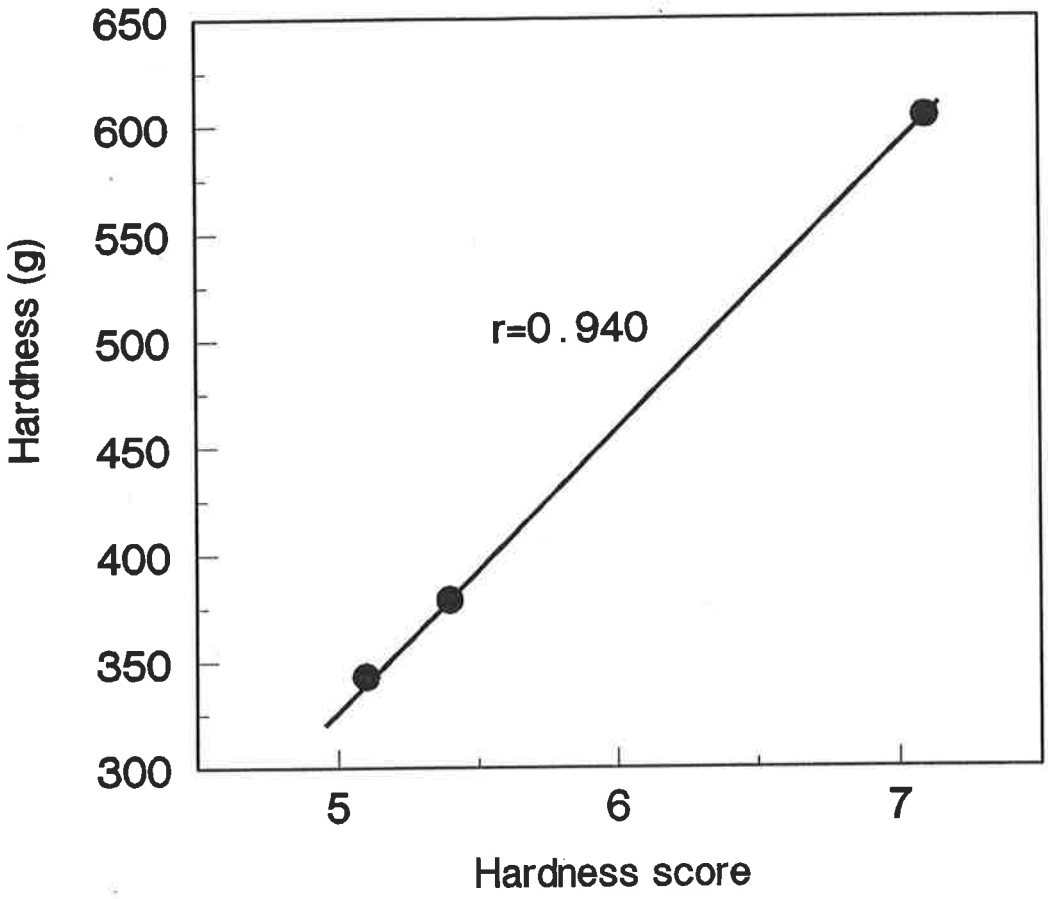


Fig. 5-2. Relationship between hardness score of sensory and hardness by cutting test

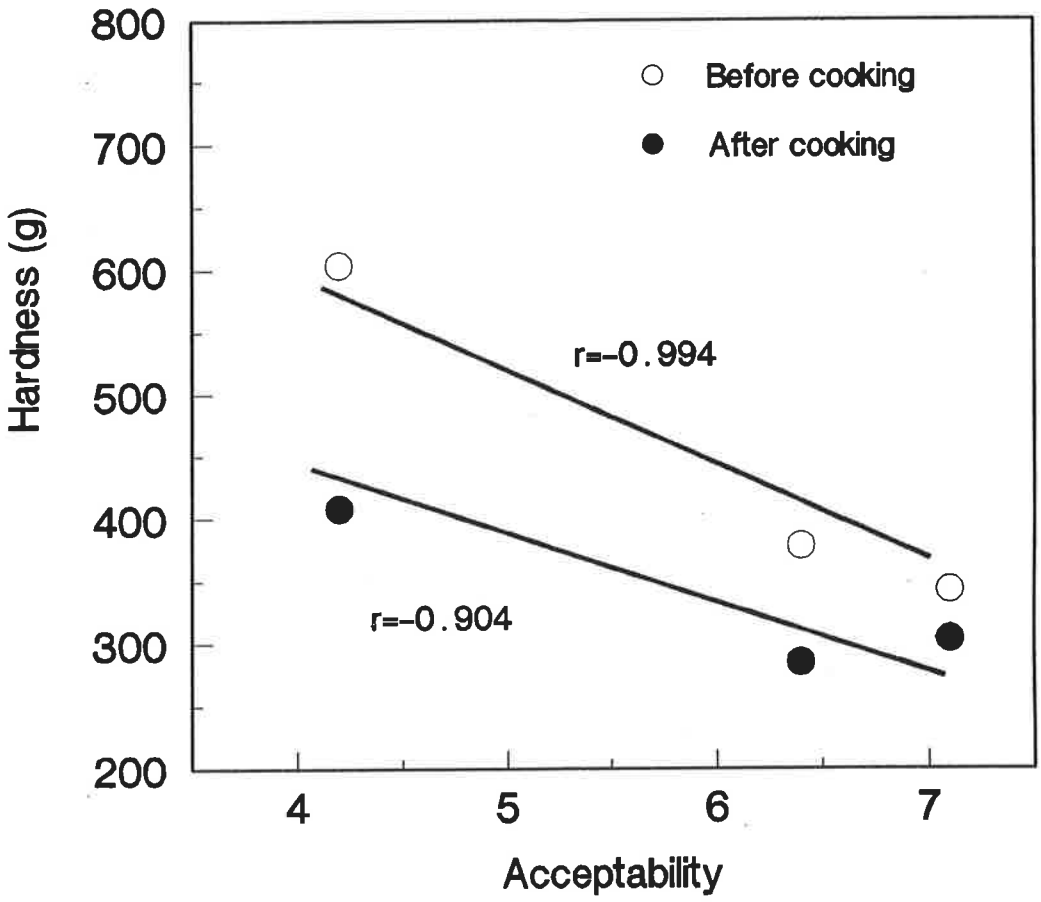


Fig. 5-3. Relationship between sensory score and hardness by cutting test

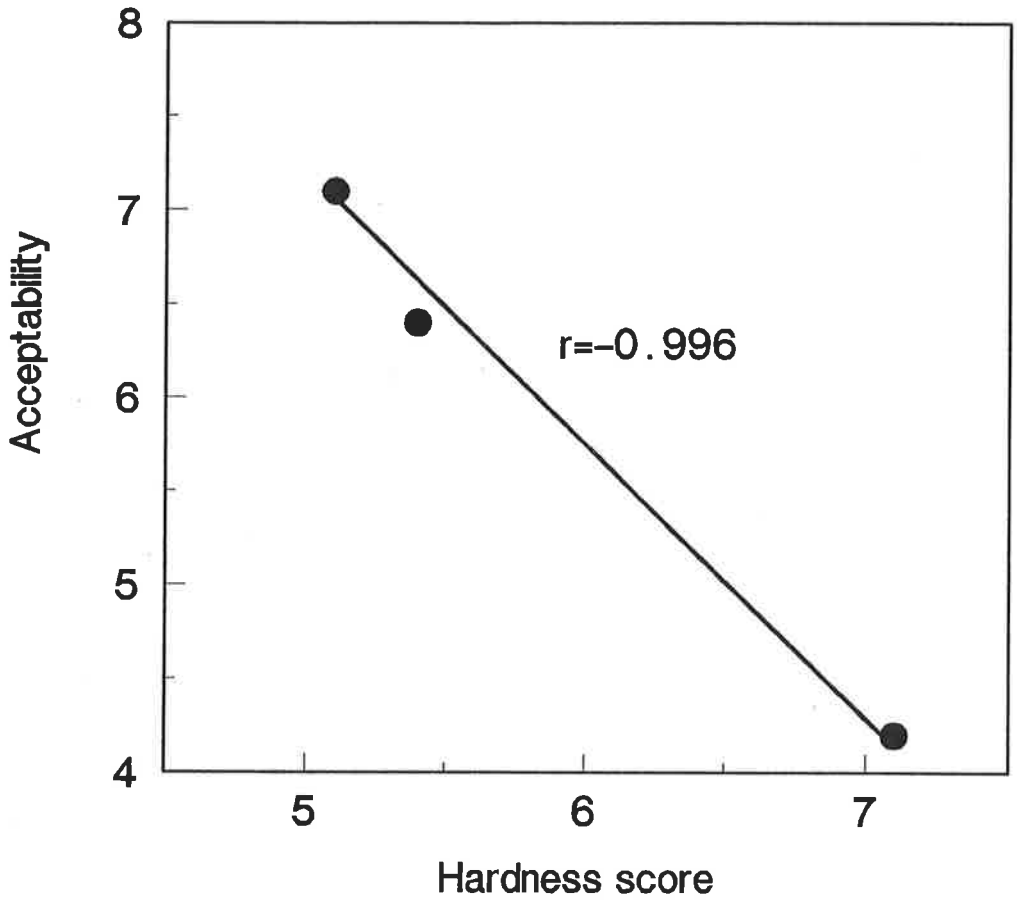


Fig. 5-4. Relationship between acceptability and hardness on the sensory evaluation

제 2 절 즉석 생면

국내산 밀가루를 이용한 제품의 다양화와 소비저변 확대를 위한 방안의 하나로서 국내산밀을 이용한 새로운 식품형태를 검토한 결과, 면류제품에서의 가능성이 가장 높은 것으로 판단되었다. 국내산 밀가루품종들에 대한 물리적인 특성을 측정한 결과, 특히 그루밀이 제면용으로 적당함을 알 수 있었는데 이를 이용하여 최근 각광을 받고 있는 튀기지 않은 면(생라면)을 제조하여 수입산 밀로 제조한 대조구와 비교하여 물리적 특성 및 관능검사를 실시하였다. 생라면의 특성은 수분을 조리한 것과 같은 수준으로 함유하고 있어서 조직감이 좋으며 끓는 물만 있으면 1분이내에 먹을 수 있다는 장점이 있어 간편함을 추구하는 최근의 경향에 잘 부합되는 형태로 알려져 있다.

생면은 생면, 생숙면, 냉동면 등으로 나뉘며, 생면과 반생면은 칼국수 형태로, 생숙면은 끓는 물에 익힌 상태이며, 냉동면은 생숙면을 냉동시킨 것이다. 그리고 생숙면은 LL(Long life)면과 SL(Short life)면으로 분류되며 LL면은 유통기간을 길게 하기 위한 공정으로서 레토르트 살균과 유기산의 처리 등의 기술적인 know-how가 요구되는 것으로 알려져 있다[6].

1. 실험재료

시료로 사용한 밀가루는 1차년도의 결과에서 반죽적성이 양호하였던 탑동품종과 점착성과 흡수율이 높았던 그루 품종을 우리밀 운동본부 산하 우리밀 아산공장에서 제공받았고, 대조구로 중력분(제일제당)을 구입하여 실험에 사용하였다.

2. 국내산 및 수입산 밀가루의 반죽특성 비교

1) 패리노그래프(Farinograph)에 의한 반죽특성

밀가루의 반죽특성은 AACC방법[4]에 의해 패리노그래프(Brabender Ltd.,

Duisburg, Germany)를 이용하여 측정한 패리노그램으로부터 흡수율, 도달시간, 안정도 및 약화도를 측정하였다.

각 시료는 수분 함량 14%의 밀가루 300g을 기준으로 수분 함량을 (1)의 식에 넣어 환산한 후 일정량의 시료를 취하여 mixing bowl에 넣는다. 실험을 실시하기 전에 시료를 넣는 mixing bowl과 시료에 첨가되는 증류수의 온도를 30℃가 되도록 한 후, 뷰렛에 30℃의 증류수를 채우고 영점을 맞춘다. 뷰렛 끝을 mixing bowl의 증류수를 첨가할 수 있는 위치로 조정한 후 예비 실험을 통해 확인된 총수분 흡수율의 95% 정도를 신속하게 가수한 다음 소량의 물을 첨가하면서 패리노그래프의 눈금이 500B.U. 선을 유지하도록 조정하였다.

$$\frac{86.0}{A} \times 300 = B\ g \qquad (1)$$

(A = 100 - 시료의 수분함량)

2) Texture analyser에 의한 반죽의 물성측성

(1) 반죽 형성

국내산 밀인 탑동과 그루 품종 그리고 대조구로 시판품인 수입산 밀가루의 수분함량을 14%로 환산시킨 밀가루 300g을 시료로 취하여 패리노그래프의 mixing bowl에 넣은 후, 증류수를 밀가루 시료 중량의 60%, 65%, 70%가 되도록 첨가한 다음 10분간 혼합하여 반죽을 형성시켰다. 또 각각의 밀가루 시료에 대하여 시판 밀가루(제일제당, 중력분)를 중량비로 각각 10%, 20%, 30%를 대체하여 반죽을 제조하였다.

(2) 점착성(stickiness)

패리노그래프를 이용하여 형성시킨 밀가루 반죽을 15g 취하여 Texture analyser(TA XT-2, Stable Micro Systems, Ltd., U. K.)를 사용하여 adhesiveness test를 하였다. 이때 사용한 accessory는 Stable Micro Systems(U. K.)의 Chen-hoseney dough stikiness cell(A/DSC)과 25mm

perspex cylinder probe였고(Fig. 5-5), 측정조건은 test option: adhesive test, pre test speed : 2mm/sec, test speed : 0.5 mm/sec, post test speed : 1 mm/sec, distance : 4mm, trigger force : 5g이었다. 각각의 실험은 5회 실시하여 통계 처리하였다.

(2) TPA(texture profile analysis) test

반죽 20g을 취하여 지름 50mm, 높이 10mm 원통형 용기에 담아 Texture anlayser(TA XT-2, Stable Micro Systems, Ltd., U. K.)를 사용하여 측정하였다. 측정조건은 test option: TPA(texture profile analysis) test, pre test speed : 2mm/sec, test speed : 0.5 mm/sec, post test speed : 5 mm/sec, distance (strain): 30 %, trigger force : 20g이었으며, 25mm perspex cylinder probe를 사용하였다. 각각의 실험은 5회 실시하여 통계 처리하였다.

3. 첨가물에 의한 밀가루별 반죽특성 비교

(1) 국수용 반죽 형성

국수의 일반적 제조 방법[13]을 응용하여 국내산 및 수입산 밀가루는 수분함량 14%기준으로 하였다. 이 밀가루 300g을 12.2% salt solution을 첨가하여 밀가루 전체 수분함량이 47%가 되도록 반죽한 후, 밀폐용기에 담고 28℃에서 2시간 동안 숙성시켜 수분평형에 도달하도록 하였다. 이렇게 형성된 반죽을 Texture analyser의 accessory인 dough preparation set(Fig. 5-6)를 이용하여 3회 압축 실험한 결과를 대조구로 사용하였고, 국내산 전분과 수입산 전분을 각각 1 ~ 5%수준에서 1% 간격으로 중량비로 첨가하여 반죽을 형성하였다.

(2) TPA test

국수용 반죽 20g을 취하여 지름 50mm, 높이 10mm 원통형 용기에 담아 TPA 측정을 하였다(Fig. 5-7). 이때 probe는 25mm perspex cylinder를 이용하였고, 측정조건은 test option:TPA test, pre test speed : 2mm/sec, test speed :

0.5 mm/sec, post test speed : 5 mm/sec, distance (strain): 30 %, trigger force : 20g이었다. 각각의 실험은 5회 실시하여 통계 처리하였다.

(3) 인장강도 측정

인장강도 측정용 시료는 전술한 조건에 따라 제조된 국수용 반죽을 Texture analyser의 accessory인 면류용 시료 성형기에 반죽 50g을 넣고 압착하여 국수 형태로 성형한 다음 건조 방지를 위해 밀봉하였다가 Kieffer dough & gluten extensibility rig(Stable Micro Systems, Ltd., U. K.)로 gluten 강도에 따른 국수의 인장능력을 측정하였다(Fig. 5-8). 이때 측정 조건은 test option: return to start, pre test speed : 2mm/sec, test speed : 1 mm/sec, post test speed : 5 mm/sec, distance : 25mm, trigger force : 20g이었고, 조리하지 않은 국수형태의 반죽으로 한 가닥씩 놓고 10회 실시하여 통계 처리하였다.

4. 국내산 및 수입산 밀의 제면특성

(1) 국수제조

국내산 밀품종인 그루와 탑동을 시판 밀가루와 중량비로 10%, 20%, 30%를 대체하여 체로 쳐 놓는다. 이를 수분함량 14%로 환산한 밀가루 300g에 12.2% salt solution을 첨가하여 수분함량 47%가 되도록 반죽한 후, 밀폐용기에 담고 28℃에서 2시간 동안 숙성시키면서 수분 평형에 도달하도록 하였다. 이 반죽을 dough preparation set를 이용하여 3회 압축하고 2mm가 되도록 3회 rolling한 후, 국수 제조기(Electric pasta making machine, Atras electric MOD.150, Italy)로 면을 제조한 다음, 소량의 같은 품종의 밀가루를 겉에 뿌려 부착을 방지하고 냉장 보관하면서 시료로 이용하였다. 이때 제조된 국수의 두께는 2mm였고, 폭은 5 mm였다.

(2) 국수의 조리

끓는 물 2L에 국수 50g을 넣고 5분간 조리한 후 체로 건져낸 후, wrap으로

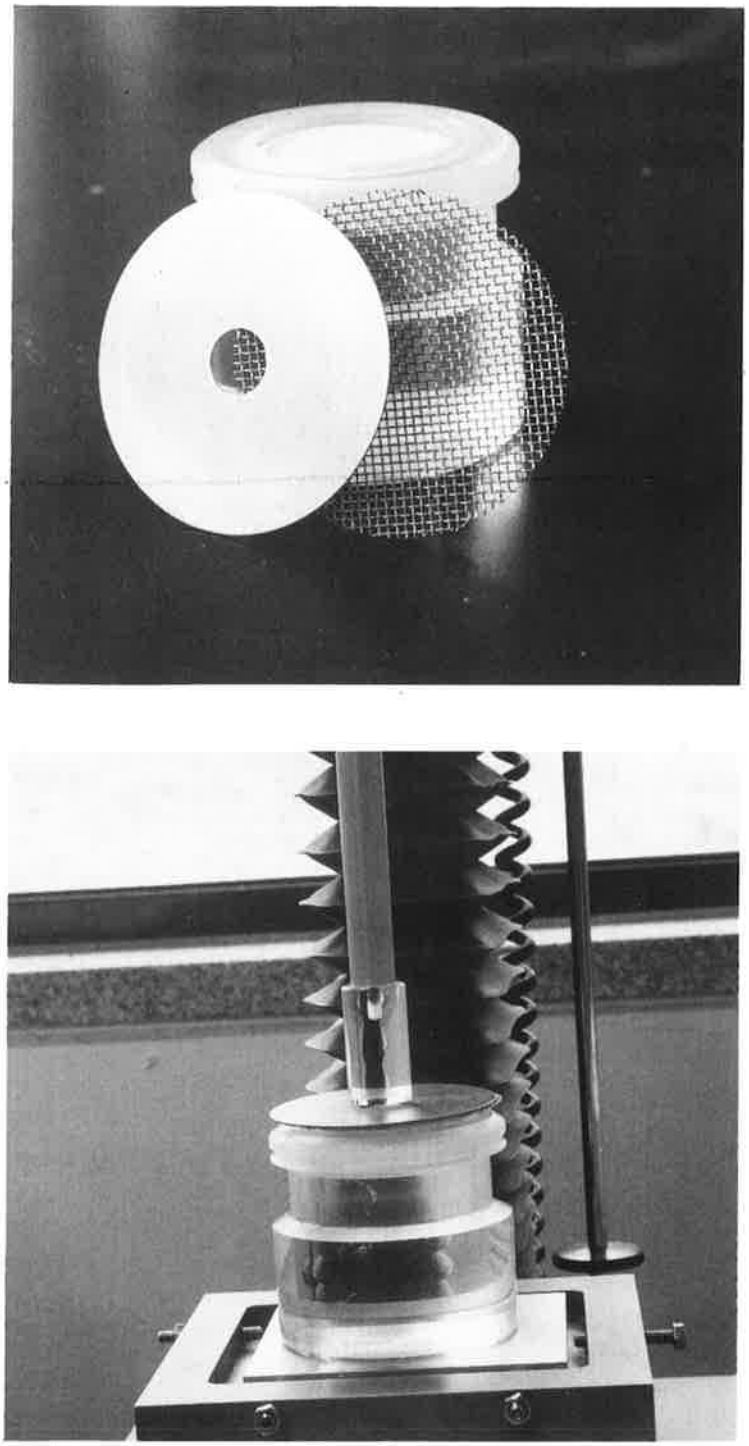


Fig. 5-5. Chen-hoseney dough stickiness cell and stickiness test of wheat flour dough

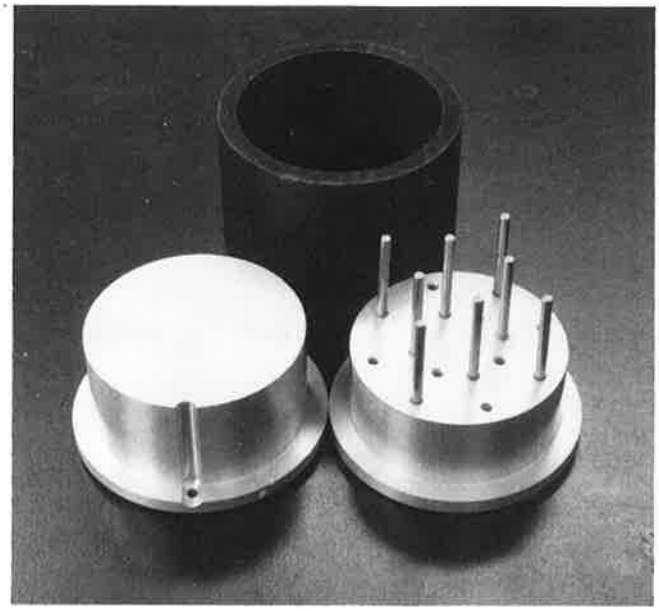


Fig. 5-6. Dough preparation set

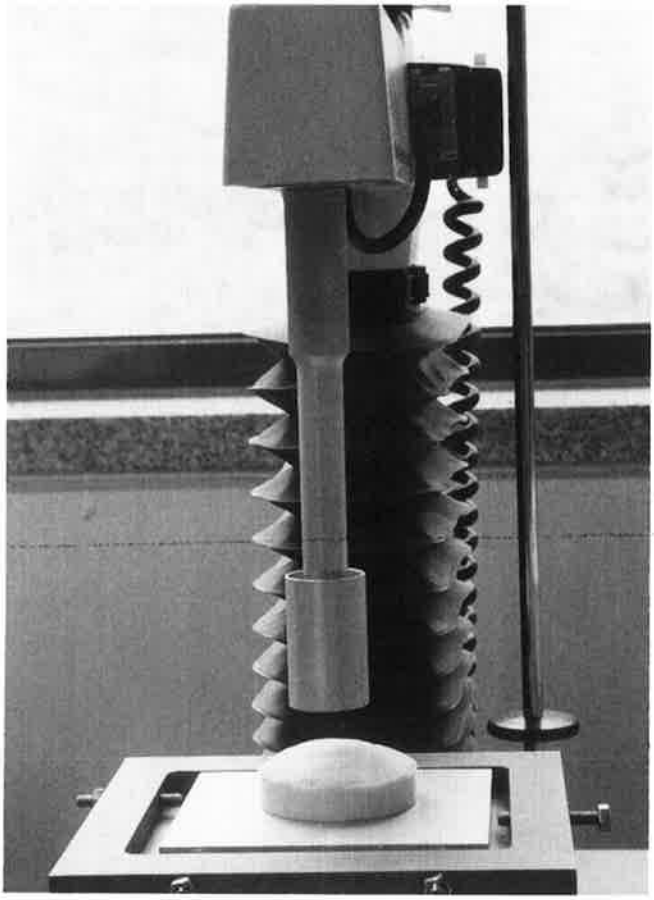


Fig. 5-7. Texture proflie analysis of wheat flour dough

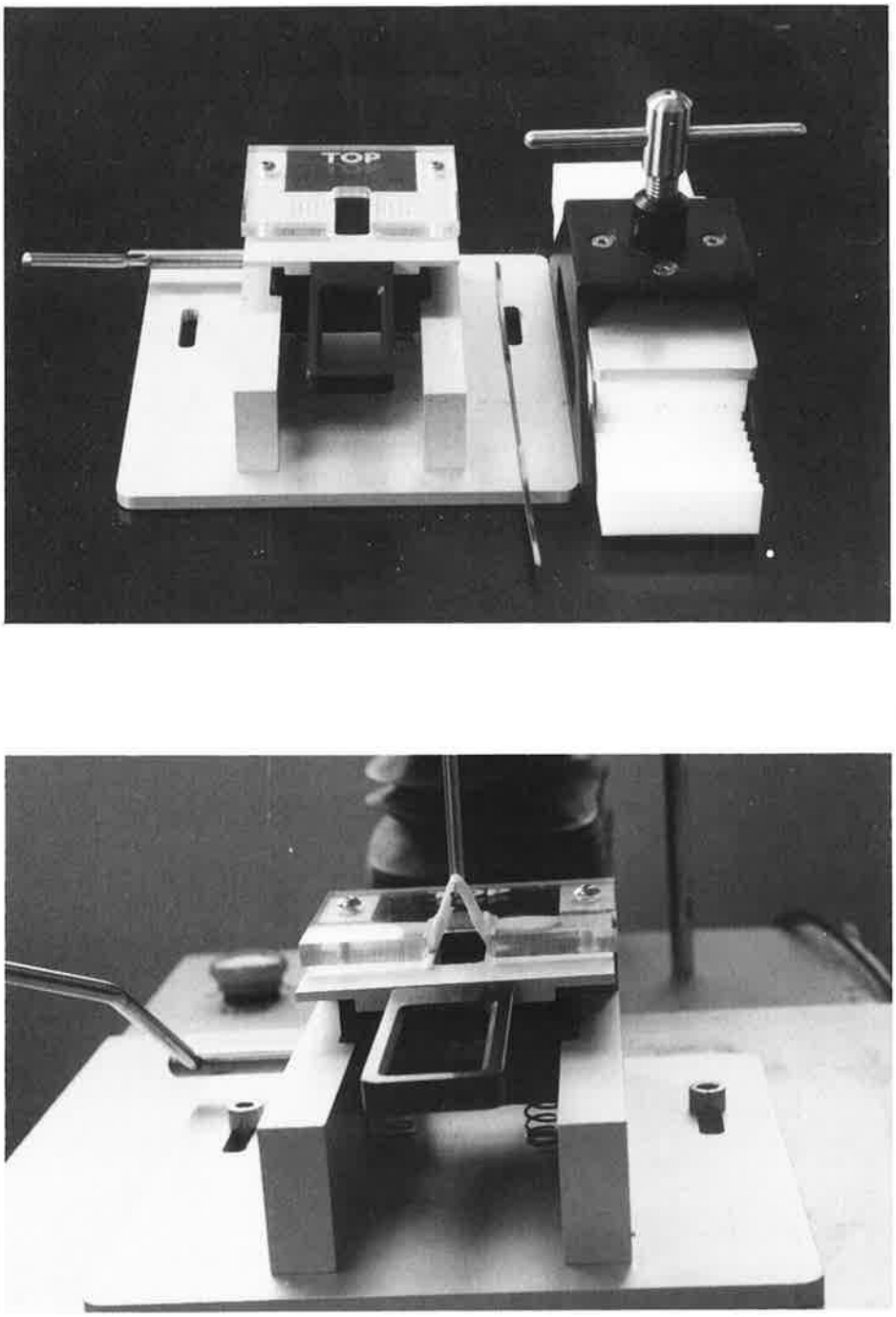


Fig. 5-8. Kieffer dough and gluten extensibility rig and extensibility test of wheat flour dough

감싸 수분 증발을 막으며 측정하였다.

(3) 국수의 물성 측정

Texture analyser의 accessory인 Spaghetti/noodle test rig(Fig. 5-9)를 이용하여 인장강도와 TPA test를 하였다. 인장강도의 경우 측정용 arm은 21 cm로 하고 국수가 풀리지 않도록 반대 방향으로 2회 정도 감아 측정하였으며, 측정조건은 test option: return to start, pre test speed : 5mm/sec, test speed : 2 mm/sec, post test speed : 10 mm/sec, distance : 70mm, trigger force : 5g이었다.

TPA test는 Texture analyser를 이용하여 조리한 국수 5가닥을 병렬로 고정시킨 후 측정 하였으며, 측정조건은 probe : diameter 40mm, test option: TPA test, pre test speed : 5mm/sec, test speed : 0.5 mm/sec, post test speed : 10 mm/sec, strain: 50%, trigger force : 20g이었다. 각각의 실험은 10번 실시한 후 통계 처리하였다.

5. 생라면의 제조 및 품질분석

(1) 생라면 제조방법

생라면제조는 일반적인 대량생산규모에 맞추어 중량비로 58%의 밀가루, 35%의 물, 5%의 식염, 소량의 색소 및 개량제를 혼합하였으며 1회에 1,000식 규모로 제조하였다.

배합된 반죽은 4차에 걸친 롤링(rolling)에 의하여 최초 3.5 cm에서 0.8mm로 얇아졌으며 이어서 0.8 x 0.8mm의 크기로 절단하여 생면을 완성하였다. 절단된 면은 1인분 용량에 맞게 개별용기에 배분되어 끓는 물에서 2분 30초간 조리되었다. 조리가 끝난 면은 즉시 냉각된 후, 저장성 증진을 위하여 pH를 4.5정도로 조정하고 포장하였다. 면발의 부착방지와 유동성을 증진하기 위하여 소량의 식용유를 분무하였다. 관능검사를 위한 스프의 배합비는 실제 상업용 생라면의 스프와 동일하게 조성하였다.

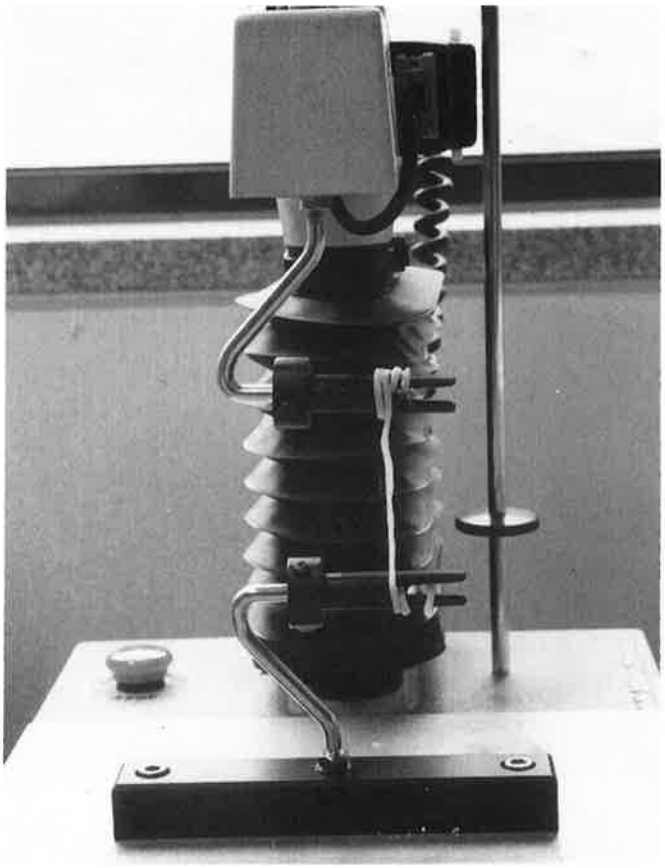


Fig. 5-9. Tension test of noodle

(2) 수분함량 및 pH

생라면의 수분함량은 105℃ 가열 건조법[5]으로 측정하였고, pH는 시료 10g을 증류수 100ml에 넣고 1분간 마쇄한 후 10분 방치 후 상층액의 pH를 측정하였다.

(3) 조리시간에 따른 생라면의 물성 변화

① TPA test

조리 전과 조리 후의 생라면을 3가닥씩 7cm길이로 잘라 넓이 면을 일렬로 잘 펴서 고정한 후 Texture analyser를 이용하여 실시하였으며 이때 생라면의 두께는 2mm였고 폭은 3mm였다. 생라면 조리 방법은 끓는 물 100 ml에 국수 20g을 넣고 조리시간을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0분으로 하였다.

이때 측정 조건은 probe : diameter 40mm, test option: TPA test, pre test speed : 5mm/sec, test speed : 0.5 mm/sec, post test speed : 10 mm/sec, distance (strain) : 60 %, trigger force : 20g이었다. 각각의 실험은 15번 이상 실시하여 통계 분석하였다.

② 인장강도

Spaghetti/noodle test rig을 사용하여 arm의 거리를 21 cm로 하고 조리 전과 조리 후의 생라면을 test용 arm에 풀리지 않게 반대 방향으로 2회 정도 감고 인장강도를 측정하였다. 측정 조건은 test option: return to start, pre test speed : 3mm/s, test speed : 3 mm/s, post test speed : 10 mm/s, distance : 70mm, trigger force : 5g이었다. 각각의 실험은 15회 이상 실시하여 통계 분석하였다.

(4) 관능 평가

수입산 밀가루와 국내산 그루 품종 밀가루를 이용하여 생라면에 대한 관능검사는 본 실험에 관심을 가지고 있는 한국식품개발연구원의 연구원 가운데 본 연구에 관심을 가지고 있고, 묘사 분석에 있어서 차이 식별 능력이 있는 관능검

사 요원 12명을 선발하여 묘사 분석을 하게 하여 외관, 냄새, 맛 등의 대표적인 특성을 조사하였다. 예비 교육 단계로 시판되고 있는 생라면 2종류(풀무원, 한일식품)의 특성을 선척도(15 cm)에 의한 묘사 분석시 선정된 대표적인 특성에 표시하게 하여 생라면에 대한 기본적인 특성을 숙지하게 하였다. 훈련을 거친 관능검사 요원으로 하여금 시판되고 있는 생라면(한일식품)을 대조구로 하여 국내산밀로 제조한 생라면과 비교하여 선 척도법으로 묘사분석을 실시하여 평가하였다. 이때 사용한 생라면은 스프를 첨가하지 않고 생라면 조리방법대로 100℃의 물로 1분간 담가 익힌 면발에 한정하여 실시하였다.

또한 소비자 기호도 조사는 생라면에 대해 전문적인 지식이나 훈련 경험이 없는 요원 90명을 대상으로 국내산밀로 제조한 생라면을 제공하여 조사를 하였다. 이때 생라면의 조리방법은 보통 시판되고 있는 생라면(한일식품)과 동일하게 100℃의 물로 1분간 조리한 시료에 대하여 준비된 설문지를 통하여 평가하도록 하였다.

각각의 검사결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정[(3)]을 이용하여 분석하였다.

(5)저장 실험

저장에 따른 생라면의 특성을 조사하기 위하여 제조 4개월이 지난 후, 생라면의 수분 함량, pH, 물리적 특성을 위와 동일한 방법으로 측정하였다.

생라면의 묘사분석

날짜:_____ 이름 : _____

1. 색

2. 매끄러운 정도

3. 투명한 정도

4. 냄새

① 신 냄새

② 구수한 냄새

5. 맛

① 신맛

② 쓴맛

③ 고소한 맛

6. 텍스쳐

① 강도

② 탄력성

③ 촉촉한 정도

생라면 관능 평가지

날짜:_____ 이름 : _____

1. 외관

(1) 매끄러운 정도 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

(2) 투명한 정도 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

2. 냄새

(1) 신 냄새 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

(2) 구수한 냄새 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

3. 맛

(1) 신맛 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

(2) 쓴맛 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

(4) 고소한 맛 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

4. 조직감

(1) 강도 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

(2) 탄력성 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

(3) 촉촉한 정도 □ □ □ □ □ □ □ □ □
아주 약한 아주 강한

5. 색깔의 기호도 □ □ □ □ □ □ □ □ □
대단히 싫다 대단히 좋다

6. 전반적인 기호도 □ □ □ □ □ □ □ □ □
대단히 싫다 대단히 좋다

생라면 기호도 조사

날짜 : 1996. . .

안녕하십니까? 이 생라면은 기존에 판매되고 있는 냉장 유통의 생라면과 달리 상온에서 장기간 보존이 가능한 제품으로 전혀 다른 것입니다. 그리고 우리밀을 이용한 라면입니다.

제품의 기호도를 조사하고자 하는 다음 사항들에 성실히 답해 주시면 감사하겠습니다.

I. 귀하의 성별과 나이를 표시해 주십시요.

· 성별 : 남 □ 여 □

· 연령 : 20-24세 □ 25-29세 □ 30-34세 □ 35세-39세 □ 40세이상 □

II. 이 라면은 끓는 물을 붓고 1분 후에 드시면 됩니다. 이와 같은 인스탄트 면류를 얼마나 자주 드십니까?

한달에 1번 이하 □ 한달에 2-3번 □ 주 1회 □ 주 1회 이상 □

III. 관능 평가 〈기호도〉 〈강도〉

1. 외관

(1) 면의 색

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 — 좋지도 싫지도 않다 — 대단히 좋다 — 옅은 — 진한

(2) 국물의 색

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 옅은 | 진한

(3) 스프 건더기의 양과 종류

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 없음 | 대단히 많음

빼고 싶거나 기타 다른 종류의 양념(고명)을 첨가하길 원하신다면 어떤것을 ?

삭제 _____ :

첨가 _____ :

〈기호도〉 〈강도〉

2. 냄새

(1) 신냄새

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

(2) 구수한 냄새

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

3. 맛

(1) 짠맛

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

(2) 매운맛

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

(3) 면의 신맛

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

(4) 후미(먹은 후에 입에 남는 맛, 시원한 맛)

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

4. 조직감 (면발에 대하여)

(1) 강도

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

(2) 탄력성

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다 | 약함 | 강함

5. 전반적인 기호도

□ □ □ □ □ □ □ □ □

대단히 싫다 | 좋지도 싫지도 않다 | 대단히 좋다

IV. 이 면과 스프의 맛이 잘 어울린다고 생각하십니까?

① 그렇다 ② 아니다

② 아니다의 경우, 어떤 종류의 맛이 잘 어울린다고 생각하십니까? (예를 들어 우동 스프, 오뎅 스프, 김치 스프 등) 의견을 제시해 주시면 감사하겠습니다.

V. 면의 양과 국물의 상대적인 비율이 적절하다고 생각하십니까?

①적절하다 ② 면이 부족한 편이다 ③면이 많은 편이다

9

VI. 기타 면이나 스프에 대해 개선점이나 의견이 있으시면 자유롭게 기록해 주세요.

6. 결과 및 고찰

1) 패리노그래프(Farinograph)에 의한 밀가루 반죽의 특성

국내산 밀 품종 가운데 반죽 적성이 양호하였던 탑동 품종과 점착성과 흡수율이 높았던 그루 품종 그리고 대조구로 국내 식품업계에서 대량 소비되고 있는 중력분[11]을 택하여 각각의 반죽 특성을 조사하였다.

Table 5-6은 밀가루와 물이 혼합되는 과정에서 밀가루의 수분흡수 정도와 반죽의 특성을 평가하는 패리노그래프 측정 결과이다. 수분흡수율(water absorption)은 대조구인 수입산 밀가루에 비하여 국내산 밀이 전반적으로 높은 값을 보였고, 그루밀이 72.3%로 탑동의 70.2%보다는 약간 높은 값을 보였다. 이러한 경향은 Western White(WW), Hard Red Winter(HRW) 그리고 Dark Northern Spring(DNS)의 흡수율이 53.5 - 64.4%라는 보고[10]와 비교하더라도 높은 수치인 것이다. 반죽도달시간(arrival time)의 경우도 국내산 밀이 약간 높았고, 반죽형성시간 (dough development time)은 탑동은 시판 밀가루의 6.5분

Table 5-6. Farinograh characteristics of commercial and domestic wheat flours

Flour	Water absorption(%)	Arrival time(min)	Development time(mim)	Stability (min)	Weakness (B.U)
Control*	61.4	1.8	6.5	35.0	5.0
Tapdong	70.2	2.3	10.3	15.8	65.0
Kru	72.3	2.1	4.7	4.4	182.5

* commercial wheat flour

보다 높은 10.3분, 그루는 4.7분으로 낮았다. 곡선이 500 B. U.를 이상을 유지하는 안정도(stability)의 경우는 탑동, 그루 모두 수입산 밀가루에 비하여 3 낮은 값을 보였는데 특히 그루 밀은 4.4분으로 안정도가 탑동의 15.8분보다도 상당히 낮았다. 또 반죽의 약화도(weakness)의 경우도 수입산밀가루의 경우는 5.0 B.U. 였으나, 탑동과 그루 품종 모두 상당히 높은 점조도(B. U.)를 나타내었다.

탑동 및 그루 밀에 수입산 밀가루를 10 ~ 40 % 수준으로 대체시켜 반죽 특성을 조사한 결과(Table 5-7), 수분 흡수율의 경우 탑동 및 그루밀 모두 밀가루 대체비율이 증가함에 따라 수분 흡수율이 감소되는 경향이었다. 반죽도달시간에 있어서는 탑동 품종의 경우 밀가루 대체비율에 따라 큰 영향이 없는 2.0 ~ 2.5 분 이었고, 그루 밀은 대체비율 30% 까지는 증가하다가 40%일 때는 수입산 밀가루를 대체하지 않은 그루 밀보다 약간 낮은 2.0 분이었다. 반죽형성시간은 탑동밀의 경우 대체 비율이 높아질수록 약간 감소하다가 40%에서는 증가하였고, 그루 밀은 40% 첨가구를 제외하고는 수입산 밀가루를 대체하지 않은 대조구와 거의 차이가 없는 4.5분 내외였다. 한편 반죽의 안정도는 탑동 밀은 대체율에 따라 유의적인 경향이 없는 11.7 ~ 18.0 분 범위에 있었고, 그루밀의 경우 대체율이 증가함에 따라 점차 높아지는 경향을 보였다. 반죽의 약화도는 두 품종이 모두 밀가루 대체율이 높아질수록 점조도(B. U.)가 낮아지는 경향을 보여 수입산 밀가루에 의해 탑동과 그루밀의 연화를 감소시켰다. 특히 밀가루 반죽이 물러지는 정도를 나타내는 약화도의 경우, 수입산밀가루에 비하여 국내산 밀 품종인 탑동 및 그루 밀이 쉽게 약화되는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 수입산 밀가루와 국내산 밀가루의 흡수율, 반죽형성시간, 약화도 등 물리적 특성이 상당히 다르므로 이를 이용하여 기존의 수입밀을 이용한 제과, 제빵, 제면 등의 공정이나 배합비에 국내산 밀을 100% 대체하여 적용할 경우 최종제품의 품질 및 물리적 특성에 결정적인 영향을 줄 수도 있기 때문에 밀의 품종, 제분 방법과 수율, 배합비의 조정 및 첨가물의 선정에 이르기까지 세심한 주의가 필요하다[14~22].

Table 5-7. Effects of substitution ratios of wheat flours on the Farinograph characteristics

Flour	Substitiution ratio(%)	Water absorption (%)	Arrival time(min)	Development time(mim)	Stability (min)	Weakness (B.U.)
Tap-dong	0%	70.2	2.3	10.3	15.8	65.0
	10%	69.0	2.3	6.8	18.0	24.3
	20%	67.4	2.0	6.1	14.5	38.3
	30%	66.6	2.0	5.9	11.7	48.7
	40%	66.0	2.0	8.0	17.0	40.0
Kru	0%	72.3	2.1	4.7	4.4	182.5
	10%	70.2	2.3	4.9	4.8	179.0
	20%	68.7	2.4	4.5	4.1	161.0
	30%	67.6	2.7	4.8	5.0	141.0
	40%	67.0	2.0	5.2	7.0	122.0

2) 수분 첨가량과 수입산 밀가루 대체비율에 따른 반죽 특성

수입산 밀가루와 국내산 밀품종중 탑동밀과 그루밀을 패리노그래프 수분흡수율을 기준으로 수분 첨가량을 60~70% 수준으로 조정하여 제조한 반죽과 이들 국내산 밀품종에 수입산밀가루를 0~30%까지 대체시켜 수분첨가량 60~70%로 반죽을 제조한 후 나타내는 반죽의 물리적 특성을 측정하였다.

Table 5-8에 Chen-Hoseney dough stickiness cell을 이용한 점착성 시험 (adhesiveness test) 결과를 나타내었는데, 밀가루 품종에 관계없이 수분함량이 증가함에 따라 전체적으로 점착성이 증가하였다. 수분함량 60%에서는 수입산 밀가루와 탑동밀의 점착성이 각각 39.0, 34.3으로 거의 비슷한 값이었고, 그루밀은 86.8%로 상당히 높은 값을 보였다. 수분함량 65%의 경우는 탑동이 수입산 밀가루의 66.3보다 낮은 55.1을 나타내었으나, 70%에서는 86.1%로 높은 점착성을 보였다. 그루밀의 경우는 전구간에서 수입산 밀가루나 탑동보다 높은 점착성을 나타내었다(Fig. 5-10).

Table 5-8. Effects of substitution ratios of wheat flours and water addition on the adhesiveness of dough

Sample	Substitution ratio (%)	Adhesiveness		
		60% water	65% water	70% water
Control	-	39.0^{b}	66.3^{b}	68.4^{b}
Tapdong	0	36.8^{b}	70.1^{ab}	86.1^{a}
	10	55.0^{a}	78.9^{a}	88.0^{a}
	20	53.5^{a}	79.5^{a}	93.0^{a}
	30	40.6^{b}	52.2^{c}	96.9^{a}
F-value		7.0^{*}	10.9^{*}	5.1^{*}
Control	-	39.0^{c}	66.3^{c}	68.4^{d}
Gru	0	39.0^{ab}	87.4^{b}	126.3^{a}
	10	86.8^{b}	109.5^{a}	85.1^{c}
	20	82.0^{b}	115.4^{a}	104.7^{b}
	30	51.7^{c}	81.3^{bc}	121.5^{a}
F-value		25.1^{*}	15.6^{*}	74.7^{*}

* significance at 5%

또한 탑동밀과 그루 밀에 수입산 밀가루를 일정량씩 대체시켜 반죽을 제조했을 때, 수분첨가량 60, 65%에서 점착성의 경우 20%를 대체할 때까지는 점착

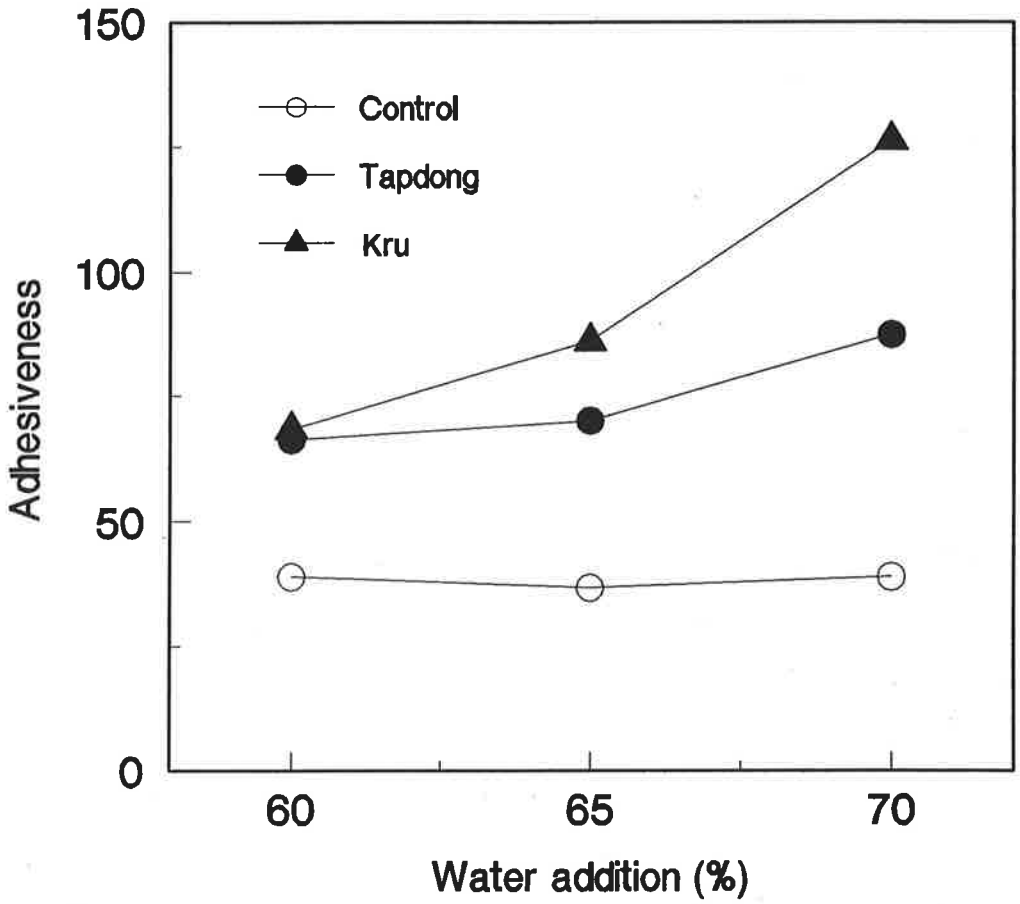


Fig. 5-10. Effect of water addition on the adhesiveness of dough

성이 증가하다가 30%이상에서는 다시 감소하였다. 70%수분첨가시에는 앞의 두 구간과는 달리 밀가루 대체비율에 따른 경향이 없는 값이었다.

Table 5-9는 수분 첨가량별, 수입산 밀가루의 대체 비율별 TPA test를 한 결과로 전반적으로 수분함량이 증가함에 따라 종류에 상관없이 견고성이 감소하였고, 품종별로는 탑동밀이 수입산 밀가루에 비하여 높은 견고성을 보였다. 특히 수분첨가량이 적은 60%구에서는 값의 차이가 다른 구간에 비하여 상당히 높았고(Fig. 5-11), 시판 밀가루를 대체한 경우 전반적으로 견고성이 감소하였다. TPA test에서의 점착성(Fig. 5-12)은 adhesiveness test(Table 5-8)와 달리 그루 밀보다 탑동 밀의 점착성이 높다고 평가하였는데 이는 TPA test의 측정 방법이 two bite 실험으로 견고성이 높은 경우 밀가루는 쉽게 probe가 밀가루 안으로 홈이 파이면서 들어가 probe를 다시 원상 복구시키는데 더 많은 힘이 요구되나 상대적으로 견고성이 낮은 경우는 probe가 원상복구하는데 시료의 무른 특성으로 쉽게 probe를 원상 복구 시킬 수 있으므로 실제와는 달리 adhesiveness의 힘이 커지는 경우가 있다. 이 경우도 탑동 밀이 그루 밀에 비하여 높은 견고성을 나타내므로 밀가루면과 접촉하였던 probe를 다시 원상 복구시키는데 비교적 반죽이 무른 그루 밀보다 힘이 더 많이 든 것으로 여겨지므로 밀가루의 점착성을 측정하는데 측정 방법에 반드시 주의하여야 한다.

3. 생면의 gluten 강도 특성

일반적인 생면 제조 방법[13]을 응용하여 국내산 및 수입산 밀가루 반죽을 제조한 후, sample preparation press와 mould로 국수 가닥을 성형하였으며 Kieffer dough and gluten extensibility rig를 이용하여 국수용 반죽의 인장력 및 늘어나는 거리를 측정하였다(Table 5-10).

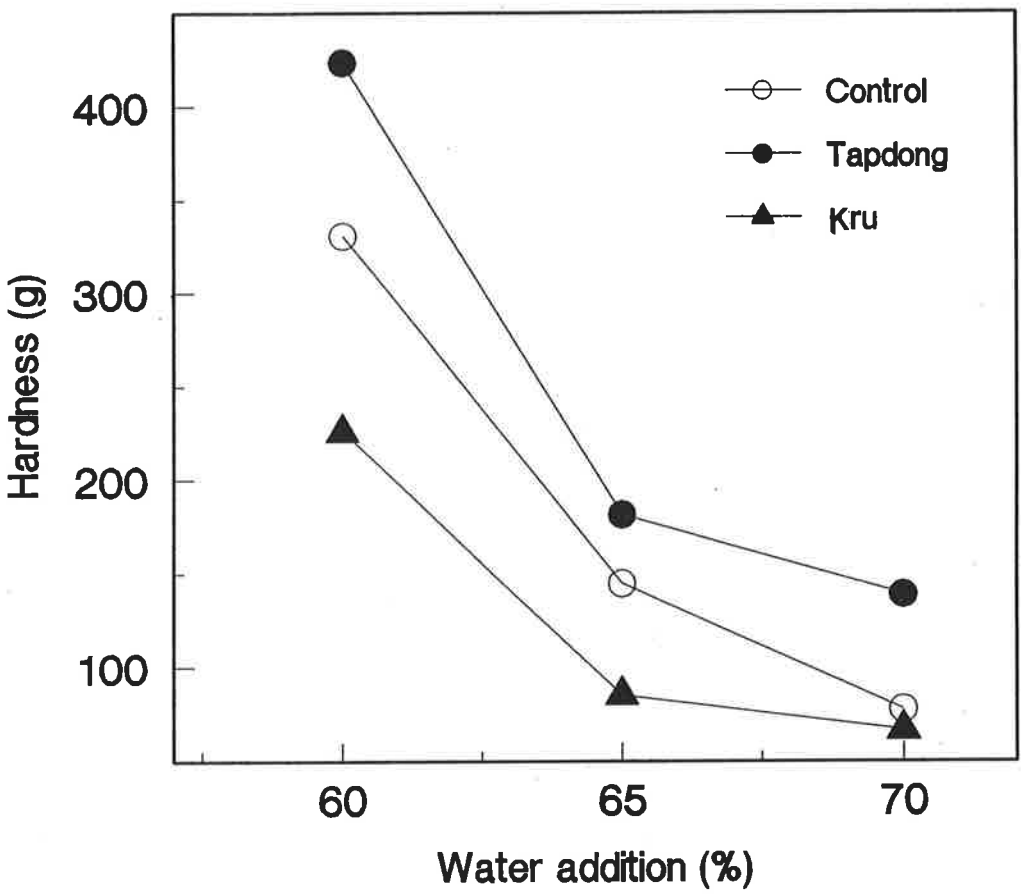


Fig. 5-11. Effect of water addition on the hardness of dough

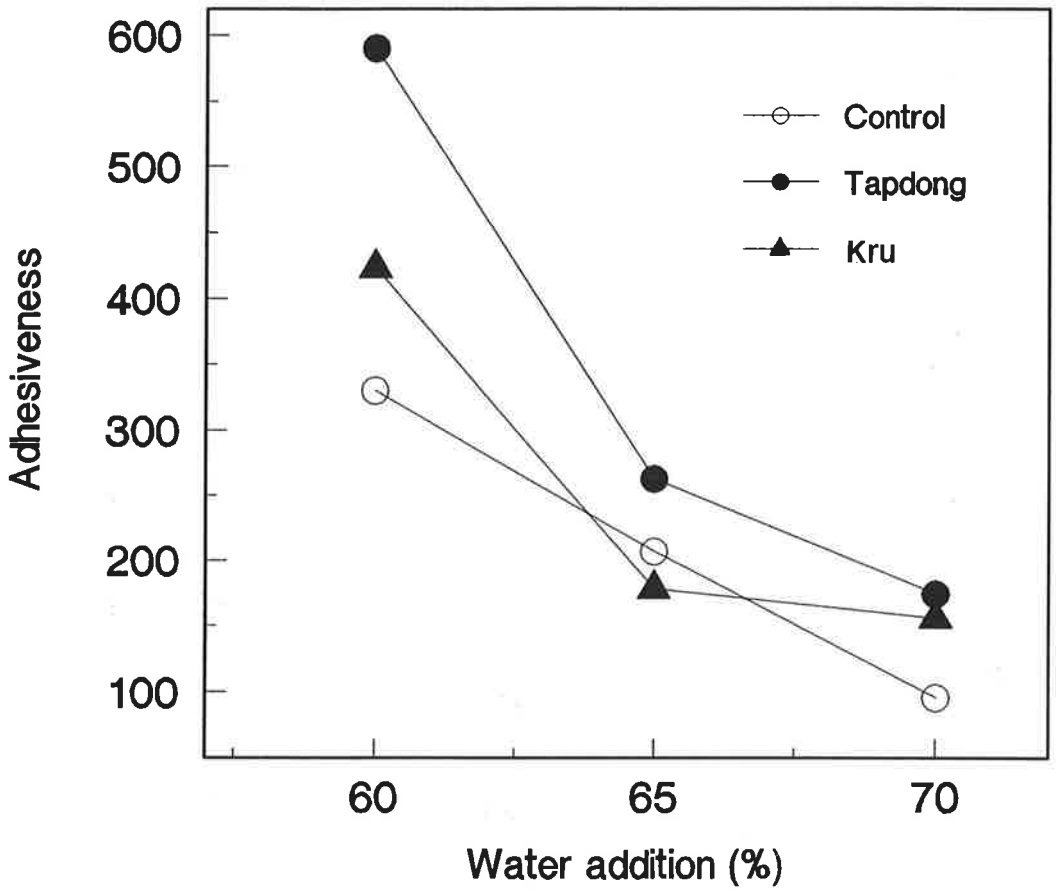


Fig. 5-12. Effect of water addition on the adhesiveness of dough by texture profile analysis

Table 5-9. Effect of substitution ratios of commercial wheat flour and water addition on the textural properties of domestic wheat flour dough

Flour	Substitution ratio (%)	Textural properties								
		60% water			65% water			70% water		
		Hardness(g)	Adhesiveness	Chewiness	Hardness(g)	Adhesiveness	Chewiness	Hardness(g)	Adhesiveness	Chewiness
Control[1)]	-	330.9^{c}	484.0^{bc}	204.3^{c}	144.9^{b}	206.4^{bc}	91.0^{b}	77.4^{d}	99.5^{b}	48.6^{c}
Tap-dong	0	423.3^{a}	590.4^{a}	271.4^{a}	181.5^{a}	262.4^{a}	114.7^{a}	139.2^{a}	173.8^{a}	53.5^{bc}
	10	366.4^{b}	521.1^{b}	228.5^{b}	144.9^{b}	219.8^{b}	91.4^{b}	125.9^{b}	179.3^{a}	83.1^{a}
	20	322.4^{c}	500.2^{b}	206.8^{c}	136.0^{bc}	221.7^{b}	86.6^{bc}	100.6^{c}	167.3^{a}	62,9^{b}
	30	299.2^{c}	411.2^{b}	197.1^{c}	130.2^{c}	194.5^{c}	82.0^{c}	134.9^{ab}	177.5^{a}	87.8^{a}
F-value		15,9*	9.74*	22.2*	18.4*	14.4*	18.5*	43.6**	38.8*	30.2*
Control	-	330.9^{a}	484.0^{a}	204.3^{a}	144.9^{a}	206.4^{a}	91.0^{a}	77.4^{bc}	99.5^{d}	45.6^{b}
Gru	0	226.0^{b}	423.3^{b}	142.0^{b}	84.9^{b}	178.0^{b}	53.9^{b}	66.3^{c}	155.4^{b}	40.1^{c}
	10	135.3^{c}	278.3^{c}	84.5^{c}	88.8^{b}	169.9^{b}	54.0^{b}	80.6^{b}	154.6^{b}	49.4^{b}
	20	127.7^{c}	245.0^{d}	78.3^{c}	75.2^{c}	151.1^{c}	46.1^{c}	70.2^{bc}	134.9^{c}	42.2^{bc}
	30	129.4^{c}	251.9^{d}	80.3^{c}	74.9^{c}	147.8^{c}	45.4^{c}	132.6^{a}	208.3^{a}	82.9^{a}
F-value		217.4*	167.5*	258.8*	109.1*	20.53*	110.5*	49.6*	57.3$^{\&}$	42.6*

[1)] commercial wheat flour

* significance at 5%

수입산 밀가루의 인장강도가 탑동밀이나 그루밀보다 약간 높은 497.1g으로 높은 값을 보였으나, 수입산 밀가루를 국내산 밀가루와 대체하였을 경우 탑동밀은 인장 강도가 능가하는 반면, 그루 밀은 점차 감소하는 경향이었다. 또 인장강도 측정시 늘어나는 길이의 경우 그루 밀이 가장 긴 27.4 mm였고, 수입산 밀가루 대체율이 증가함에 따라 인장강도 측정 결과와 반대로 탑동밀은 점차 감소하였고, 그루 밀은 증가 추세였다. 이러한 차이는 인장력과는 다른 관점에서 다루어야 하며 첨가물 등에 의하여 특성을 보완할 경우, 독특한 물성을 나타낼 수 있을 것으로 보인다.

Table 5-10. Effect of commercial wheat flour addition on the textural properties of noodle by tention test

Flour	Substitution ratio (%)	Tension	
		Force(g)	Distance(mm)
Control[1)]	-	497.1^{b}	23.7^{bc}
Tapdong	0%	424.0^{d}	24.3^{b}
	10%	458.7^{c}	26.0^{a}
	20%	386.3^{e}	23.9^{b}
	30%	608.1^{a}	22.6^{c}
F-value		72.7*	8.1*
Gru	Control	497.1^{a}	23.7^{c}
	0%	427.6^{b}	27.4^{b}
	10%	477.3^{a}	27.1^{b}
	20%	379.0^{c}	27.0^{b}
	30%	279.4^{d}	29.8^{a}
F-value		69.0*	52.5*

1) commercial wheat flour

* significance at 5%

4. 전분 첨가에 따른 국수용 밀가루 반죽의 물리적 특성

국수의 일반적 제조 방법을 응용하여 국내산 및 수입산 밀가루 반죽 제조한 후 TPA 실험을 한 결과(Table 5-11) 수입산 시판 밀가루에 비하여 탑동밀은 상당히 높은 견고성과 부착성 및 씹힘성을 보였고, 그루밀의 경우는 탑동밀보다는 낮았으나 대체로 대조구인 수입산 밀가루보다는 약간 높은 값을 보였다.

Table 5-11. Textural properties of noodle dough by TPA test

Flour	Textural properties		
	Hardness(g)	Adhesiveness	Chewiness
Control[1)]	194.6	310.4	128.0
Tapdong	484.8	779.5	319.6
Kru	207.6	402.7	133.1

[1)] commercial wheat flour

또한 국내산 감자전분과 수입산 감자전분을 국수용 밀가루반죽 제조시 1~5%수준으로 첨가하여 Dough preparation set를 이용하여 반죽을 만든 후 TPA 실험을 하였다. 감자 전분 첨가시(Table 5-12) 국내산 감자 전분의 경우는 첨가량이 증가함에 따라 견고성, 부착성 및 씹힘성이 전반적으로 약간 감소하는 경향이었으나, 수입산 감자 전분의 경우에는 첨가량에 따라 큰 차이가 없었다.

일반적으로 국내산 감자전분의 가격이 높은 편이며 면류의 물성 개선을 위한 용도에 부합되지 않은 경우가 많아서 수입 감자전분으로 대체하여 제면을 하고 있는 실정이어서, 두 가지 감자 전분 중 수입 감자전분을 택하여 밀가루 반죽에 첨가하여 국수가닥으로 제조한 후 TPA 실험을 하였다. 그 결과(Table 5-13) 밀가루 반죽과는 달리 국수 가닥으로 제조한 후의 견고성은 대조구(수입산 밀가루)는 1578.5g이었는데 탑동과 그루 밀은 각각 1365,5 g, 1002.6 g으로

전분을 첨가하지 않았을 때부터 그 값에 있어서 상당한 차이가 있었다. 이에 전분 첨가율이 증가함에 따라 품종에 관계없이 견고성, 부착성 및 씹힘성 모두 증가하는 경향으로 3%이상 첨가시 대조구와 거의 비슷한 경도를 나타내었다. 반면에 부착성은 탑동밀의 경우 대조구보다 높은 값이었고, 그루밀은 거의 비슷한 값이었다가 전분 첨가량이 증가함에 따라 부착성도 상당히 증가하였다.

Table 5-12. Effect of potato starch addition on the textural properties of noodle by TPA test

Flour	Substitution ratio (%)	Textural properties		
		Hardness(g)	Adhesiveness	Chewiness
Tapdong	1%	442.67	525.92	282.06
	2%	340.29	478.85	217.23
	3%	386.52	548.78	249.42
	4%	372.48	520.85	242.20
	5%	442.68	577.04	280.30
Kru	1%	218.60	402.74	140.01
	2%	185.90	346.13	117.89
	3%	180.35	363.17	114.64
	4%	207.63	387.27	131.05
	5%	157.05	340.42	99.95

이는 TPA실험 방법이 치아를 이용하여 식품을 씹거나 절단하는 저작작용을 응용한 two bite실험으로 견고성이 증가하면 probe에 의해 쉽게 밀가루가 흠이 파이면서 probe와 시료간에 부착하려는 힘이 작용하여 probe를 다시 원상 복구시키는데 더 많은 힘이 요구되나 상대적으로 견고성이 낮은 경우는 probe가 원상복구하는데 시료의 무른 특성으로 쉽게 probe를 원상 복구시킬 수 있으므로 실제와는 달리 adhesiveness의 힘이 커지는 경우가 있으므로 순수한 부착성 증가라고는 볼 수가 없다. 또 견고성과 관련이 있는 씹힘성의 경우도 전분 첨가량이 증가함에 따라 증가 추세였다.

Table 5-13. Effect of imported potato-starch addition on the textural properties of cooked noodle by TPA test

Flour	Substitu-tiion ratio (%)	Hardness (g)	Adhesiveness	Chewiness
Control[1)]	-	1578.5	29.3	1065.0
Tapdong	0%	1365.5	46.7	761.0
	3%	1205.4	62.5	614.5
	5%	1770.5	86.6	918.6
Gru	0%	1002.6	30.9	643.8
	3%	1669.8	72.0	935.4
	5%	1770.6	82.0	933.1

1) commercial wheat flour

Table 5-14는 수입산 전분이 첨가하여 조리된 국수가닥의 인장 강도와 늘어난 거리를 측정한 결과이다. 인장강도의 경우 조리하기 전(Table 5-10)에는 대조구나 국내산 밀과 거의 비슷한 값을 나타내었으나, 조리 후에는 품종간에 상당히 다른 양상을 나타내었다. 즉 대조구인 수입산 밀가루 31.6 g에 비하여 탑

동과 그루밀의 인장강도는 20.0g 내외로 비교적 낮은 값을 보였고, 늘어난 거리에 있어서는 대조구에 비하여 전반적으로 늘어나지 않아 국내산 밀이 대조구보다 쉽게 끊어지고 늘어나지도 않음을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 대조구로 사용한 수입산 밀가루와 국내산 밀의 물리적 특성이 상당히 다르므로 국내산 밀을 이용하여 가공 식품을 제조할 경우 각 식품의 가공적성에 맞는 품종 뿐만 아니라 최종제품에 영향을 주는 첨가물의 선택에 있어서도 고려를 해야 한다.

Table 5-14. Effect of imported potato-starch addition on the textural properties of cooked noodle by tension test

Flour	Substitution ratio (%)	Distance (mm)	Force (g)
Control[1)]	-	53.4	31.6
Tapdong	0%	34.8	20.6
	3%	50.6	22.5
	5%	43.3	19.9
Kru	0%	38.7	20.1
	3%	28.3	17.9
	5%	40.5	20.9

[1)] commercial wheat flour

5. 생라면의 제조실험

국내산 밀은 우리밀 살리기 운동본부 산하 4개의 우리밀 제분공장에서 백밀, 통밀, 국수, 통밀차 등의 제품으로 가공되어 소비자에게 판매되고 있다. 또한

일부 회사에서 국내산 밀을 이용한 과자, 빵 및 면류 등이 생산 판매되고 있는 실정이고, 최근에는 우리밀 칼국수 전문점이 개점되어 국내산 밀가루 수요가 늘고 있는 추세이다. 또한 국내 라면시장의 포화로 인하여 비유탕면 또는 생라면 등의 신제품 개발을 통하여 새로운 활로를 모색하고 있는 상황이다[12]. 특히, 생라면의 경우 느끼하지 않고 조리할 필요없이 온수만으로 먹을 수 있어서 발전 가능성이 큰 품목으로 기대되고 있다.

현재 국내의 밀 이용 제품은 거의 대부분이 수입산 밀을 이용하여 제조, 가공되고 있다. 따라서 이제까지의 국내 밀 관련 연구의 주된 대상은 수입산 밀에 촛점을 맞출 수밖에 없었으나 우리밀 살리기 운동의 영향을 소비자 계층의 확산과 더불어 많은 관심을 불러일으키고 있는 상황이 되었다[7, 8, 9]. 그러므로 앞으로의 연구 방향은 수입밀의 이용성에 관한 것은 물론이고 국내산 밀에 관한 체계적인 연구를 지속적으로 수행해 나가야 할 때인 것으로 판단된다.

본 연구에서는 국내산 밀을 이용하여 최근 각광을 받고 있는 튀기지 않은 라면(생라면)을 생산업체에 의뢰하여 수입산 밀가루 대신 국내산 밀로 제조하여 저장중 변화와 관능검사 등을 실시하였다. 이때 사용한 국내산 밀 품종은 1차년의 연구결과, 특히 물리적 특성 측정 결과를 기준으로 그루밀 품종을 선정하여 생라면 제조 실험을 실시하였다.

가. 생라면의 수분함량과 pH

생라면의 제조 직후의 수분함량과 pH를 조사하고 본 연구에 사용한 시판 생라면의 유통기한이 4개월인 것을 기초로 하여 4개월 후 제품의 수분함량과 pH 변화를 조사하였다(Table 5-15). 제조 직후 수분 함량의 경우 대조구와 국내산 밀은 각각 59%와 56% 이었던 것이 4개월 상온 저장 후 62.0%, 61.6%로 약간 증가하였고. pH는 제조 직후 4.6, 4.9이었던 것이 6개월 후에는 3.1, 3.4로 감소하였다.

수분함량의 증가는 포장지와 생라면 사이에 유리되어 있던 수분이 생라면 속으로 침투하여 수분평형을 이룬 결과로 분석되며 pH의 저하는 생라면 포장 직전 pH 조정 과정에서 유입된 산에 의하여 발생하는 것으로 판단된다.

Table 5-15. Effect of storage time on the moisture content and pH of non-fried wet-noodle(NFWN)

Flour	Storage time (month)			
	Moisture (%)		pH	
	0	4	0	4
Control[1)]	59.0	62.1	4.6	3.1
NFWN[2)]	56.4	61.6	4.9	3.4

[1)] NFWN made of commercial wheat flour
[2)] NFWN made of domestic wheat flour

나. 조리시간에 따른 생라면의 물성

수입밀로 생라면을 제조한 대조구와 국내산 밀로 제조한 생라면에 대하여 조리시간에 따른 면가닥을 끊는데 드는 힘과 늘어나는 길이를 측정하였다 (Table 5-16). 면가닥을 끊는데 드는 힘의 경우 조리 전에는 대조구와 국내산 밀에 큰 차이가 없는 13.69g, 13.94g으로 거의 비슷한 값이었으나, 조리시간이 길어질수록 감소하는 경향이었으며, 그 감소 정도는 대조구가 국내산 밀보다 그 차이가 컸다. 또 늘어나는 정도의 경우 조리 전에는 대조구가 국내산 밀보다 잘 늘어났으나, 조리시간 0.5분과 1분에서는 국내산 밀이 대조구보다 늘어난 정도가 컸다가 1분에서 2.5분까지는 대조구의 늘어나는 정도가 더 컸다. 그 이상의 조리시간에는는 두 구간간에 큰 차이가 없었다.

Table 5-17은 조리시간에 따른 생라면의 TPA실험 결과이다. 견고한 항목에 있어서는 조리 전후를 통하여 수입밀인 대조구와 국내산 밀로 제조한 생라면 사이에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 부착성의 경우는 조리 전에는 대조구에 비하여 국내산 밀이 낮은 값이었으나, 조리 직후부터 조리 2.5분까지는 국내산 밀이 더 높은 부착성을 나타내었다가 2.5분 이상에서는 큰 차이가 없었다. 이는 수입밀의 경우는 조리시간이 차이가 있어도 면의 표면 형태를 잘 유지하고 있으나, 국내산 밀은 표면이 쉽게 호화되어 끈적끈적하게 되므로 부착성이

증가되다가 어느 정도 지나면 과다한 수분에 의해 다시 매끄러워지는 것으로 여겨진다. 탄력성, 응집성 및 씹힘성의 경우 대조구와 국내산 밀로 제조한 생라면 사이에 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

Table 5-16. Effect of cooking time on the textural properties of NFWN by tension test

Cooking time (min)	Textural properties			
	Force (g)		Distance (mm)	
	Control[1)]	SMI[2)]	Control	SMI
0	13,7^{a}	13.9^{a}	30.9^{d}	23.6^{e}
0.5	10.9^{b}	11.5^{c}	34.6^{cd}	42.6^{a}
1	11.2^{b}	12.4^{b}	38.2^{bc}	44.8^{a}
1.5	11.3^{b}	10.7^{de}	48.6^{a}	40.3^{ab}
2	9.6^{c}	10.8^{cd}	43.2^{b}	36.3^{bc}
2.5	9.0^{c}	10.7^{de}	41.0^{b}	35.5^{bc}
3	9.3^{c}	10.5^{de}	34.6^{cd}	34.0^{cd}
4	8.1^{d}	10.1^{e}	25.5^{e}	29.8^{d}
F-value	34.1*	33.5*	16.6*	16.9*

1) NFWN made of commercial wheat flour
2) NFWN made of domestic wheat flour

이상의 결과에서 국내산 밀이 전반적으로 대조구보다 면가닥을 끊는데 드는 힘이 높아 조직이 단단하고, 탄력성도 유지하면서 섭취하기 좋은 조리시간의 경우 대조구는 1.5분 내외이나 우리밀의 경우는 조리 직후 또는 1분 이내에 섭취하는 것이 좋음을 알 수 있었다.

Table 5-17. Effect of cooking time on the textural properties of NFWN by TPA test

Cooking time (min)	Hardness(g)		Adhesiveness		Springiness		Cohesiveness		Chewiness	
	Control[1)]	SMI[2)]	Control	SMI	Control	SMI	Control	SMI	Control	SMI
0	2533.9^{a}	2438.9^{a}	63.5^{a}	44.7^{c}	0.95^{b}	0.91^{b}	0.45^{b}	0.49^{c}	1083.2^{a}	1099.3^{a}
0.5	1681.7^{b}	1545.8^{b}	45.6^{bc}	75.0^{a}	0.97^{a}	0.97^{a}	0.54^{a}	0.56^{a}	883.4^{b}	843.8^{bc}
1분	1560.6^{bc}	1617.2^{b}	42.9^{bc}	61.1^{b}	0.97^{a}	0.97^{a}	0.55^{a}	0.56^{a}	829.6^{c}	880.2^{b}
1.5	1399.6^{cd}	1568.5^{b}	37.4^{c}	61.7^{b}	0.98^{a}	0.97^{a}	0.55^{a}	0.55^{a}	781.0^{d}	835.2^{c}
2	1264.3^{d}	1564.7^{bc}	38.0^{c}	61.8^{b}	0.97^{a}	0.97^{a}	0.55^{a}	0.53^{b}	760.7^{de}	778.8^{de}
2.5	1412.3^{cd}	1498.8^{cd}	38.2^{c}	45.1^{c}	0.97^{a}	0.97^{a}	0.55^{a}	0.56^{a}	757.9^{de}	806.2^{cd}
3	1358.0^{cd}	1421.4^{de}	55.1^{b}	43.3^{c}	0.97^{a}	0.97^{a}	0.55^{a}	0.56^{a}	723.6^{ef}	774.4^{de}
4	1333.9^{d}	1392.9^{e}	47.9^{bc}	48.2^{c}	0.97^{a}	0.96^{a}	0.54^{a}	0.55^{a}	701.2^{f}	745.5^{e}
F-value	39.2^{*}	100^{*}	83.9^{*}	8.7^{**}	8.1^{**}	32.7^{*}	33.5^{*}	$20..3^{*}$	90.4^{*}	66.5^{*}

1) NFWN made of commercial wheat flour
2) NFWN made of domestic wheat flour
* significance at 5%

건조시키거나 튀긴 면의 경우에도 저장중의 변화도 필연적인 것으로 받아들여 지고 있다. 생라면의 경우는 50% 이상의 수분을 함유하고 있는 상태이므로 pH의 저하에 의하여 미생물의 번식을 억제하고는 있으나 어느 정도의 변화는 일어나게 된다. 따라서 제조한 생라면의 저장중 변화를 알아보기 위하여 제조 4개월 후의 물리적 변화를 조사하였다.

Table 5-18은 조리시간에 따다 면가닥을 끊는데 드는 힘과 늘어나는 길이를 측정한 것으로 제조 직후에는 대조구와 국내산 밀에 큰 차이가 없었으나, 4개월이 경과하면 약간 다른 경향을 나타내었다. 조리전 면가닥을 끊는데 드는 힘의 경우 국내산 밀은 제조 직후와 비슷한 13.49g이었으나, 대조구는 약간 높은 16.9g을 나타내었다. 그 이후에는 대조구는 제조 직후보다 약간 낮은 값을 보였으나, 국내산 밀의 경우는 상당히 낮은 값을 보였다. 또 늘어나는 정도의 경우

Table 5-18. Effect of cooking time on the textural properties of NFWN by tension test after 4 months storage

Cooking time (min)	Textural properties			
	Force(g)		Distance(mm)	
	Control[1)]	SMI[1)]	Control	SMI
0	16.9[a]	13.5	17.1[e]	8.1
0.5	8.1[ef]	9.6[b]	34.5[c]	24.2
1.0	10.7[b]	10.3[b]	44.6[b]	35.1
1.5	8.8[def]	9.6[b]	49.6[a]	24.6
2.0	10.1[bcd]	7.5[c]	38.4[c]	21.1
2.5	9.2[cde]	7.2[c]	43.2[b]	20.2
3.0	10.3[bc]	6.8[c]	24.8[d]	16.8
4.0	7.7[f]	6.8[c]	24.8[d]	16.7
F-value	51.1*	27.9*	57.4*	1.0

[1)] NFWN made of commercial wheat flour
[2)] NFWN made of domestic wheat flour
* significance at 5%

수입산 밀과 국내산 밀 모두 생라면 제조 직후와는 큰 차이가 있었는데, 제조 직후에는 각각 30.92mm, 23.65mm에서 저장 4개월 후에는 17.12 mm, 8.12 mm를 나타내어 상당히 탄력성이 떨어져 늘어나지 못하고, 잘 끊어지는 현상을 보

였다.

이러한 현상이 발생하는 이유는 4개월 저장중 수분함량의 증가와 pH의 저하(Table 5-15)와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 포장용기에 유리된 수분의 생면내 유입은 수분함량을 높여 결과적으로 면의 탄력성을 떨어 뜨리는 주된 원인이 되고 있다. 포장 용기내로의 수분 유입의 원인은 제조 공정중 조리된 생면의 포장 용기내 투입을 용이하게 하기 위한 방안인 것이나 수분을 분무하는 방법이외의 방안을 곧 모색해야 할 것으로 판단된다.

조리 후에는 대조구인 수입산 밀은 제조 직후와 큰 차이를 보이지 않았으나, 국내산 밀의 경우는 잘 늘어나지 못하고 끊어지는 현상을 나타내서 변성전분의 첨가 등을 통한 개선이 요구된다고 하겠다.

Table 5-19는 조리시간에 따른 생라면의 TPA실험 결과이다. 견고성의 경우 조리전은 제조 직후와 큰 차이가 없었으나 조리 후에는 낮은 값을 보였다. 부착성의 경우는 대조구는 제조 초기에 비하여 상당히 높은 값을 보였고, 국내산 밀은 거의 비슷한 값이었으나, 조리 후에는 대조구는 제조 직후보다 높은 값을 보였고, 국내산 밀은 약간 낮은 값이었다. 탄력성의 경우 조리 전 제조 초기 보다 낮은 값을 보여 탄력성이 감소됨을 알 수 있었고, 조리 후에는 큰 차이가 없었다. 견고성과 관계가 있는 씹힘성은 그 값에 있어서 전반적으로 제조 초기보다 낮은 값을 보였다. 응집성은 제조 초기와 큰 차이가 없었다.

이상에서 국내산 밀로 제조한 생라면의 경우 대조구에 비하여 탄력성과 경도등이 상당히 저하됨을 알 수 있어 국내산 밀가루와 수입산 밀가루의 차이를 볼 수 있었고, 국내산 밀가루를 사용할 경우는 제조 직후에서 저장기간 경과에 따른 물성 변화를 막고 품질을 제고하기 위해서는 제조 공정의 보완이 필요하며 부수적인 첨가물의 사용이 검토되어야 하며 1차적으로는 유통기간이 달리 설정해야 함을 알 수 있었다.

Table 5-19. Effect of cooking time on the textural properties of NFWN by TPA test after 4 months storage

Cooking time (min)	Hardness(g)		Adhesiveness		Springiness		Cohesiveness		Chewiness	
	Control[1)]	SMI[2)]	Control	SMI	Control	SMI	Control	SMI	Control	SMI
0	2134.1^{a}	2261.9^{a}	22.8^{c}	39.8^{bc}	0.86^{d}	0.83^{b}	0.53^{c}	0.46^{c}	912.5^{a}	1011.9^{a}
0.5	1346.5^{b}	1325.6^{b}	58.8^{a}	59.2^{a}	0.96^{bc}	0.95^{a}	0.57^{b}	0.55^{b}	733.3^{bc}	688.5^{b}
1.0	1242.7^{c}	1133.6^{bc}	54.7^{ab}	51.3^{ab}	0.95^{c}	0.96^{a}	0.57^{ab}	0.56^{ab}	684.7^{cd}	595.8^{cd}
1.5	1335.9^{b}	1160.5^{c}	50.9^{ab}	51.4^{ab}	0.97^{ab}	0.96^{a}	0.58^{a}	0.56^{ab}	643.4^{d}	620.4^{c}
2.0	1339.3^{b}	1109.0^{bc}	58.9^{a}	48.7^{abc}	0.97^{a}	0.96^{a}	0.59^{a}	0.57^{a}	758.2^{b}	593.1^{cd}
2.5	1275.5^{b}	1107.7^{cd}	64.3^{a}	48.4^{abc}	0.97^{a}	0.97^{a}	0.59^{a}	0.56^{ab}	736.6^{bc}	571.7^{cd}
3.0	1206.6^{c}	1100.1^{cd}	55.8^{ab}	41.3^{bc}	0.98^{a}	0.96^{a}	0.58^{a}	0.55^{ab}	686.0^{bcd}	562.4^{cd}
4.0	1156.7^{c}	1107.7^{cd}	44.5^{b}	38.2^{c}	0.97^{ab}	0.97^{a}	0.58^{a}	0.55^{ab}	669.2^{d}	541.9^{d}
F-value	38.8*	232.1*	8.8*	3.7*	64.7*	68.0*	16.0*	52.9*	10.2*	64.7*

1) NFWN made of commercial wheat flour
2) NFWN made of domestic wheat flour
* significance at 5%

다. 생라면의 관능평가

본 연구에 관심을 가지고 있고, 묘사 분석에 있어서 차이 식별 능력이 있는 관능검사 요원 12명을 선발하여 예비 교육단계로서 시판되고 있는 생라면 2종류의 특성을 분석용으로 제시된 대표적인 특성에 표시하게 하여 생라면의 기본적인 특성 표현 방법을 숙지토록 하였다.

Table 5-20은 시판되고 있는 생라면과 국내산 밀로 제조한 생라면을 묘사분석한 결과이다. 색과 매끄러운 정도 및 투명한 정도는 수입산 밀로 제조한 생라

면 2종류의 경우 밀가루 자체의 색, 색소 첨가 여부에 따라 상당히 달랐다. 신 냄새와 맛의 경우도 생라면의 품질을 향상시키기 위해 첨가한 pH조정제에 의하여 상당히 다르게 평가하였다. 즉 pH 조정제를 첨가하여 유통기간을 연장시킨 제품(A)의 경우 신맛과 신냄새가 상당히 강하였고, 유통기간이 7일이내인 생라면(B)의 경우는 거의 신맛과 냄새가 없는 것으로 평가하였다. 구수한 냄새와 맛은 국내산 밀이 비교적 높은 점수를 얻었고, 경도, 탄력성의 경우는 같은 공정으로 제조한 생라면은 비슷하게 평가하였으나, 다른 회사 제품은 제조 조건 및 공정의 차이에 의하여 서로 다르게 평가하였다. 면발의 촉촉한 정도도 위와 마찬가지의 결과를 나타내었다.

Table 5-21은 다른 회사 제품과의 비교는 각 관능평가 특성에 차이가 커서 원료 밀가루만 다를 뿐 제조공정은 같은 생라면(A)과 국내산 생라면을 묘사분석한 결과를 요약한 것이다. 이때 대조구로 사용한 제품은 본 실험을 통하여 국내산 밀로 제조한 생라면 제품과 동일한 제조 공정을 거쳤으며 유통 기한도 같은 제품이다. 이것은 저장중 변화를 추적할 근거를 확보하고 제조 직후의 차이도 규명하기 위함이었다.

Table 5-20. Descriptive analysis of various NFWN(products)

Sample	Color	Smooth-ness	Trans-parency	Smell		Taste			Textural properties		
				Sour-ness	Roast-ed	Sour-ness	Bitter-ness	Roast-ed	Hard-ness	Elastic-ity	Wett-ness
A	10.5^{a}	10.5^{a}	10.4^{a}	9.3^{a}	3.4^{b}	10.6^{a}	4.0	4.1^{b}	6.3	7.1	9.3^{a}
SMI[1)]	6.9^{b}	7.1^{b}	4.7^{c}	7.4^{a}	8.3^{a}	9.2^{a}	4.2	7.1^{a}	8.0	7.5	7.1^{ab}
B	5.9^{b}	4.5^{c}	6.9^{b}	3.2^{b}	7.5^{a}	2.5^{b}	2.3	6.3^{ab}	5.7	5.6	5.1^{b}
F-value	8.4^{*}	19.2^{*}	15.4^{*}	14.0^{*}	7.6^{*}	25.8^{*}	2.1	2.7	1.3	0.9	5.5^{*}

[1)] NFWN made of domestic wheat flour

매끄러운 정도와 투명한 정도는 원료 밀가루의 차이에서 오는 것으로 믿어

지며 수입산 밀가루로 제조한 생라면이 국내산 밀보다 높게 평가되었다. 신냄새는 수입산 밀로 제조한 대조구가 국내산 밀보다 강하게 평가되었으며, 구수한 냄새는 국내산 밀의 특유한 냄새인 것으로 평가하였다. 신맛은 대조구가 강한 것으로 평가하였고, 쓴맛, 고소한 맛의 경우는 국내산 밀을 이용한 생라면을 높게 평가하였으며, 강도와 탄력성은 큰 차이를 나타내지 않았다. 촉촉한 정도는 대조구가 강하였고, 전체적인 기호도 항목에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 5-21. Descriptive analysis of NFWN

Sample	Color	Smooth-ness	Trans-parency	Smell		Taste			Textural properties		
				Sour-ness	Roast-ed	Sour-ness	Bitter-ness	Roast-ed	Hard-ness	Elastic-ity	Wett-ness
Control	10.5^{a}	10.5^{a}	10.4^{a}	9.3^{a}	3.4^{b}	10.6^{a}	4.0	4.1^{b}	6.3	7.1	9.3^{a}
DS[1)]	6.9^{b}	7.1^{b}	4.7^{c}	7.4^{a}	8.3^{a}	9.2^{a}	4.2	7.1^{a}	8.0	7.5	7.1^{ab}
F-value	8.4*	19.2*	15.4*	14.0*	7.6*	25.8*	2.1	2.7	1.3	0.9	5.5*

[1)] NFWN made of domestic wheat flour

* significance at 5%

묘사 분석에 의해 평가 기준이 숙지된 관능평가 요원으로 하여금 9점법으로 평가토록한 결과(Table 5-22), 각 관능평가 항목에 있어서 묘사분석과 같은 경향을 나타내었고, 특히 색깔의 선호도에 있어서 큰 차이를 보이지 않았으며, 전체적인 기호도도 유의적인 차이가 없었다. 따라서 국내산 밀가루의 색이나 냄새, 맛 등의 항목에 있어서 시판 수입산 밀로 제조한 생라면에 비교할 때, 전혀 손색이 없음을 알 수 있었다.

Table 5-22. Sensory evaluation of NFWN by 9 score test

Sample	Smooth-ness	Trans-parency	Smell		Taste			Textural properties			Accept of color	Accept-bility
			Sour-ness	Roast-ed	Sour-ness	Bitter-ness	Roast-ed	Hard-ness	Elastic-ity	Wett-ness		
Control	7.0[a]	6.7[a]	5.4[a]	3.6[b]	7.1[a]	2.9[b]	3.2[b]	4.8	5.3	6.1[a]	5.9	4.6
DS[1)]	3.5[b]	3.4[b]	4.4[b]	5.1[a]	5.0[b]	3.5[a]	5.1[a]	5.1	4.8	4.4[b]	5.2	5.2
F-value	127.3*	54.0*	22.3*	19.3*	16.0*	7.7*	49.8*	2.1	2.7	24.4*	4.4	3.1

[1)] NFWN made of domestic wheat flour
* significance at 5%

한편 생라면에 대해 전문적인 지식이나 훈련 경험이 없는 평범한 90명을 대상으로 국내산 밀로 제조한 생라면을 제공하여 소비자 기호도 조사를 실시하였다. 이때 생라면의 조리방법은 보통 시판되고 있는 생라면(A제품)과 동일하게 100℃의 물을 붓고 1분 후 먹은 다음, 준비된 설문지를 통하여 평가하게 하였다.

Table 5-23은 소비자 기호도 조사를 실시한 결과의 전체적인 요약표로서, 각 평가 항목에 있어서 5점 내외로 평가받은 것으로 나타나 국내산 밀로 제조한 생라면이 시판되고 있는 수입산 밀에 뒤떨어 지지 않음을 않는 것으로 밝혀졌다.

한편 Table 5-24와 5-25는 성별에 따라 구분하여 분석한 결과로 남자가 여자보다 약간 호의적으로 반응을 보이는 것을 알 수 있었다.

Table 5-26은 소비자 기호도 조사 결과를 연령별로 구분하여 분석한 것으로 전 연령층에 걸쳐 국내산 밀로 제조한 생라면을 양호하다고 평가하였으며 기호도의 경우 40대이상이 20대 후반에서 30대후반 까지의 기호도도 보다 약간 높게 평가하였다. 이러한 경향은 중장년 층의 경우 소년기에 경험한 식생활에 근

거하여 좋은 반응을 보이는 것으로 분석된다. 이러한 경향을 국내산 밀을 이용한 면류 제품 뿐만 아니라 과자나 라면 등에 있어서도 제품의 주 소비계층을 선정할 때 신중하게 고려해야할 것으로 보인다.

Table 5-23. Sensory evaluation of NFWN made by domestic flour

	sang-myun color	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-ness	Elasti-city	Prefer-ence
preference	4.9	5.5	5.8	5.6	5.9	6.3	5.7	5.0	5.0	4.9	5.9
Intensity	5.4	5.7	5.2	4.4	5.1	6.2	5.1	5.6	4.1	4.1	

Table 5-24. Sensory evaluation of NFWN by man

	sang-myun color	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-n ess	Elasti -city	Prefer-ence
preference	4.9	6.0	5.6	6.0	5.1	6.7	5.6	6.7	5.0	4.7	6.0
Intensity	6.4	5.7	4.0	5.3	6.3	5.2	4.2	5.9	3.8	3.8	

Table 5-25. Sensory evaluation of NFWN by woman

	sang-myun color	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-ness	Elasti -city	Prefer-ence
preference	4.9	5.3	5.6	6.0	4.9	6.0	5.7	6.0	5.0	4.9	5.9
Intensity	6.5	5.7	4.6	4.9	6.1	5.1	4.1	5.5	4.4	4.4	

Table 5-26. Sensory evaulation of NFWN by age groups

o 20-25 years

	Noodle	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-ness	Elasti-city	Prefer-ence
preference	4.5	5.2	5.4	6.3	4.9	6.6	5.5	5.5	4.8	4.9	6.1
Intensity	6.5	5.8	4.8	5.3	6.6	5.2	3.8	3.8	4.9	5.0	

o 25-29 years

	Noodle	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-ness	Elasti-city	Prefer-ence
preference	5.1	5.4	5.5	5.9	5.0	6.0	5.5	5.9	5.1	5.0	5.9
Intensity	6.4	5.6	5.1	5.0	5.9	4.8	3.9	5.4	4.2	4.2	

o 30-34 years

	Noodle	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-ness	Elasti-city	Prefer-ence
preference	4.5	5.3	5.5	5.5	4.4	6.3	6.3	5.8	5.0	4.6	5.9
Intensity	6.8	5.9	4.1	4.6	6.7	6.7	6.1	5.2	3.8	3.6	

o 35-39 years

	Noodle	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-ness	Elasti-city	Prefer-ence
preference	4.4	6.0	5.6	5.9	4.8	5.9	5.4	6.9	4.7	4.5	5.6
Intensity	6.4	6.1	4.5	5.1	6.6	5.6	4.5	6.4	4.1	3.9	

o over 40 years

	Noodle	Soup color	Smell		Taste				Textural properties		
			Sour	Roast-ed	Salty	Hot	Sour-ness	After taste	Hard-ness	Elasti-city	Prefer-ence
preference	5.6	6.9	6.6	6.6	6.0	7.6	7.1	7.6	4.7	4.6	6.5
Intensity	6.1	6.0	4.4	6.0	5.7	4.9	4.4	6.3	3.3	3.7	

생라면 기호도 조사 결과(요약)

1. 대상

남자 (35명)

20 - 24세 : 0명
25 - 29세 : 10명
30 - 34세 : 8명
35 - 39세 : 10명
40세 이상 : 7명

여자 (55명)

20 - 24세 : 10명
25 - 29세 : 37명
30 - 34세 : 7명
35 - 39세 : 1명
40세 이상 : 0명

2. 얼마나 자주 먹는가 ?

① 한달에 한 번 이하 : 28명
② 한달에 2 - 3번 : 34명
③ 주 1회 : 11명
④ 주 1회 이상 ; 15명

3. 스프 양념

① 삭제하기를 바라는 것 : 파 17명, 기름 1명
② 첨가하기를 바라는 것 : 버섯 10명, 어묵 11명, 김치 12명, 당근 7명, 계란 19명, 고추 13명, 쇠고기 8명, 유부 9명, 다시마 7명, 김 3명, 햄 소세지 4명, 기타 ; 새우, 오징어, 양파, 호박, 튀김류

4. 면과 스프 맛의 조화

① 그렇다 ; 57명
② 아니다 : 32명

오뎅스프 7명, 유동스프 14명, 김치 스프 10명,
기름기 없는 국물 1명

5. 제안점

- ㅇ 탄력성이 부족함 38명
- ㅇ 짜다 16명
- ㅇ 파가 너무 많고 양념이 단순하다 13명
- ㅇ 기름기가 너무 많다 13명
- ㅇ 면의 색이 짙다 11명
- ㅇ 주제가 있는 스프가 필요 3명 (김치, 해물 등)
- ㅇ 시원한 국물(우동 국물)이 더 어울릴 듯함 2명
- ㅇ 기타 : 면발이 길다, 우동과 비슷하다. 밀가루 냄새가 강하다, 파가 질기다.

제 3 절 압출스넥

스넥류의 제조에 있어서 압출성형 공정은 신속하고 경제적인 공정이라는 장점을 제공하기 때문에 폭 넓은 범위의 다양한 형태의 신제품 개발과 특이한 제품의 생산에 활용되고 있다. 스넥제품의 원료는 주로 전분질이 주성분인 제품과 분말, 감자분말, 단백질 등이 사용되며, 이들 성분은 최종 제품의 품질특성에 큰 영향을 준다. 그리고 부원료로서 유화제, 단백질 성분, 소금, 기타 전분 및 향미물질 등이 첨가되며, 이들 부원료는 압출스넥 제품의 미세구조, 팽화, 외양, 형태뿐만 아니라 기호에 큰 영향을 준다.

한편, 최근 경제발전과 문화수준의 향상에 따른 식생활 변화로 인하여 육류의 소비가 급증하면서 식이섬유원의 부족한 섭취에서 오는 각종 성인병이 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 즉, 식이섬유는 기능에 따라서 수용성과 불용성 식이섬유로 구분되며 이에 따라서 인체의 건강에 영향을 주는 생리작용이 각각 다르다. 불용성 불용성 식이섬유는 소화기관을 거치면서 정장작용을 하여 변비해소, 대장암의 예방, 대변의 양 증가 및 장내 통과시간 단축과 세균총의 개선, 유해 독소물질의 흡수억제와 배설, 전분의 가수분해 억제 및 포도당의 흡수지연 등의 작용을 한다. 이에 반하여 수용성 식이섬유는 체내에 유입되면 3차원 구조의 젤을 형성하여 식품의 통과를 지연시키고 포도당의 흡수를 저해하여 혈당치의 조절을 통한 당뇨병의 예방 및 인슐린 분비 억제를 하며, 혈중의 콜레스테롤 함량의 저하, 비만 예방 및 혈압 저하효과 등의 역할을 하는 것으로 알려져 있다[23~26].

따라서 본 절에서는 다량의 섬유질과 무기질 및 비타민이 함유되어 우수한 식이섬유원으로 알려진 우리밀 밀기울과 밀가루을 압출성형 공정에 의하여 가공함으로서 불용성 식이섬유의 수용화를 이루어 기능성을 향상시킨 우리밀 압출스넥 제품을 생산할 수 있는 확립된 제조공정 기술과 제품의 품질특성에 대하여 설명하고자 한다.

1. 압출스넥의 제조

우리밀 밀가루(그루)와 밀기울의 중량 혼합비를 0, 25, 50, 75 및 100%의 수준으로 배합한 원료를 사용하여 식이섬유가 강화된 압출스넥을 제조하였다. 압출성형 가공은 원료의 공급량 40kg/hr, 스크류의 회전속도 350 rpm 및 원료반죽의 수분함량이 17%인 조건하에서 Fig. 5-5와 같이 L/D의 비가 20:1인 이축압출 성형장치(Buhler brothers co., Biex-DNDL 44, Switzerland)를 이용하여 성형된 제품을 제조하였다.

2. 이화학적 성분의 분석

가. 압출스넥의 물리적 특성

수분함량은 105℃ 건조법으로, 색도는 Chroma meter(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 구하였고, 분말의 밀도는 단위 용적당의 중량비로, 압출스넥의 팽화율은 압출스넥의 직경과 압출다이의 지름의 비로부터 결정하였으며, 경도는 Texture analyzer(model TA XT-2, Stable Micro System, Ltd, England)를 사용하여 측정하였다.

나. 식이섬유

식이섬유 함량은 Prosky 등[27]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.

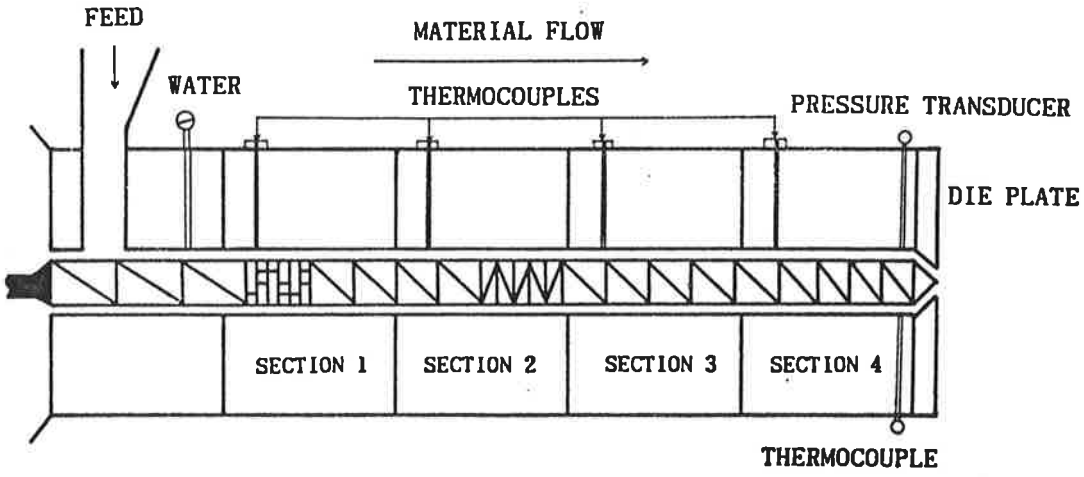


Fig. 5-13. Schematic diagram of twin-screw extruder

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% 및 50% 첨가까지는 감소하였고 75% 첨가와 순수 밀기울만인 경우는 다시 약간씩 증가한 결과를 보였다. 이러한 원인은 50% 수준의 밀기울 첨가시 압출성형중 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. 5-6에는 이들 다양한 형태의 제품을 나타내고 있다.

제 4 절 우리밀 플래이크

시리얼 제품(ready-to-eat breakfast cereal)은 플래이크(flakes), shreds, puffs, granules, 기타 일정하거나 불규칙한 형태를 갖는 다양한 종류가 있는데, 이중 바삭바삭한 조직을 갖는 플래이크(crisp flake)는 가장 인기있는 제품중에

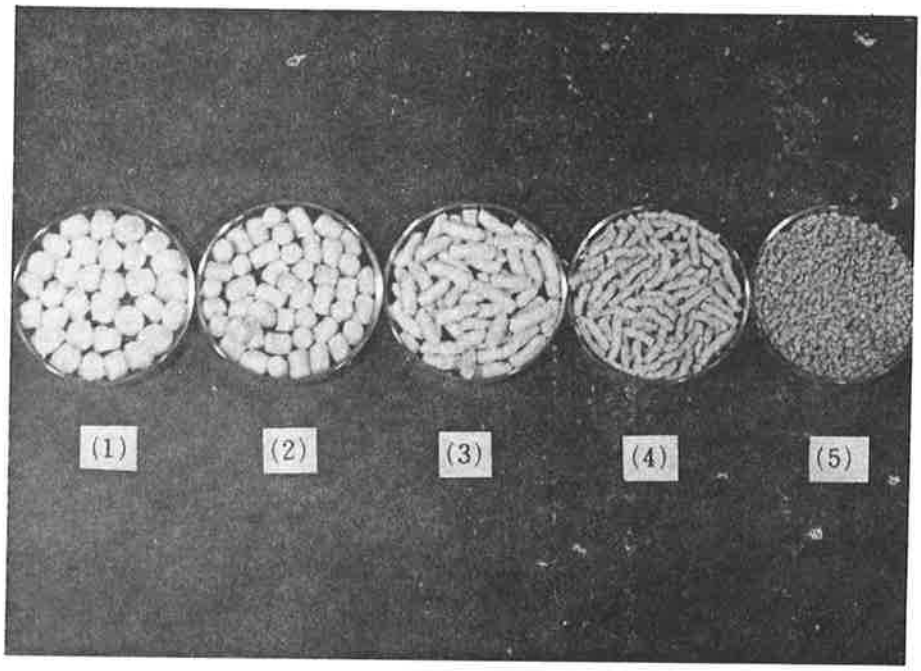


Fig. 5-14. Cereal products extruded from wheat flour(WF), wheat bran(WB) and mixture of WF and WB:(1) 100% WF; (2) 75:25 WF-WB blend; (4) 25:75 WF-WB blend; (5) 100% WB

하나이다. 이러한 플래이크의 제조공정은 입자 상태의 원료를 가열조리(cooked and tempered)하거나, 압출성형하여 pellet 상태로 1차 가공후 rolling 공정을 거쳐 플래이크 상태로 한 다음 toasting 함으로서 제품을 생산하는데, 제조공정에 가장 어려운 문제는 제품이 균일한 갈변(browning)정도와 toasting이 되게 하는 것이다.

본 절에서는 우리밀 밀가루와 밀기울을 원료로 하여 압출성형, rolling, toasting 공정을 거쳐 우리밀 플래이크 제품을 생산할 수 있는 최소공정에 대한 연구에 대하여 설명하기로 한다.

1. 실험재료

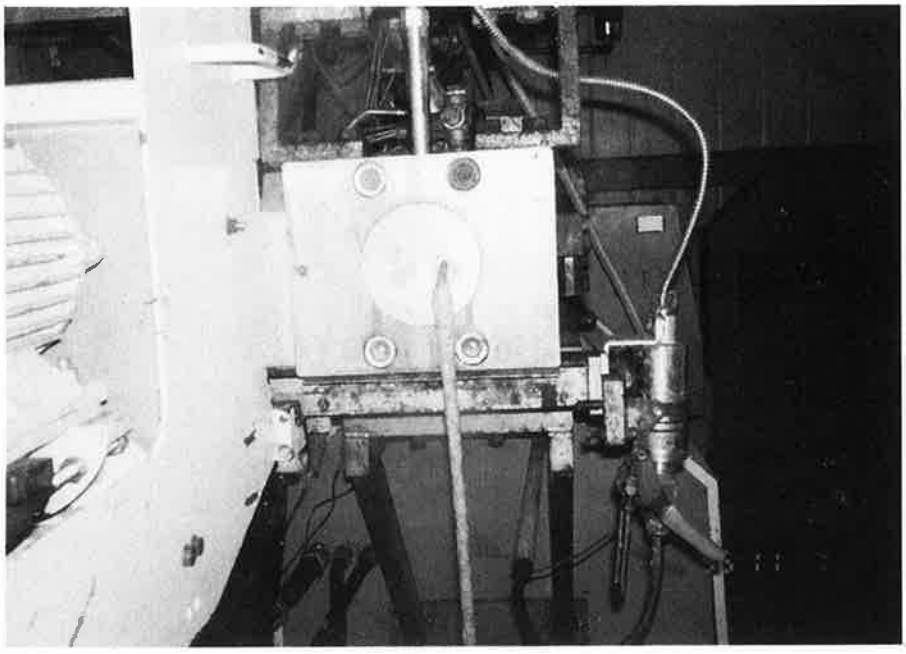
우리밀 살리기 운동본부 산하 단체인 아산 우리밀 제분공장에서 제분한 그루밀 밀가루와 밀기울을 사용하였다.

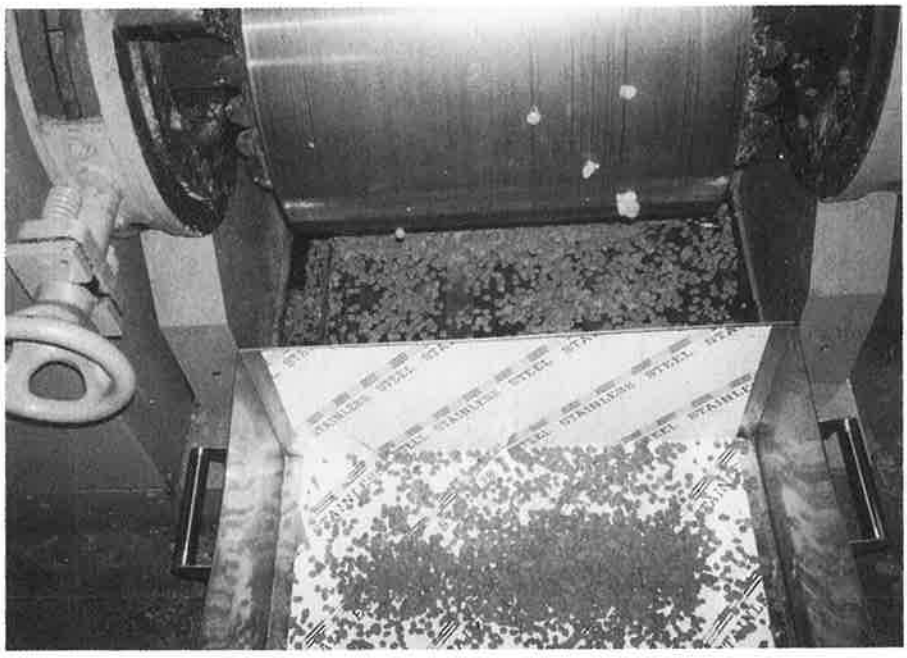
2. 실험방법

우리밀과 밀기울을 혼합한 원료(1:1)를 사용한 플래이크 제품은 이축압출 성형장치와 flake roller를 사용하여 제조하였다. 압출성형은 압출성형기의 L/D비가 20:1이며, 원료의 공급속도 30kg/hr, 원료의 수분함량 34.3%, 스크류의 회전속도 225 rpm인 조건하에서 압출제품을 생산하였으며(Fig. 5-13(a)), pellet 형태의 압출물은 2차로 flake roller(Fig. 5-13(b))를 사용하여 flake상태로 만든 후 250℃의 건조기에서 20분간 toasting하여 최종 flake 제품을 제조하였다.

3. 결과 및 고찰

우리밀을 이용한 플래이크 제품은 우리밀과 밀기울을 1:1 혼합하여 제조한 "우리밀 플래이크 제품 W"와 100% 밀기울로만 제조한 "우리밀 플래이크 B"의 2가지 형태의 제품을 제조하였다(Fig. 5-14). 간이 관능검사 결과 2가지 제품





(b)

Fig. 5-15. View of wheat flour extruding (a) and flaking (b)

Fig. 5-16. Products of Woorymil flakes

모두 양호한 맛과 조직감으로 양호한 품질을 갖는 것으로 나타나 우리밀 재료를 이용한 식이섬유 강화 플래이크 제품의 개발이 가능한 것으로 판단된다.

제 5 절 우리밀 알곡식 제품의 개발

곡류를 도정이나 제분하지 않은 알곡식(whole grain)은 영양학적인 측면에서 볼 때 우리의 식생활을 통하여 부족하게 공급될 수 있는 식이섬유소, 저항전분, 미량원소, 비타민, 질병예방에 효과가 있는 성분, 식물성 성장촉진제 및 항산화제 등과 같은 영양성분의 중요한 공급원이 된다. 뿐만 아니라 최근에는 만성 질환의 예방에 큰 역할을 한다는 과학적인 근거와 권고로 인하여 알곡식의 소비가 증가하고 있다. 즉, 알곡식은 도정과정을 거치면서 배유부로 부터 강층(bran)과 배아(germ)가 분리 및 분쇄되어 분체로 되는데, 영양성분은 곡류의 외피에 다량 함유되어 있기 때문에 정제된 곡류 분말은 상대적으로 영양소가 낮게 된다.

곡류를 발아시키면 영양가를 크게 개선할 수 있기 때문에 통밀의 영양성분의 증대를 위하여 소비자와 제분공업 기술자들은 발아가공에 대한 큰 관심을 갖고 있다. 한 예로 밀의 발아과정중 α-amylase의 생화학적 합성은 제빵공업에 있어서 중요하게 취급되고 있는데, α-amylase의 함량이 적절할 경우 품질 개선 효과가 있지만 필요 이상으로 높은 함량을 가지면 빵의 부피가 작아지고 빵의 조직감이 끈적거리게 되며, 발아된 밀을 사용하여 제빵실험을 한 결과 전분의 과다한 붕괴로 인하여 제품의 품질이 떨어지는 것을 보고하고 있다[28, 29].

또한 밀을 발아시키면 곡립내의 전분과 단백질 등의 고분자 물질들이 분해함에 따라서 유리당과 유리 아미노산 등과 같은 가용성 성분의 양이 증가하여 Mailard 반응성이 풍부하게 된다. 이러한 발아맥을 가열처리할 경우 맥아음료로서의 기능을 갖는 향미특성을 조절할 수 있다.

따라서 본 절에서는 우리밀 알곡을 그대로 가공하거나 제품의 특성에 맞춰 일부 가공을 통하여 우리밀 특유의 맛과 향을 살릴 수 있는 제품의 제조연구를 실시하였으며, 이에 대한 결과에 대하여 설명하기로 한다.

1. 실험재료

원료 밀은 1995년산 그루밀을 사용하였다.

2. 실험방법

가. 도정

원료 밀은 구르밀을 165g 취하여 실험용 도정기(Satake testing mill, Japan)로 Roller No. 30을 사용하여 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95%의 비율로 각각 도정하여 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

나. 알곡식 제품의 제조

(1) 압맥(steamed & pressed wheat)의 제조

도정된 밀을 물에서 1시간 동안 수화시켜 탈수한 후 autoclave에서 15분간 증자한 다음 flake roller로 적절한 크기의 flake 상태로 가공하였다. 가공된 flake는 200℃ 건조기에서 20분간 건조하여 바삭바삭한 조직감을 갖는 제품으로 제조하였다.

(2) 발아맥을 이용한 통밀차의 제조

그루밀 1kg을 25℃에서 10시간 침지시킨 후 탈수하여 20×29×7 cm 크기의 사각 플라스틱 용기에 6cm 높이로 담아서 상대습도 75%와 온도 32℃로 조절되는 항온항습기에서 발아시키면서 24, 32, 48 시간별로 시료를 취하여 80℃의 건조기에서 15분간 가열하여 잔여 효소의 활성을 정지시켰다. 24, 32, 48시간후의 발아된 뿌리의 길이는 각각 0.8~1cm, 1~1.5cm, 1.5~3cm 정도를 보였다. 그리고 건조된 발아밀을 회전원통형 볶음장치에서 170℃의 온도로 10, 15, 20분간 가열하여 볶은 밀을 제조하였다.

다. 수분흡수속도의 측정

시료를 20, 30, 40, 50℃로 조절되는 물에 6시간 동안 침지하면서 1시간마다 시료를 취하여 여과지로 표면수를 제거한 다음 무게를 칭량하여 온도에 따른 쌀입자 무게의 증가량으로부터 시료 1g 당 수분함량을 계산하였다[30].

수분흡수속도는 다음과 같이 Becker의 확산방정식[31]에 의하여 계산하였다.

$$\overline{m} - m_0 = k_0\sqrt{t}$$

여기서 $\overline{m}$: 일정시간 침지후의 수분함량 (g H_2O/g solid, d.b)

m_0 : 초기의 수분함량 (g H_2O/g solid, d.b)

t : 침지시간 (min)

k_0 : 수분흡수속도 ($min^{1/2}$) 이다.

라. 패리노그램

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 x 300 = B g, A: 100-시료의 수분함량, B;시료량). 시료를 30℃로 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.

마. 가용성 총유리당 및 환원당

분말시료 5g을 75% ethyl alcohol로 추출한 후 이온교환수지(Amberlite MB-3)로 처리한 다음 가용성 총유리당은 phenol-surfuric acid 방법[32]에 의하여, 환원당의 함량은 DNS 방법[33]에 의하여 측정하였다.

바. 유리 아미노산

아미노산 분석은 Bidlingmeyer[34]등의 방법에 의해 측정하였다. 일정량의 시료를 6N-HCl 용액와 혼합하여 질소충진 후 110℃에서 24시간 동안 가수분해하였다. 가수분해한 시료를 50 ml로 정용하고 이를 0.45 μm membrane filter로 여과하여 20 μl를 취하여 진공건조 하였다. 건조된 시료에 methanol:water:triethylamine(2:2:1)용액 30 μl를 첨가하여 2차 건조하였다. 이것에 유도체 시약 (methanol:water:trimethylamine:phenyl iso-thiocyanate=7:1:1:1)을 30 μl 가하여 20분간 방치한 후 3차 건조하였다. Methanol 30 μl를 첨가하여 다시 건조하고 sodium acetate buffer(pH 6.4)로 재용해하여 HPLC로 분석하였다. 분석 조건은 Table 5-28에 나타내었다.

Table 5-28. Instruments and operating condition for HPLC

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

3. 결과 및 고찰

(1) 도정율에 따른 밀입자의 수분흡수도

밀을 쌀과 혼합하여 취식할 수 있는 압맥형태로 제조하기 위한 실험의 일환으로서 국내산 그루밀을 도정율이 60~95%가 되게 도정한 밀 입자의 수화시간

에 따른 흡수율을 측정하였다. Fig. 5-17과 18에는 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95%로 도정한 그루밀의 수침온도에 따른 밀의 수분함량과 침지시간의 제곱근과의 관계를 나타내고 있는데 도정율이 다른 모든 시료에 있어서 직선관계를 보이는 것을 알 수 있다. 또한 이들의 그림으로부터 구한 수분흡수 속도상수는 Table 5-29에 나타내었는데, 속도상수 k는 수침온도가 높을수록 큰 값을 보였으며, 도정수율에 따른 수화속도는 도정수율이 낮은수록 증가하는 결과를 보였는데, 이러한 결과는 도정수율이 낮은 밀은 밀의 외피, 종피 및 배유부가 높은 밀보다 상대적으로 많이 존재함으로서 보수력이 증가하여 일단 흡수된 물을 곡립안으로 침투시키는 작용이 큰 것 때문인 것으로 해석된다. 한편, 보리의 가공제품인 압맥, 할맥, 도정맥 등의 수분흡수율에 대한 연구에서도 침지온도와 도정율이 증가함에 따라서 수분흡수율이 증가한 결과가 보고되어 있다[35, 36]. 또 김 등[37]은 도정수율이 달리하여 α화 보리쌀을 제조하는데 있어서 열처리 조건에 따른 수율과 호화도에 대한 연구에서 가압솥 처리시 수율과 호화도가 제일 높음을 보고하였다.

(2) 압맥 flake 제품의 특성

도정율을 60~95% 수준으로 달리하여 제조한 압맥 flake 제품의 품질특성을 살펴본 결과 조리후 도정율이 다른 각 제품이 전반적으로 수용성 고형분의 유출은 8~9.2% 범위를 보였고, 수분흡수율은 2.5 정도를 나타내었고, 전체적인 기호도 조사결과 식사대용의 즉석 편의식품으로 개발이 가능한 평가를 얻었다.

(3) 발아밀의 이화학적 특성

(가) 일반성분과 수용성 유리당 및 환원당

Table 5-30에 밀의 발아후 roasting 조건에 따른 단백질, 회분, 지방, 수용성 유리당 및 환원당의 변화를 나타내었다. 발아밀은 발아시키지 않은 밀에 비하여 24, 32, 48 시간으로 길어질수록 단백질의 함량은 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 발아과정중 호흡작용에 의한 탄수화물의 감소에 따른 건물중량의 감소로 인한 것으로 보고되고 있다[38, 39]. 회분함량은 발아시간에 큰 영향을 받지

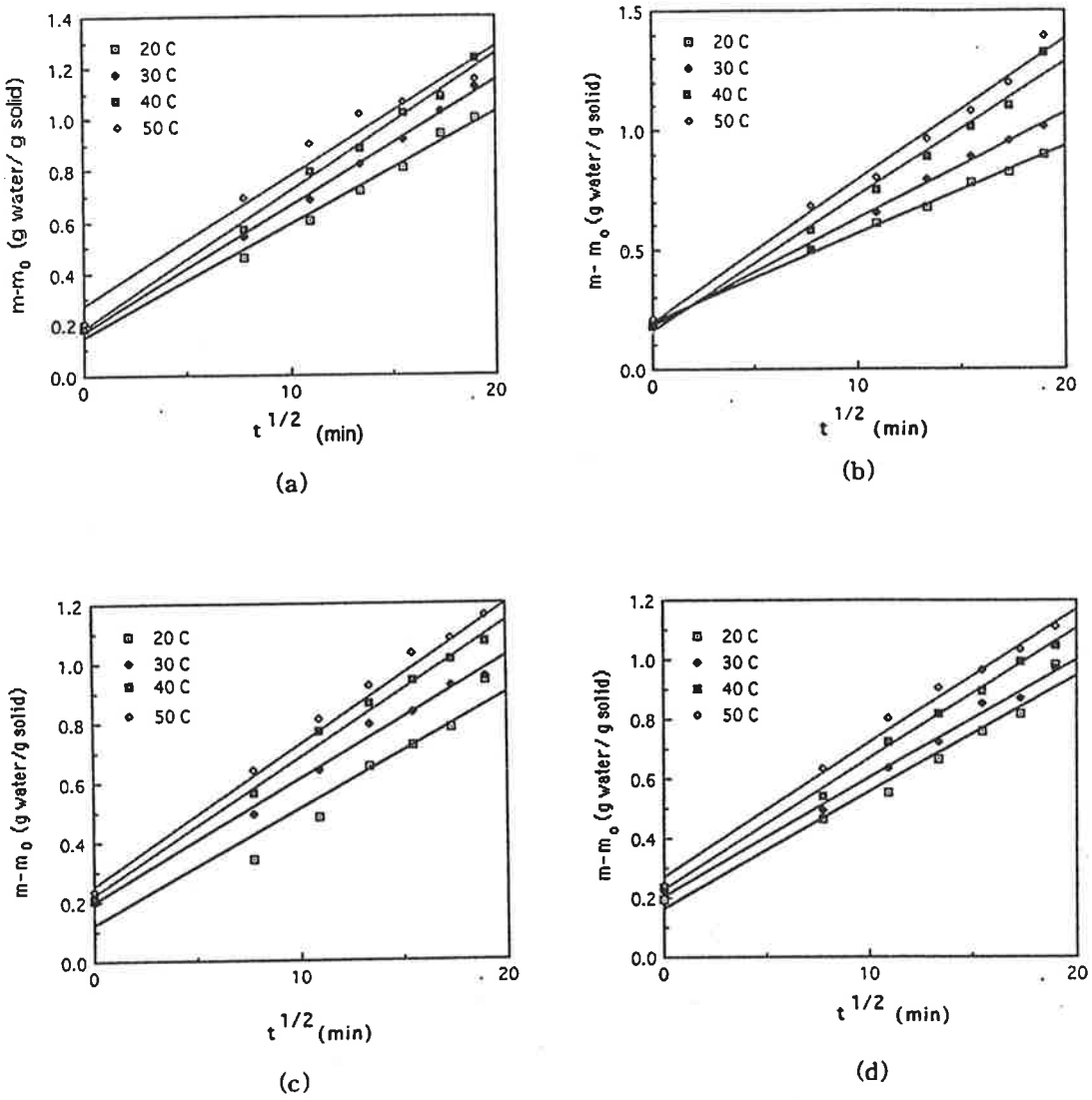


Fig. 5-17. Relation between the grain moisture and the square root of the hydration time during wheat hydration with various soaking temperature for (a) 60, (b) 65, (c) 70 and (d) 75 polishing yields

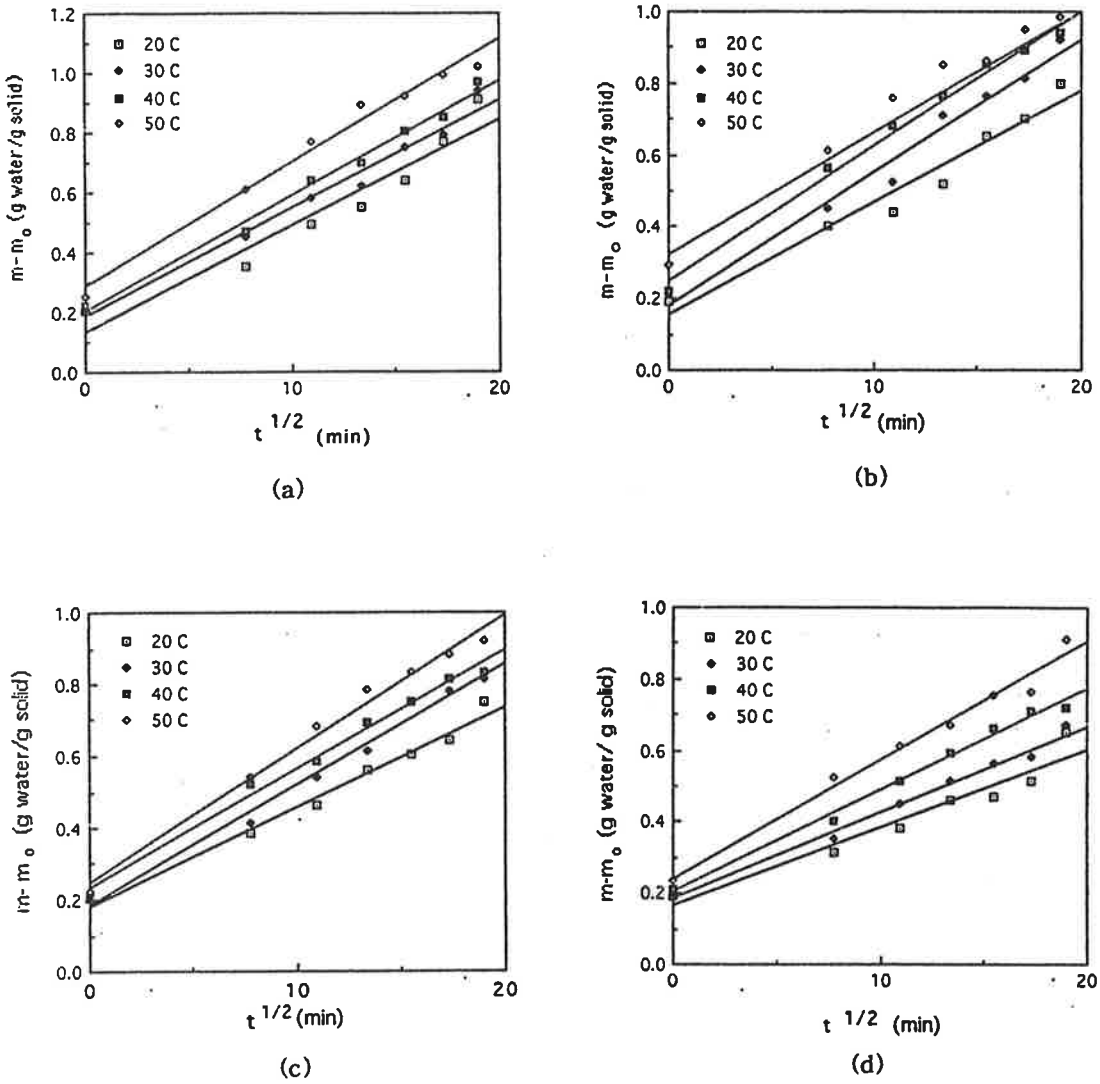


Fig. 5-18. Relation between the grain moisture and the square root of the hydration time during wheat hydration with various soaking temperature for (a) 80, (b) 85, (c) 90 and (d) 95 polishing yields

Table 5-29. Water uptake rate of prepared domestic wheat(Kru) with various soaking temperature and pearling yield

Pearling yield(%)	Soaking temperature(℃)	k × 100($min^{1/2}$)
60	20	4.37
	30	4.89
	40	5.02
	50	5.36
65	20	3.71
	30	4.45
	40	5.63
	50	5.93
70	20	3.87
	30	4.09
	40	4.59
	50	4.9
75	20	3.93
	30	3.96
	40	4.36
	50	4.53
80	20	3.57
	30	3.64
	40	3.86
	50	4.14
85	20	3.10
	30	3.66
	40	3.72
	50	3.79
90	20	2.77
	30	3.31
	40	3.35
	50	3.74
95	20	2.19
	30	2.41
	40	2.85
	50	3.31

않는 것으로 나타났다. 한편, 지방함량은 발아시간이 경과할수록 점차 증가한 결과를 보이고 있는데, 이러한 원인은 발아 밀에 있어서 실제적인 지방의 함량이 증가된 것 때문인지 또는 지방성분의 형태변화에서 오는 차이인지 좀 더 세밀한 연구가 요구되는 결과로 지목되고 있다.

발아밀에 대한 볶음처리는 수용성 유리당과 환원당의 함량이 증감에 큰 효과를 주는 것으로 나타났다. 발아시키지 않은 밀의 경우 볶음처리 시간이 10, 15, 20분으로 증가할수록 수용성 유리당은 점차 감소하였으나, 환원당의 함량은

처리시간이 길수록 점차 증가하였다. 그러나 24, 32, 48 시간동안 발아된 밀의 경우 수용성 유리당은 볶음시간에 비례하여 증가하였으나, 환원당도 볶음시간이 15분, 20분으로 길어질수록 증가하였다. 볶음처리 과정에서 일어나는 당 함량의 변화는 Maillard 반응과 관계하는데, 이 등[40] 은 보리의 볶음처리 과정중에 변화하는 유리당중 환원당이 Maillard 반응에 관여하여 소모되나, 볶음의 정도가 클수록 유리당중의 비환원당과 저분자의 oligo당이 열분해됨으로서 생기는 환원당이 소모되는 양보다 많기 때문인 것으로 보고하고 있다. 그러나 본 연구의 결과에서는 수용성 유리당과 환원당의 함량이 볶음처리 시간이 길수록 증가한 결과를 보였는데 이러한 원인은 밀이 발아과정을 거치면서 밀전분이 효소에 의하여 분해가 되면서 당의 함량이 증가한 것에 기인하는 것으로 판단된다[41].

Table 5-30. Effect of sprouting and roasting on chemical properties of whole wheat grains

Samples	Sprouting time (hr.)	Roasting time (min.)	Characteristics				
			Protein (%)	Ash (%)	Fat (%)	SFS[1] (mg/g)	RS[2] (mg/g)
1	0	10	13.21	1.49	1.83	793.5	20.57
2	0	15	13.72	1.51	1.91	513.9	24.91
3	0	20	13.46	1.50	1.83	488.8	29.82
4	24	10	14.36	1.46	1.94	606.6	40.8
5	24	15	14.44	1.50	1.96	899.5	42.98
6	24	20	14.23	1.57	1.93	1131.4	38.53
7	32	10	15.04	1.47	1.97	639.8	37.09
8	32	15	15.23	1.43	1.99	1249.9	43.13
9	32	20	15.05	1.46	2.18	879.0	45.66
10	48	10	15.68	1.41	2.06	543.0	44.33
11	48	15	15.94	1.50	2.13	621.8	45.89
12	48	20	15.74	1.51	2.44	882.8	42.92

[1] SFS : Soluble free sugars
[2] RS : Reducing sugars

(나) 유리아미노산

통밀의 발아후 유리 아미노산의 변화를 Table 5-31에 나타내었다. 유리 아미노산중 알기닌, 알라닌, 프롤린, 시스틴 등은 24, 32, 48시간 동안의 발아 전과정을 통하여 증가하였으나 글루탐산과 트레오닌의 함량은 발아 24시간 까지는 증가하였다가 다시 감소한 결과를 보였다. 또한 그외 다른 아미노산들도 발아 24 및 32 시간에서는 함량이 감소하였으나, 48시간 발아에 이르러서는 증가한 결과를 보였다. 그리고 전체적인 아미노산 함량의 변화를 보면 발아시키기 전 112.78 ㎎/100g wheat였으나, 24 및 32 시간 발아후 각각 183.91 및 183.05 ㎎/100g wheat의 함량을 보였고, 48시간 발아시킨 경우 168.66 ㎎/100g wheat로 약간 감소한 것을 알 수 있다. 이와 같이 발아시킨 밀에 있어서 유리 아미노산 함량의 변화는 발아과정중 단백질 분해효소의 활성이 작용한 것임을 간접적으로 알 수 있다[42].

(다) 발아 밀가루의 패리노그램 특성

발아시킨 밀가루의 패리노그램 특성을 Table 5-32에 나타내었다. 반죽의 물 흡수율은 발아과정중 전분의 손상에 의하여 발아전의 밀가루보다 24, 32, 48시간 발아후 1~2% 감소하였다. 반죽형성 시간과 반죽의 안정도는 발아시간이 길어질수록 감소하였으며, 반죽의 약화도는 발아시간이 길수록 증가한 결과를 보였다. 이와 같은 반죽강도의 연화현상은 발아중 단백질 분해효소의 작용으로 인하여 글루텐이 분해되고, 단백질의 이황화 결합 분해효소가 작용하는 것으로 설명되고 있다[43]. 한편, 발아시킨 밀가루의 반죽에 필요한 물의 흡수량과 반죽의 안정도의 감소와 같은 단점을 해결하기 위하여는 pH를 4.2 정도의 산성범위로 조절함으로서 전분과 단백질 분해 효소의 활성을 실활시키거나, 글루텐을 첨가함으로서 반죽의 물성을 개선할 수 있는 것으로 알려져 있다[44, 45, 46].

Table 5-31. Effect of sprouting on free amino acids of whole wheat grains[a]

Amino acids	Sprouting time (hr) 0	24	32	48
Aspartic acid	9.32 (6.94)[b]	10.32 (5.12)	16.6 (8.34)	10.02 (5.49)
Glutamic acid	13.28 (9.9)	25.86 (12.82)	15.98 (8.03)	17.13 (9.39)
Serine	18.05 (13.45)	20.02 (9.92)	25.36 (12.75)	21.96 (12.04)
Glycine	4.91 (3.66)	6.82 (3.38)	5.39 (2.71)	5.41 (2.97)
Histidine	6.94 (5.17)	9.42 (4.67)	9.41 (4.73)	9.74 (5.34)
Arginine	18.75 (13.97)	30.43 (15.09)	31.67 (15.92)	29.23 (16.03)
Threonine	2.72 (2.03)	4.40 (2.18)	3.79 (1.91)	3.58 (1.96)
Alanine	14.19 (10.57)	24.19 (11.99)	20.62 (10.36)	20.77 (11.39)
Proline	6.92 (5.16)	17.76 (8.80)	17.0 (8.54)	13.24 (7.26)
Tyrosine	3.43 (2.56)	4.89 (2.43)	4.79 (2.41)	4.76 (2.61)
Valine	10.43 (7.77)	13.57 (6.73)	14.25 (7.16)	12.67 (6.95)
Methionine	4.73 (3.53)	6.27 (3.11)	6.08 (3.05)	6.35 (3.48)
Cystine	1.87 (1.39)	2.41 (1.20)	2.80 (1.41)	3.13 (1.71)
Isoleucine	4.22 (3.14)	5.63 (2.79)	5.67 (2.85)	4.54 (2.49)
Leucine	5.50 (4.1)	7.91 (3.92)	7.43 (3.74)	7.69 (4.22)
Phenylalanine	5.05 (3.76)	7.10 (3.52)	6.90 (3.47)	7.18 (3.94)
Lysine	3.91 (2.92)	4.70 (2.33)	5.21 (2.62)	4.94 (2.71)
Total	122.78	183.91	183.05	168.55

[a] : mg amino acid/100g wheat
[b] : % ratio

Table 5-32. Effect of sprouting on farinographic characteristics

Sprouting time (hr)	Water absorption(%)	Characteristics		
		Development time(min)	Stability (B.U.)	Weakness (B.U.)
0	76	3.0	3.0	175
24	75	2.8	2.5	207
32	74	2.5	1.5	260
48	74	2.1	1.4	267

제 6 절 참고문헌

1. 주현구, 신현영, 황적인, 허태련 : 최신식품가공학, 유림문화사, p. 113 (1987)
2. SAS Institute, Inc., 1988. SAS/STAT User's guide, Release 6.04 ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
3. Lamond, E. : Methods for the sensory evaluation of food. Canada Dept. of Agriculture (1973)
4. AACC : Approved methods of the American Association of Cereal Chemists eighth ed. 54 - 29 (1990)
5. AOAC : Official Methods of Analysis of the AOAC, 14th ed., Association of Official Analytical Chemicals, Washington D. C., U. S. A. (1990)
6. 라면보다 잠재시장 큰 것이 생면, *식품산업*, **9**, 105 (1993)
7. Cornell, H. J. Hoveling, W, Chryss, A. and Rogers M. : Particle size distribution in wheat starch and its importance in processing. *Starch*, **46**(6), 203 (1994)
8. Mani, K., Tragardh, C., Eliasson, A. C. and Lindahl : Water content, water soluble fraction, and mixing affect fundamental rheological proerties of wheat flour doughs. *J. of Food Sci.*, **57**(5), 1198 (1992)
9. Primard, S. Graybosch, R., Peterson, J. and Lee, J. : Relationships between gluten protein composition and quality characteristics in four populations of high protein, hard red winter wheat, *Cereal Chem.*, **68**(3), 305(1991)
10. Sung-Kon Kim : Research on noodle-making properties of U. S. Wheats. Dankook Univ. (1989)
11. 한국공업규격 : 밀가루 KS H 2012 (1991)
12. 生 열기속의 면류시장 다양, *식품산업*, **6**, 72 (1995)
13. 면류 제조·가공기술 지침서, 한국식품개발연구원 (1994)
14. 김성기 : 경질 및 연질 밀가루의 이화학적 성질 연구, *한국식품과학회지*,

11(1), 13 (1979)

15. 김원복 : 우리밀의 제빵, 제면성 및 제품화 방향, 고려당 (1995)
16. 김희갑 : 외국산 밀의 제분성에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **9**(3), 225 (1977)
17. 남중현 : 국수용 조숙 다수성 우리밀 육성, 작물시험장 연보 (1995)
18. 신숭녕, 김성곤 : 미국밀과 호주밀의 제면성 비교, *한국식품과학회지*, **25**(30), 232 (1993)
19. 신현국, 장학길, 유인수 : 국산소맥 및 소맥분의 이화학적 특성, *한국식품과학회지*, **10**(4), 376 (1978)
20. 장학길, 김창제, 하덕모, 신효선 : 소맥 품질특성의 유적 및 환경적 변이, *한국식품과학회지*, **18**(1), 31 (1986)
21. 장학길, 서규용, 김창제 : 한국산 소맥 및 소맥분의 이화학적 특성과 제품 적성에 관한 연구. 제 1보 : 한국산 소맥의 제분 특성, *한국식품과학회지*, **14**(4), 350 (1982)
22. 장학길, 신효선, 김상순 : 한국산 밀가루의 이화학적 특성과 쿠키 제조적성, *한국식품과학회지*, **16**(2), 149 (1984)
23. Selvendran, R.R.: The plant cell wall as a source of dietary fiber : chemistry and structure. *Am. J. Clin. Nutr.*, **39**, 320 (1984)
24. Mares, D.J. and Stone, B.A.: Studies on wheat endosperm. I. Chemical composition and ultrastructure of the cell walls. *Aust. J. Biol. Sci.*, **26**, 793 (1973)
25. Ring, S.G. and Selvendran, R.R.: Isolation and analysis of cell wall materials from beeswing wheat bran(*Triticum aestivum*). *Phytochemistry*, **19**, 1723 (1980)
26. Johnson, I. T. and Southgate, D. A. T.: Sources, chemical composition and analysis of dietary fibre. In *Dietary fiber and related substances*. Chapman and Hall, London, pp. 14-20 (1994)
27. 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)

28. Gawda, J. : Sprouted cereals. *Przeglad Zbozowo Mlynarski*, **17**(4), 27 (1973)
29. Ranhotra, G. S., Loewe, R. J. and Lehmann, T. A. : Bread making quality and nutritive value of sprouted wheat. *J. Food Sci.*, **49**, 1373 (1977)
30. 이종숙, 김성곤 : 겉보리 및 쌀보리의 수화속도. *한국식품과학회지*, **15**, 220 (1983)
31. Becker, H. A. : On the absorption of liquid water by the wheat kernel. *Cereal Chem.*, **37**, 309 (1960)
32. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F. : Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal*y. Chem.*, **28**(3), 350 (1956)
33. Miller, G. L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analy. Chem.*, **31**(3), 426 (1959)
34. 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)
35. Mok, C. K., Lee, H. Y., Nam, Y. J. and Min, B. Y. : A kinetic study on the hydration process of barley kernels with various polishing yields. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**(2), 136 (1983)
36. 손정우, 염초애, 장명숙, 김성곤 : 압맥, 할맥과 보리쌀의 수분흡수 및 가열시 조리도의 비교. *한국식품과학회지*, **19**(2), 125 (1987)
37. 김형수, 강옥주, 류은순 : α화 보리쌀의 제조에 관한 연구. 제 1 보 : α화 보리쌀의 수율과 호화도. *한국식품과학회지*, **15**(2), 155 (1983)
38. Dalby, A. and Tasi, C.Y. : Lysine, and tryptophan increases during germination of cereal grains. *Cereal Chem.*, **53**, 222 (1976)

39. Lemar, L. E. and Swanson, B. G. : Nutritive value of sprouted wheat flour. *J. Food Sci.*, **41**, 719 (1976)

40. 이영택, 석호문, 김성수, 김경탁, 홍희도 : 미숙보리곡립의 볶음중 이화학적 특성변화. *한국식품과학회지*, **26**(3), 336 (1994)

41. Dronzek, B. L., Hwang, P. and Bushuk, W. : Scanning electron microscopy of starch from sprouted wheat. *Cereal Chem.*, **49**, 232 (1972)

42. Sharma, S., Nagi, H. P. S. and Sekhon, K. S. : Effect of blending laboratory sprouted grains on milling and baking properties of wheat. *J. Food Sci. Technol.*, **25**(6), 330 (1988)

43. Singh, N., Sekhon, K. S. and Nagi, H. P. S. : Laboratory sprout damage and effect of heat treatment on milling and baking properties of Indian wheats. *J. Food Sci.*, **52**(1), 176 (1987)

44. McDonald, K. E. and Chen, L. L. : Properties of wheat flour protease. *Cereal Chem.*, **41**, 443 (1964)

45. Meredith, P. : Inactivation of cereal alpha-amylase by brief acidification. The pasting strength of wheat flours. *Cereal Chem.*, **47**, 492 (1970)

제 6 장 우리밀 제분공장의 공정개선안

제 1 절 현행 우리밀 제분공장의 문제점

우리밀에 대한 소비자들의 향수와 밀제품에 대한 인식이 좋아지면서 우리밀 살리기운동본부 회원뿐 만 아니라 우리밀이 재배가능한 지역에서의 농업협동조합을 중심으로 우리밀 재배와 가공공장의 설립이 확산되어 현재 전국에는 우리밀 제분공장이 10여개소가 가동중에 있다. 그러나 대부분 영세한 농민단체에 의하여 건립된 제분공장 및 설비인 관계로 인하여 충분한 설비투자와 기술이 뒷받침 되지 못하여 공정 전반에 걸쳐 품질관리와 생산능력 및 위생적인 생산환경이 낙후된 수준으로 유지되고 있다. 심지어 한 농민단체의 우리밀 제분공장은 전체적인 생산능력과 공정흐름을 고려하지 않고 저렴하다는 투자비만을 생각하여 단순한 분쇄설비를 설치하여 가동을 하지도 못하고 정상적인 가동을 위한 해결방안을 모색중인 곳도 있다.

따라서, 본 장에서는 현행 우리밀 제분공장(전남 무안과 구례, 충남 아산, 기타 농협)의 제분공정을 검토한 결과 품질관리를 위하여 수정이 요구되거나 설비상의 처리능력등에 있어서 발견된 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 제분공장의 설비에 대한 투자비가 제분방식과 품질을 고려하지 않고 최소화하여 제작 설치함으로서 설비의 처리 능력이 떨어진다.

둘째, 제분공장을 운영하는데 있어서 제분 전문가의 부재로 인하여 품질 관리와 설비의 유지관리가 어려운 실정이다.

셋째, 원맥의 투입전 예비정선 장치가 없음으로 인하여 작업자가 이물질을 제거하나 완전한 정선이 이루어 지지 않아 밀대, 기생충, 흙등의 혼입이 될 가능성이 크다.

넷째, Separator가 정상적인 가동을 하지 못하여 배출구에서 이물질의 배출이 제대로 이루어 지지 않고 있다.

다섯째, 석발기(stoner)가 쌀의 가공시 사용하는 석발기이며, 균일한 흐름이 되지 않고, 장치내에서 압력이 누출됨으로서 작업장 공기의 오염원이 되는 것으로 판단된다.

여섯째, 제분전 조질(tempering)을 위한 가수장치가 설치되어 있으나 사용하고 있지 않음으로서 제분율에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

일곱째, 제분가공할 우리밀의 전체 생산량이 적은 관계로 생산공정 전체에 물질 흐름을 위하여 품종별 제분이 이루어지지 않아 밀가루 제품의 품질과 가공적성이 떨어질 뿐만 아니라 제품의 용도가 제한적이다.

제 2 절 우리밀 제분공장 공정개선안의 확립

품질이 좋고 위생적인 밀가루를 생산하기 위한 우리밀 제분공장의 제분공정 개선안 방향을 살펴보면 다음과 같다.

1. 밀의 저장

밀은 수확후 제분공장에 운송되어 저장을 위하여 elevator를 사용하여 저장 hopper에 투입되는데, 이때 elevator는 하적설비, 저울, 저장고, 이송 시스템, 예비 선별장치, 배출장치, 건조기, 밀 반전 및 혼합기 등으로 구성된다.

2. 1차 정선공정

저장 hopper에 반입된 밀은 진동체에 의한 선별장치에 의하여 밀 입자보다 크거나 혹은 작은 물질들을 제거하고 종류, 등급, 단백질 함량에 따라 분리하여 저장 bin에 저장한다. 그리고 배출장치에 의하여 주름진 밀 입자, 밀겨, 먼지 등을 제거한다.

3. 예비 청결공정

선별된 밀은 청결장치에 의하여 밀가루의 외양과 품질을 크게 떨어트리는 돌, 흙, 맥각균(ergot), 밀대, 기타 다른 종자를 제거한다.

4. 석발공정

선별과 청결공정을 거친 밀은 석발공정을 거치는데, 이때 밀입자와 비중차는 있으면서 형태와 크기가 다른 흙덩어리, 작은 돌, 유리, 비철금속을 제거한다.

5. 2차 정선공정

석발공정까지 거친 밀은 밀과 횡단면은 유사하면서 길이가 길거나 짧은 크기의 불순물을 함유할 수 있기 때문에 2차 정선공정을 거친다.

6. 조질공정(Tempering)

청결 및 정선된 밀은 제분전에 조질공정을 거치는데, 이 공정은 가수를 밀의 수분함량이 16~17%로 되게 하여 20~30시간 정치한다. 가수방법은 분무가수나 steam을 사용한 직접가수와 같은 방법을 사용한다. 조질의 주된 목적은 원맥의 가열과 냉각에 의한 팽창·수축을 일으킴으로서 표피와 배유부의 분리가 용이하게 하고 껍질에 인장력과 탄력성을 극대화함으로서 조쇄롤에서 껍질이 쉽게 파쇄되는 것을 억제한다. 또한 양질의 배유조립이 많이 생기게 되어 분쇄공정에서 많은 밀가루가 추출될 수 있게 하며, 밀가루에 적정한 수준의 수분이 함유되므로 밀가루의 가공적성이 좋게 된다.

7. 분쇄공정

분쇄공정은 정선조질된 밀을 break roll과 smooth roll을 통과시켜 밀가루와 밀기울로 분리하는 공정으로서 밀가루 분말의 효율은 제품의 순도, 제품의 비율, 분쇄설비의 제분능력 등에 의하여 판정된다.

가. Break roll 분쇄

roll의 표면에 홈이 파인 break roll(grooved)을 사용하여 밀 곡립에 전단력을 주어 1차 분쇄하여 분쇄물(break chop)을 얻고, 체(grading or sieving)를 통과시킨 후 sifter로 입자 혼합물을 크기에 따라 분리한다. 여기서 거칠은 밀기울과 배유부가 붙은 크기가 큰 입자(scalp)는 2차 분쇄후 다시 sifter를 통과킨다.

나. Grading

Break roll을 거치고 sifter를 통과한 분쇄물은 체의 크기에 의해서 분리하여 작은 크기의 분쇄물(break middling)을 얻는다.

다. Purification

Break middling은 순수한 배유, 밀기울이 붙어있는 배유, 작은 입자의 밀기울 등이 혼합된 상태로서 purification의 목적은 이후 계속되는 미분쇄 공정 이전에 밀기울의 혼입을 최소한으로 막고 순수한 분체로 분리하기 위하여 행한다.

라. Sizing

이 공정은 purification 공정후 밀기울이 붙은 큰 입자의 semolina를 재차 분쇄하는 공정으로서, 밀기울에 붙어 있는 배유부를 긁어내는데 목적이 있다.

마. Smooth roll 분쇄 (Reduction)

이 단계에서는 purified semolina와 middlings을 smooth roll을 통과시키면서 밀가루 입자 크기로 분쇄하는 공정으로서, 6~8단계의 연속적인 분쇄와 sifting을 계속하며, 밀가루는 각각의 분쇄단계에서 제거한다.

8. 밀가루 배합

제분후 각각의 제분기에서 생산된 밀가루는 특성이 다르기 때문에 적절한 배합을 통하여 straight run flour과 split run flours를 만든다. 이 단계에서 밀가루는 silk나 nylon제 체를 통과시켜 sift 과정을 거친다.

9. 제분부산물 처리

밀 제분과정을 거치면서 발생하는 부산물은 밀기울(bran), shorts, 배아(germ)등인데, 밀기울은 bran duster(finisher)를 거쳐 최종적으로 밀기울에 잔존하는 배유부를 회수하고, 고운 밀기울 입자인 shorts도 duster를 통과시킨다. 한편, 배아는 조분쇄 과정에서 overtails(체위에 남는 것이 흘러 나오는 것)로 회수한다.

제 3 절 우리밀 제분공장의 제분설비

앞절에서 설명한 우리밀 제분공장의 개선된 제분공정에 대한 주요 공정설비를 살펴 보면 자석 선별기, 분리기, 석발기, 연마기, 가수장치, 다단 배출기, 배출 호퍼, 정밀 계량기, 분쇄기, 진동체, 정선기, detacher, finisher, 사이크론 분리기 등이며, 각 설비의 작동원리와 사양에 대하여 설명하면 다음과 같다.

1. 설비의 작동원리와 사양

가. 자석 선별기

밀의 제분전에 못, 전선, 나사 등과 같은 금속물질들을 제거하기 위하여 사용하는 장치로서 Fig. 6-1과 같다. 이 장치는 원료 맥이 공급되는 호퍼에 균일하게 원료맥이 분산되어 통과되면서 호퍼의 폭방향으로 가로질러 설치된 영구자석에 의하여 금속이 부착제거된다.

나. 분리기

분리기를 Fig. 6-2에 나타내었는데, 이 장치는 맥중에 섞여 있는 다른 곡류와 종자를 제거하거나 부산물을 분리하는 데 사용한다. 분리기의 작동원리는 다공 고무 실린더 위에 설치된 일정 방향의 스크린이 움직이는 진동체에 의하여 분리되게 되어 있다.

다. 석발기

원료밀중의 돌을 연속적으로 제거하기 위한 장치로서 두 개의 체선반으로 구성된 것과 한 개의 체선반에 공기순환 장치가 부착된 2가지 종류가 있다. Fig. 6-3은 공기순환식 석발기를 나타내고 있다.

라. 연마기

연마기는 밀을 정선에 사용하는 장치로서 Fig. 6-4와 같다. 즉, 먼지, 모래, 작은 종자, 곡립에 붙어 있는 껍질 등의 제거와 박테리아, 해충 및 충란의 제거를 할 수 있다. 정선이 이루어 지는 원리는 곡립과 곡립과의 마찰, 곡립과 포립기(beater)와의 마찰 및 곡립과 연마 자켓과의 마찰작용에 의한 것으로서 1차, 2차 정선은 물론 예비정선시 저장고 연마기로도 사용할 수 있다.

마. 가수장치

조질(tempering)을 위하여 밀을 tempering bins에 채우기 이전에 일정한 가수를 하기 위하여 사용하는 장치로서 Fig. 6-5와 같다.

바. 다단 배출기

저장고, tempering bin 및 surge bin에서 밀이 배출시 분리되지 않고 일정한 양으로 배출되도록 하는 장치로서 Fig. 6-6과 같다.

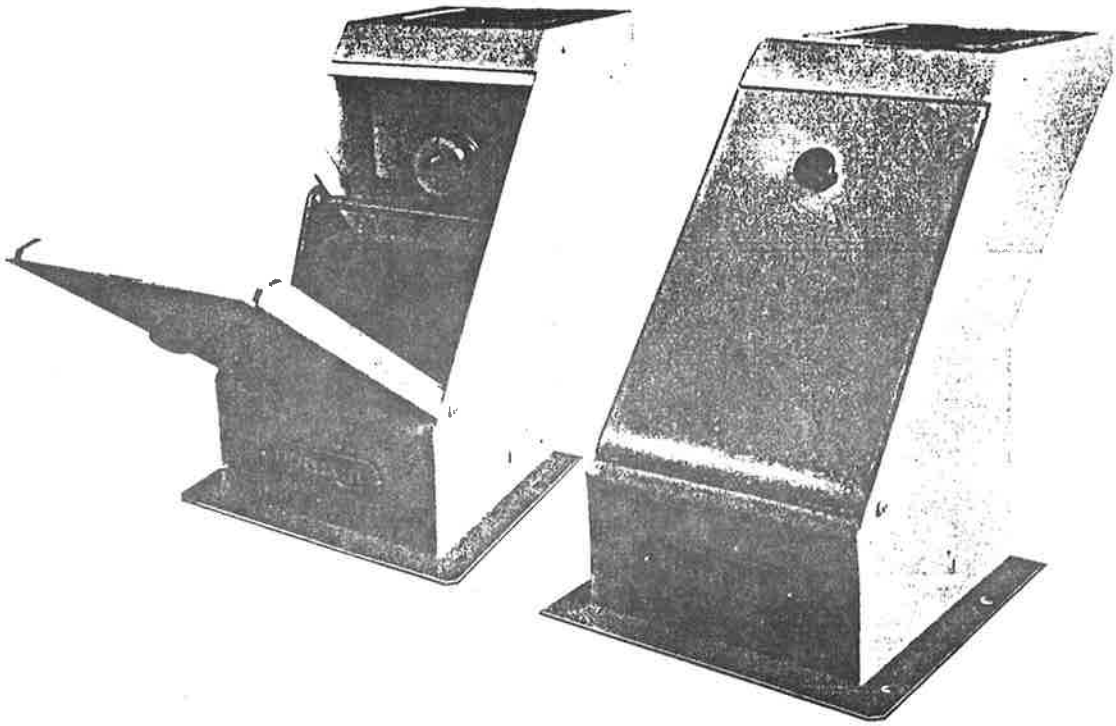


Fig. 6-1. Magnetic separator

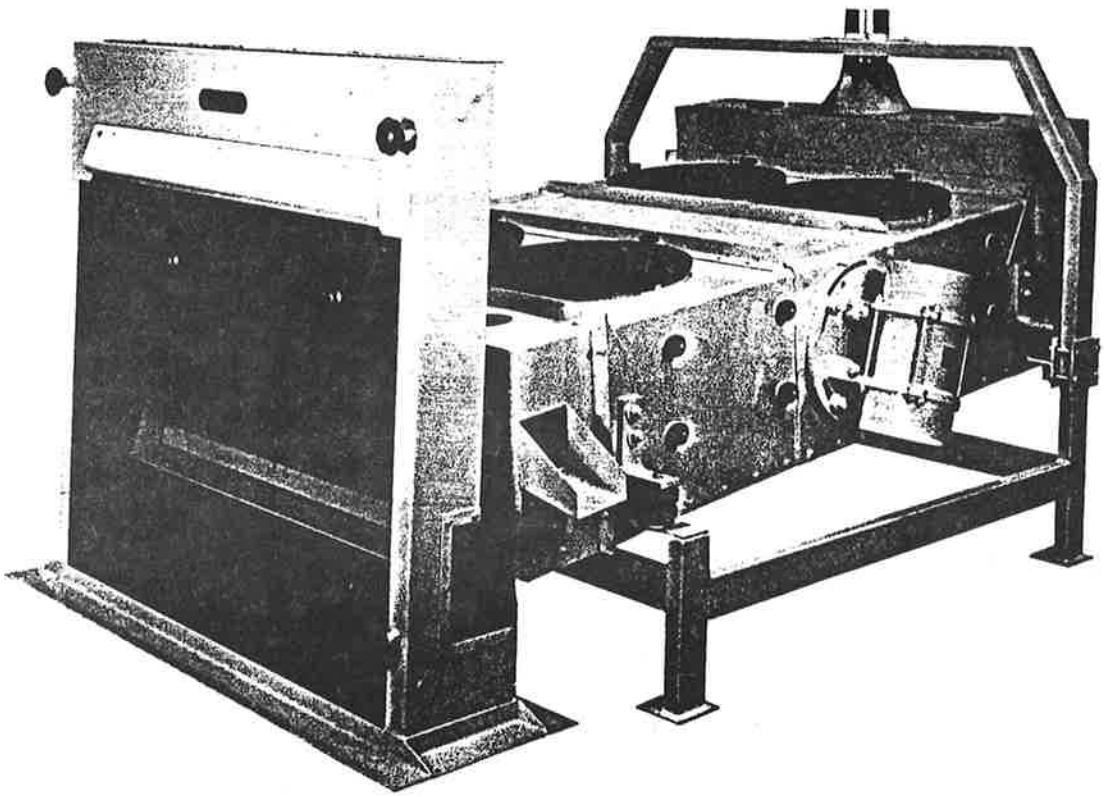
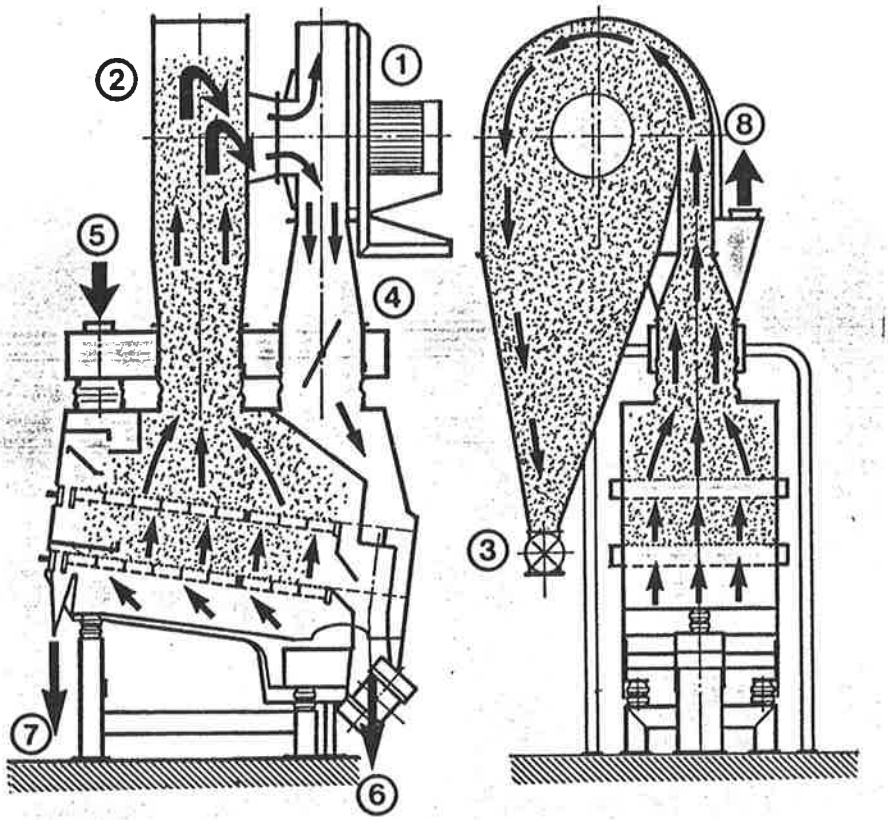


Fig. 6-2. Separator



① Fan
② MANU air-recycling separator
③ Airlock valve
④ Air return duct
⑤ Material inlet
⑥ Material outlet
⑦ Stones
⑧ Aspiration connection
(necessary for dust-free operation of the machine)

Fig. 6-3. Destoner with air recycling system

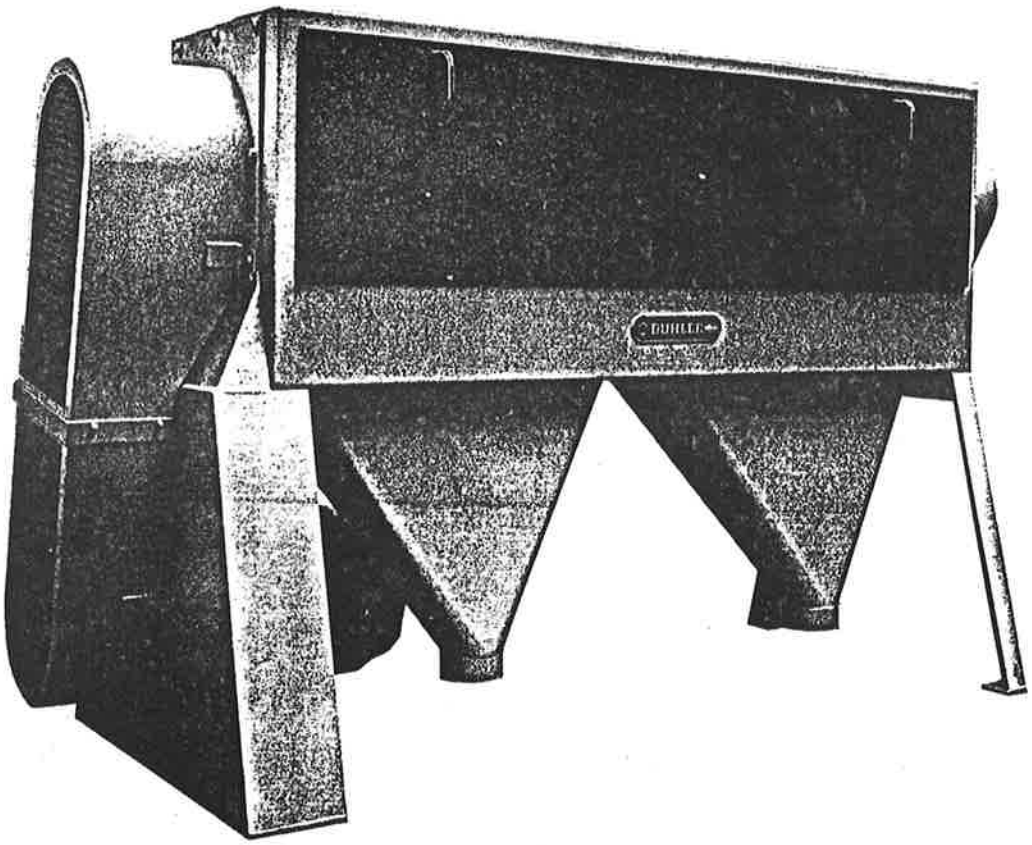


Fig. 6-4. Scourer

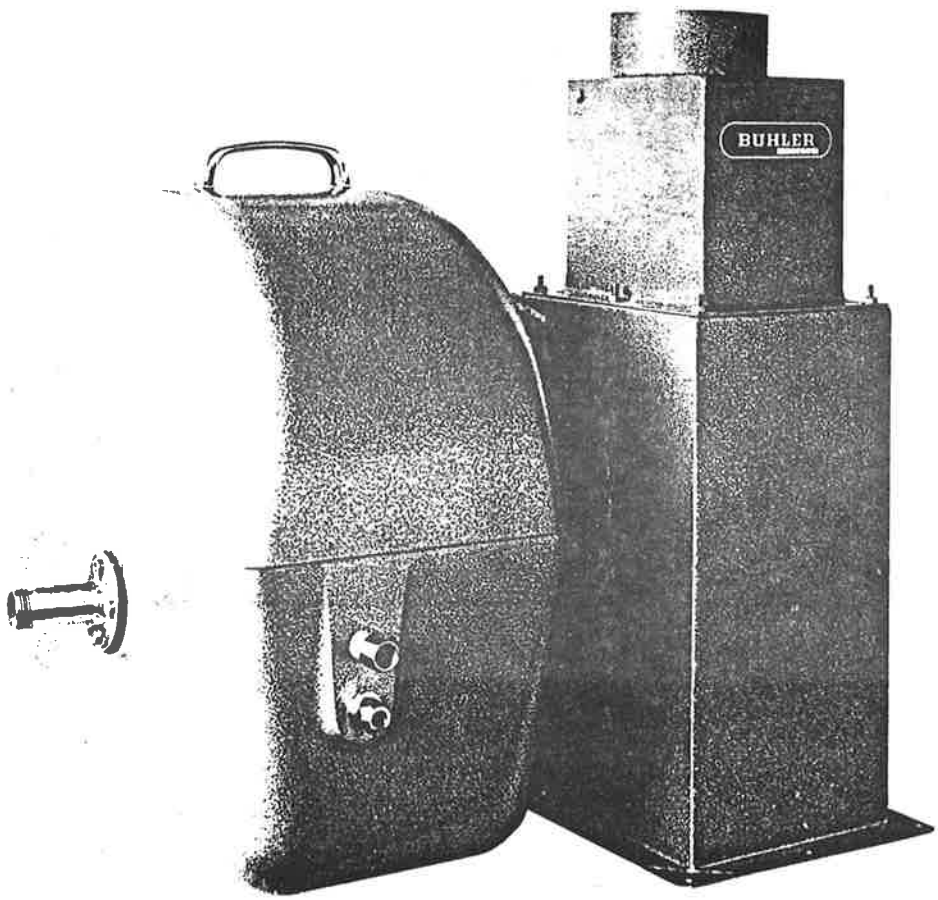


Fig. 6-5. Dampener

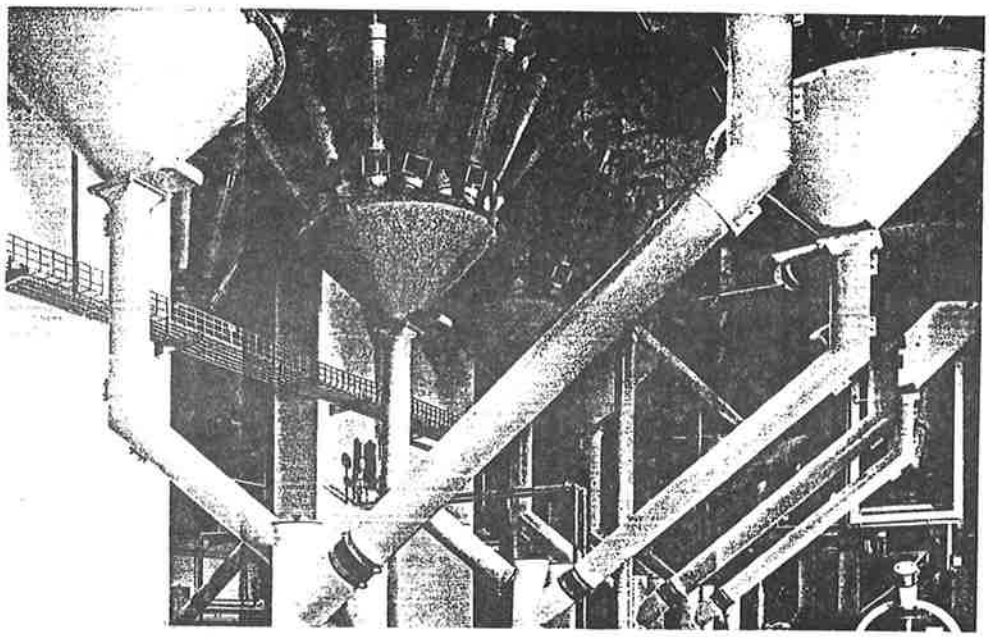


Fig. 6-6. Multiple outlet

사. 배출호퍼

bins과 silos의 밑에 설치하여 밀이나 정선된 semolina가 잘 흘러 내릴 수 있도록 하는 호퍼로서 Fig. 6-7과 같다.

아. 정밀 계량계

정밀계량계는 제분공정중의 원료는 물론 저장고, 원료 및 tempering bin 밑에 설치하여 일정량씩의 밀을 혼합하는데 사용하며 Fig. 6-8과 같이 중량식과 용적식이 있다.

자. 분쇄기

제분공정에 있어서 가장 중요한 공정설비로서, 분쇄의 핵심은 roll의 형태에 좌우된다. 1차 파쇄를 목적으로 하는 roll은 연마가 덜된 break roll 5~6단계 사용하고, 한조의 roll은 고속과 저속으로 운전되며, 회전비는 2.5 : 1 정도로 한다. break roll과 purifier를 거친 배유입자는 분쇄하는 roll은 smooth roll(reduction roll)로서 roll의 회전비는 1.5 : 1 정도로 하여 분쇄한다. Fig. 6-9는 가장 널리 사용되고 있는 분쇄기를 나타내고 있다.

차. 진동체

파쇄와 미분쇄를 거친 후 얻은 밀가루중 거친 입자, stocks, semolina, 밀가루, 밀기울, 부산물 및 그외 입자의 선별을 위한 장치로서 Fig. 6-10에 전형적인 진동체를 나타내고 있다. 진동체는 6~10개의 체로 구성된 소형 진동체와 24~28개 이상의 진동체로 구성된 대형에 이르기 까지 제분공장의 용량에 따라서 크기가 다양하다.

파. 정선기

정선기는 semolina와 제분된 밀가루중에서 semolina와 middling을 순화하거나 grading하는 장치로서 Fig. 6-11은 3단체로 구성된 정선기인데 체가 작동하는 동안에 공기가 유입되며, 최후 유동층에 밀도가 가장 낮은 입자가 부유하여 감압 후드를 통하여 빠져 나간다. 그리고 비중이 낮은 밀 껍질은 체에 걸리고, 정선된 semolina는 체를 빠져 나오게 된다.

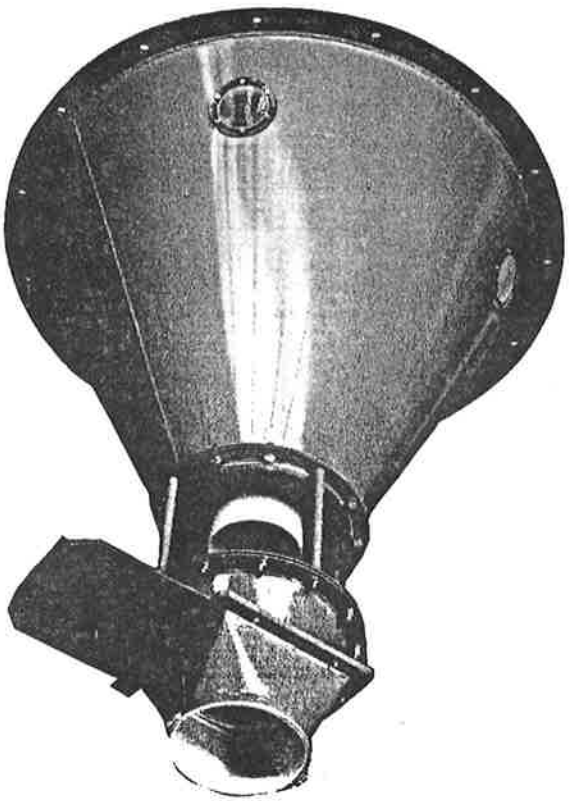


Fig. 6-7. Outlet hopper

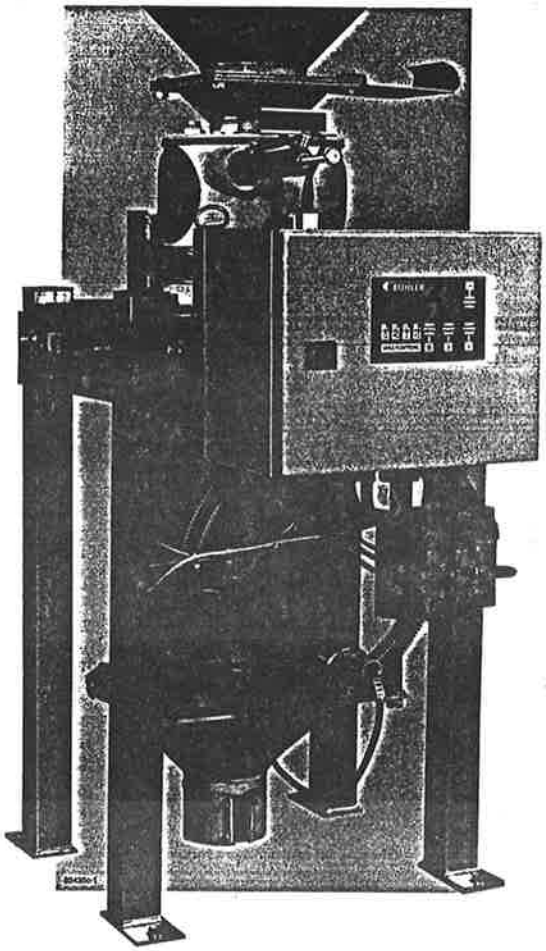
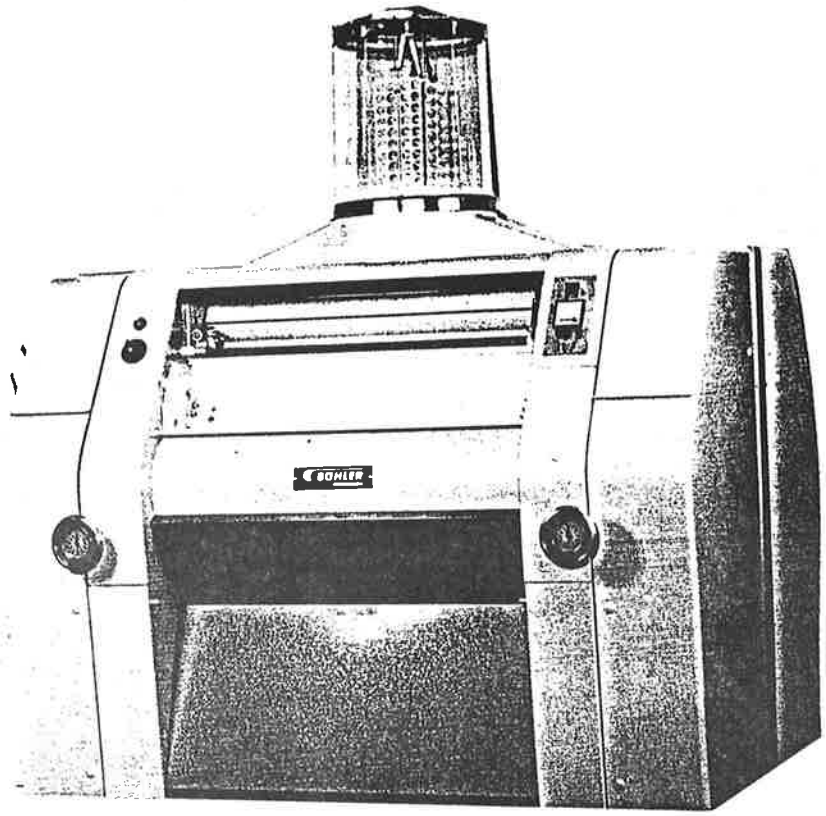


Fig. 6-8. Differential proportioning scale



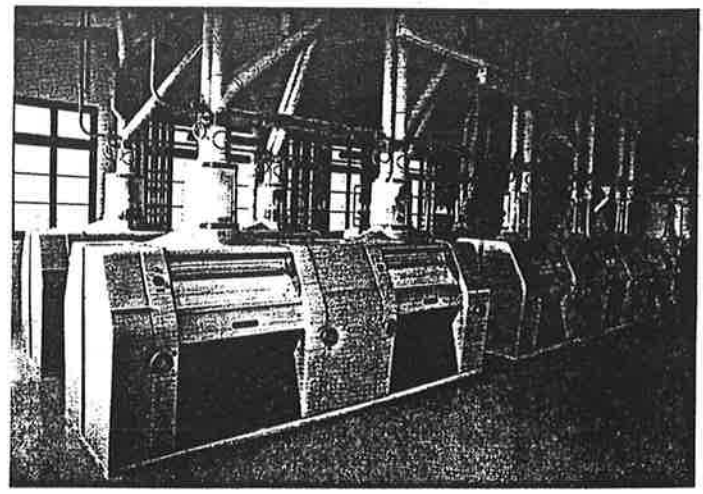


Fig. 6-9. Roller mill

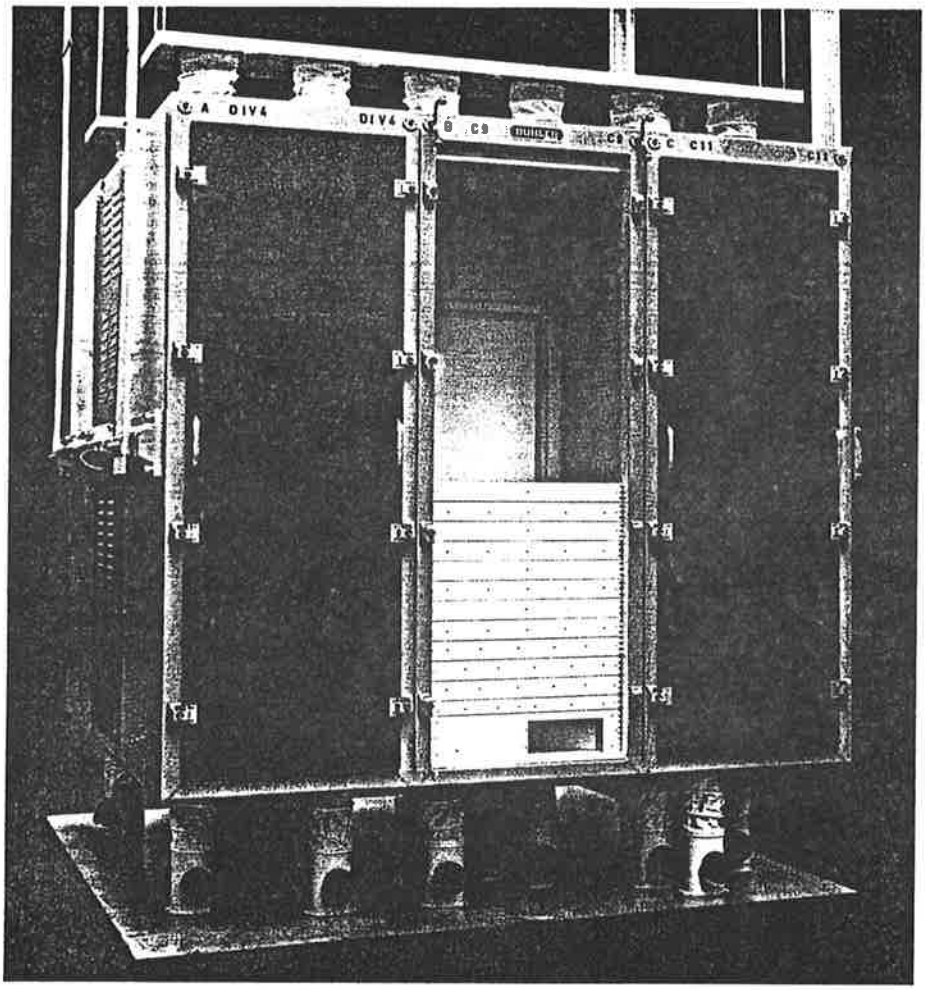


Fig. 6-10. Sifter

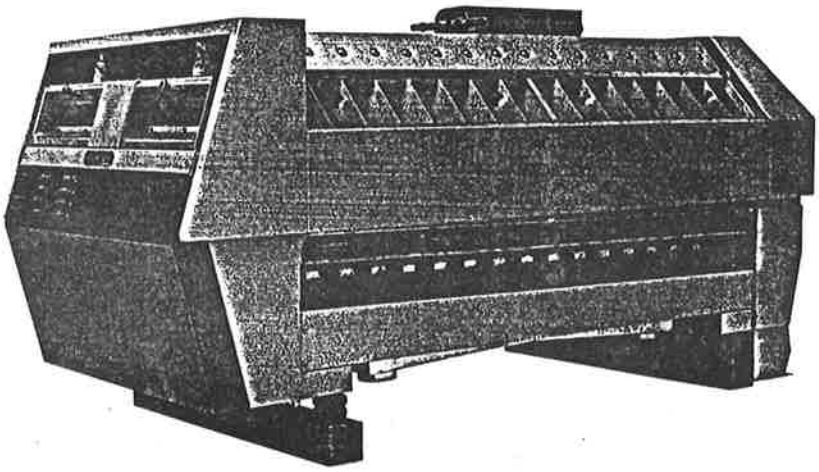


Fig. 6-11. Purifier

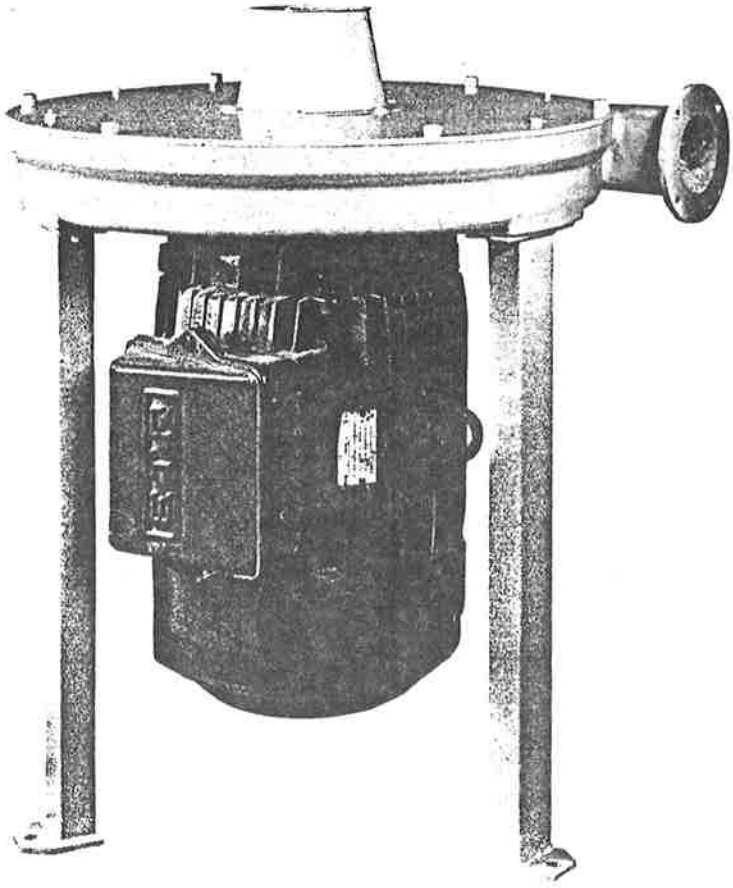


Fig. 6-12. Impact detacher

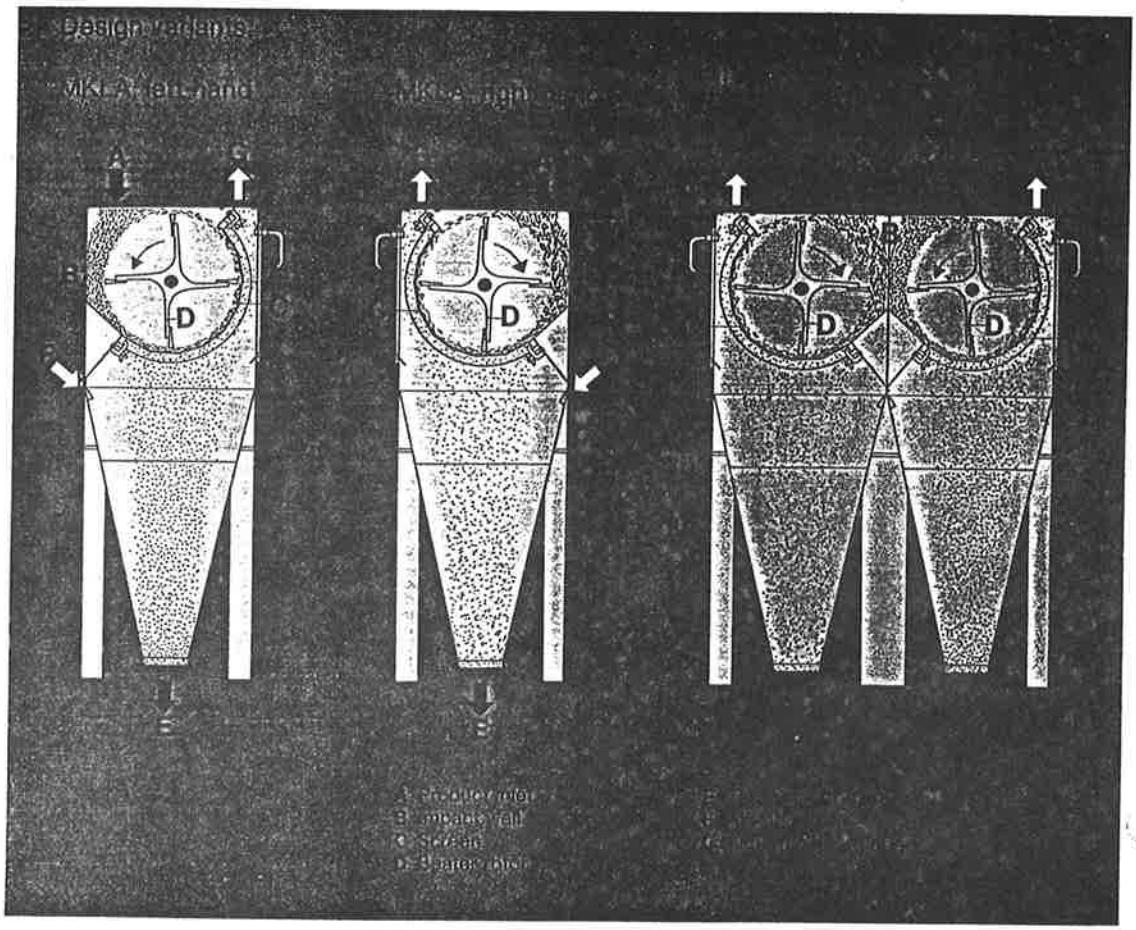


Fig. 6-13. Bran finisher

카. Detacher

Detacher는 분쇄 roll에서 생성된 flake 형태의 입자를 분쇄하는 장치로서 Fig. 6-12와 같다. detaching 효율을 좌우하는 impact의 정도를 단일 또는 복합적으로 일으키게 하는 2종류의 형태로 구분된다.

하. Finisher

밀기울에 잔존하는 배유부 입자를 최종적으로 추출하는 단계에서 사용하는 장치로서, 회전형의 포립기(beater)가 접선방향으로 유입되는 밀기울을 잡아 충격벽과 체의 반대 방향으로 날린다. 이때 밀기울은 포립기에 의하여 반복적으로 올려져 점차적으로 밀가루 입자가 완전하게 떨어지게 함으로서 밀가루의 추출을 최대한 회수하게 되는 원리에 의하여 작동한다. Fig. 6-13은 포립기가 좌회전 과 우회전 및 양방향으로 작동하는 3가지 종류의 finisher를 나타내고 있다.

2. 개선공정의 Layout

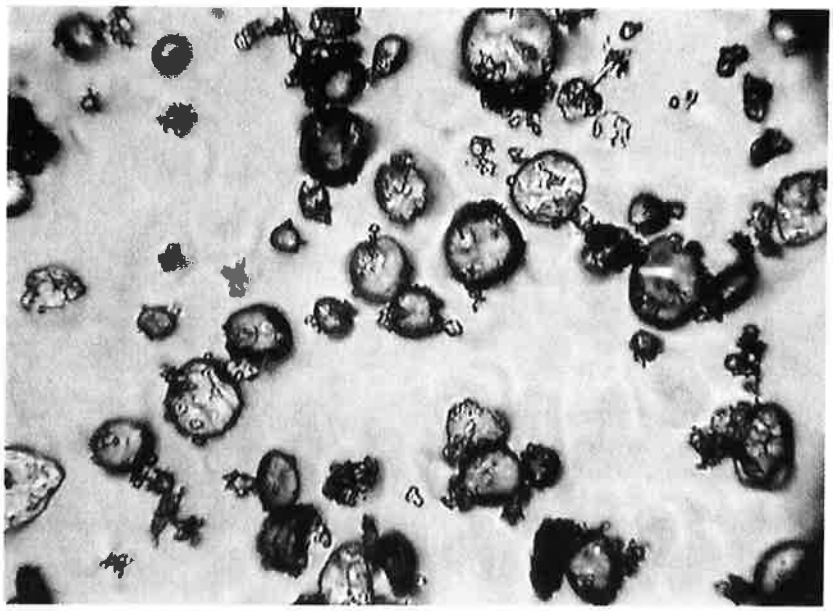
우리밀 제분공장중 전남 무안 제분공장의 공정 흐름도는 Fig. 6-14와 같다. 그리고 개선된 공정안에 의하여 설계한 제분공장의 Lay out을 24시간 조업 기준으로 생산량이 35 톤인 경우와 50톤인 경우 설계한 제분공장의 Lay out을 Fig. 6-15와 6-16에 나타내었다.

제 4 절 우리밀 제분공장의 제분특성

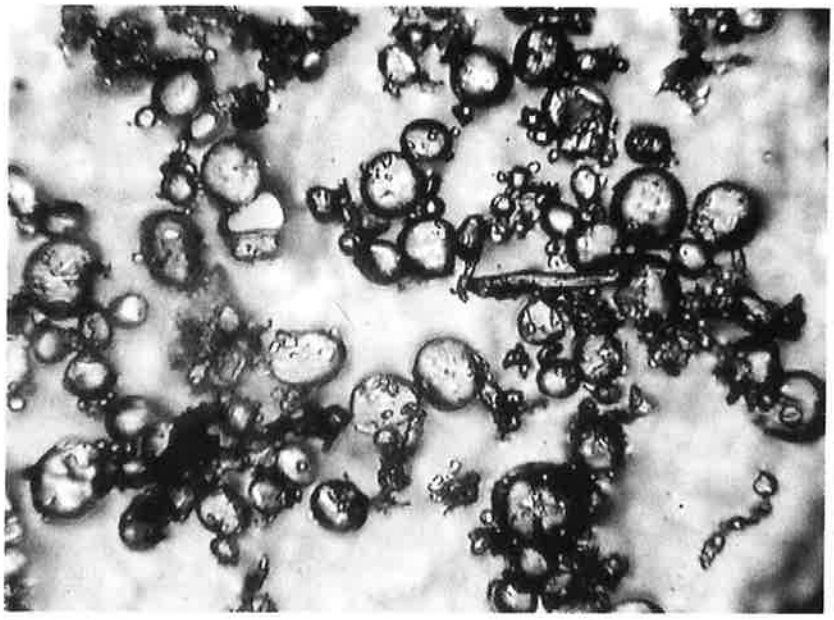
우리밀 제분공장 규모의 제분실험은 탑동밀과 그루밀을 사용하여 400kg의 원맥을 1시간 동안 제분하면서 1B, 2B, 3B, 4M, Flour 및 Bran의 제분계열을 얻었다. 이 제분 계열의 수분과 회분함량은 Table 6-1에 나타내었다. 표에서 Flour는 시판되는 밀가루로서 1B+2B+4M이 혼합된 제품으로서 회분함량이 탑동밀은 0.97%, 그루밀은 0.8%의 수준을 보이고 있다. Fig. 6-17은 구르밀과 탑동밀 밀가루 입자의 현미경 사진을 나타낸 것인데, 그루밀이 탑동밀보다 약간 큰 것을 보이고 있고, 일부 작은 입자들이 손상된 것을 관찰할 수 있다.

Table 6-1. 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



(a)



(b)

Fig. 6-17. Light photographs of Kru(a) and Tapdong(b) wheat flours milled from Woorymil milling factory (1000 X)

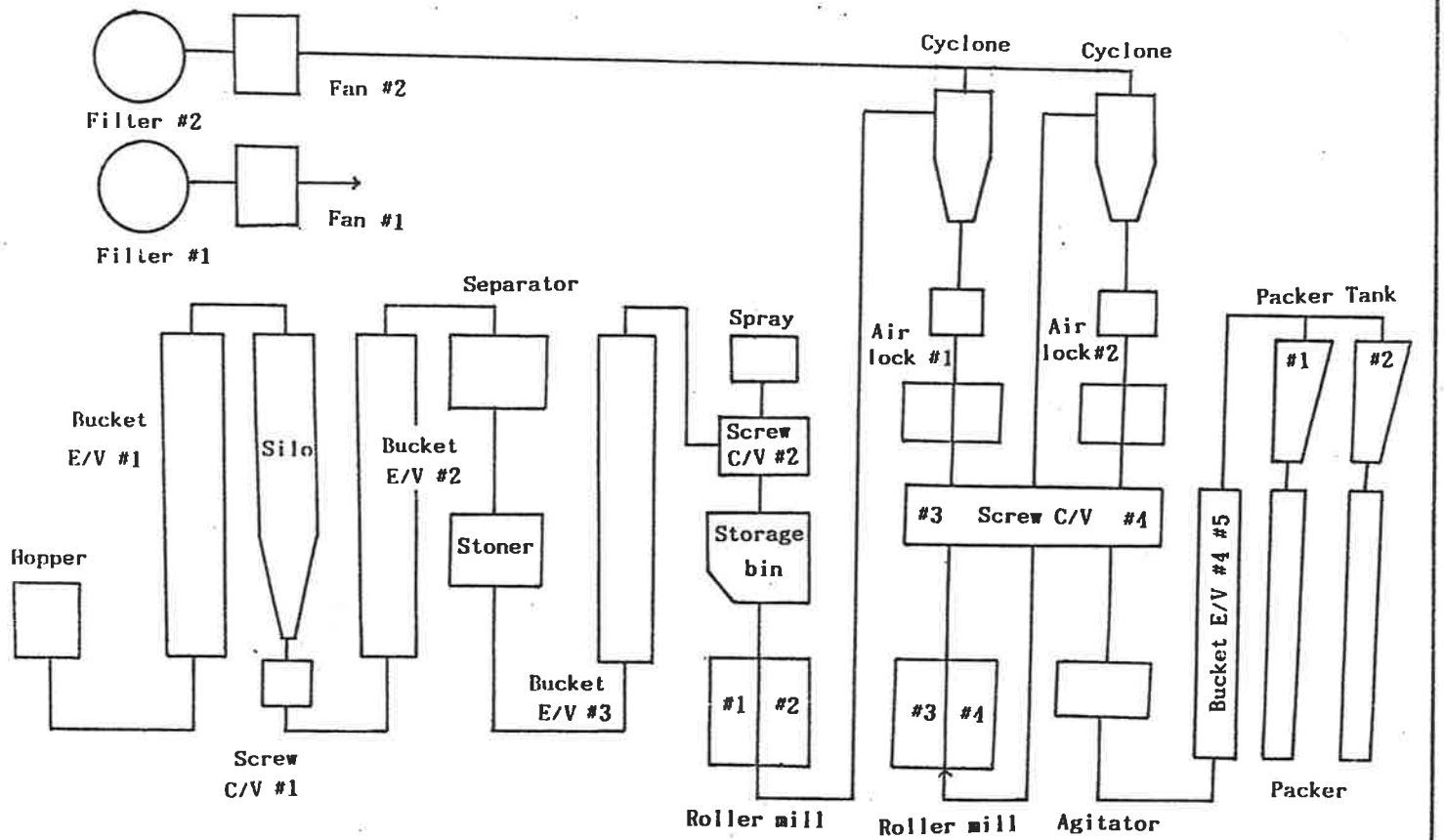


Fig. 6-14. Flow diagram of wheat milling factory of Woorymil (Mooan)

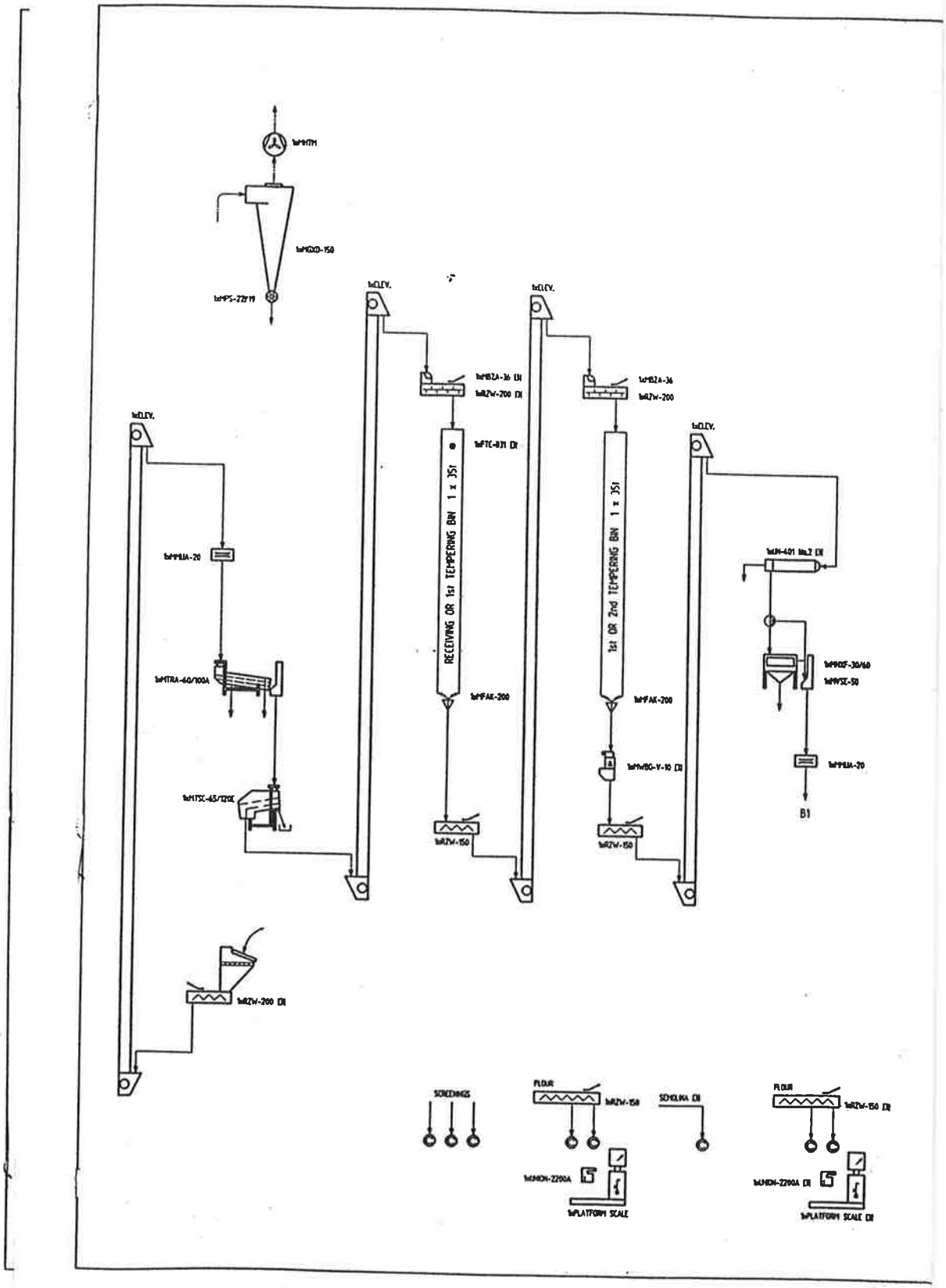
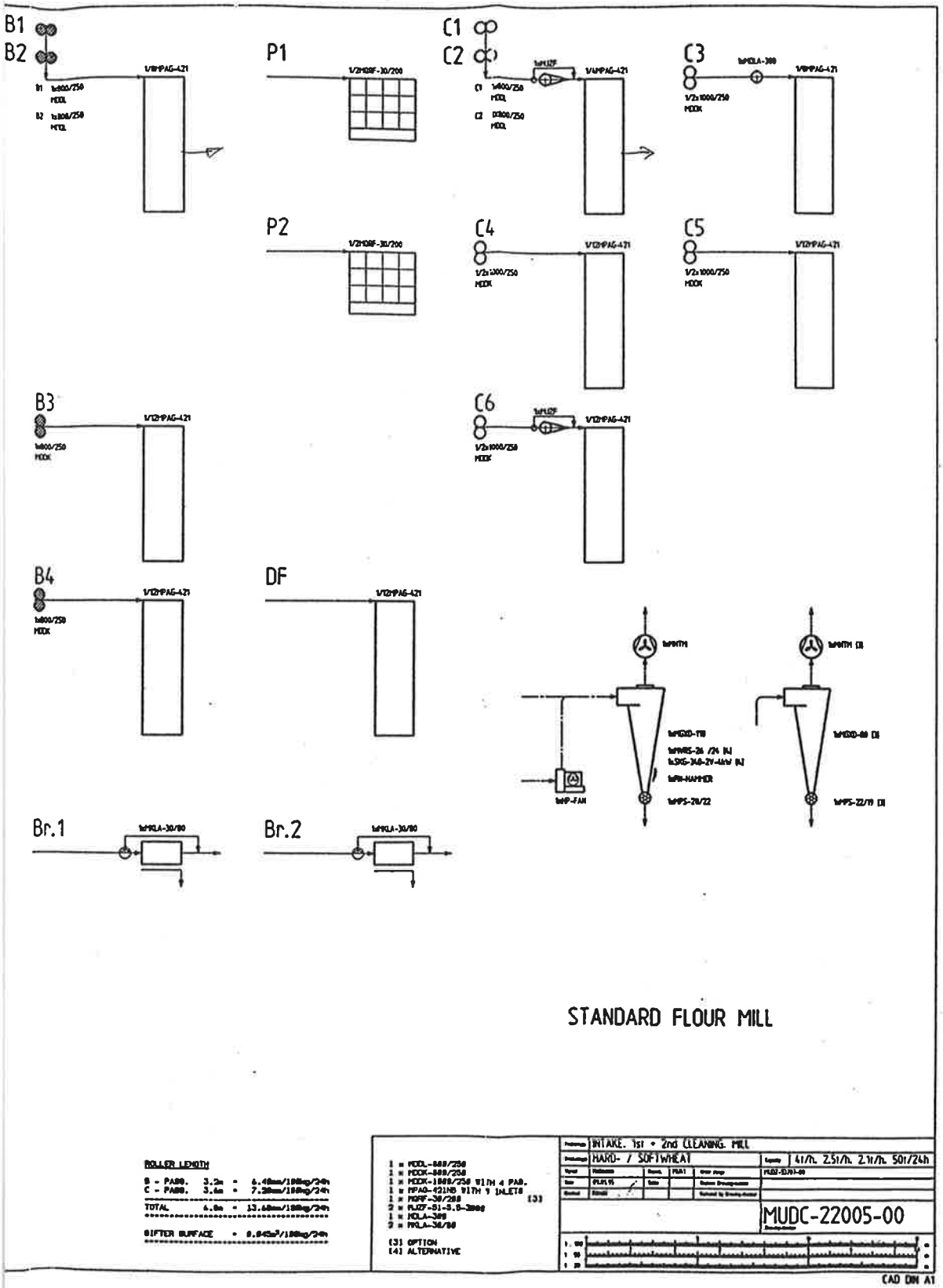


Fig. 6-16. Layout of w



heat milling process for capacity of 35 ton/24 hr

제 7 장 결 론

국내산 밀의 품종별 이화학적 특성과 가공적성을 구명하고, 밀과 밀제분 부산물을 이용한 가공제품과 생산공정 기술의 개발 및 현행 우리밀 제분공장의 제분공정 연구를 통하여 얻은 결론을 살펴보면 다음과 같다.

1. 본 연구를 통하여 구명된 국내산 밀가루의 이화학적 특성에 관한 연구결과는 국산밀의 제빵 및 제면용 등의 다양한 용도로 사용함에 있어서 가공적성을 판단하는 중요한 지표로 활용될 수 있다.

2. 개발된 밀 가공기술을 통하여 우리밀을 이용한 다양한 가공식품 개발과 제품에 맞는 품종의 개발과 보급에 활용할 수 있다.

3. 우리밀 제분에 적합한 소형 제분공정에 관한 기술과 밀 관련 가공제품 생산공정 기술의 축척과 더불어 우리밀을 이용한 가공식품 개발로 국내산 밀의 이용도와 수요량이 증가될 것으로 전망된다.

4. 우리밀을 이용한 제품의 개발공정은 식품시장에서 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대되며, 제품 및 공정특허의 획득과 관련있는 영농업체로의 기술이전이 가능하다.

5. 우리밀 제분공장의 공정개선 방안은 향후 우리밀 밀가루 제품의 품질향상을 위한 공정개선 측면과 추가로 설립될 우리밀 제분공장 건립시 유용한 자료로 활용될 수 있다.

6. "우리밀 살리기운동"단체에서 추진하고 있는 밀 제품 생산기술에 대한 문제점 해결과 우리밀을 이용한 제품생산으로 국민건강을 보호할 수 있다.

7. 본 연구의 결과를 통하여 개발된 우리밀과 부산물을 이용한 제품의 생산공정 기술은 우리밀을 종합적으로 활용하는 차원에서 국내 식품업계가 개발을 시도하고 있는 곡류로 부터의 식품 및 천연 식품소재를 생산할 수 있는 기술로서 향후 확장될 식품시장의 규모에 비추어 볼 때 개발의 가치가 있다고 할 수 있다.

제 8 장 건의사항

향후 국내산 밀의 계속적인 생산과 소비 및 제품의 개발이 이루어 지도록 하기 위하여는 다음과 같은 사항들이 검토되어 정책에 반영될 수 있도록 관련 단체의 다각적인 협조가 요망되며, 이러한 노력의 결과로 우리 농산물의 보호는 물론 자급율을 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

1. 국내산 밀 가공제품의 용도 및 품목에 적합한 육종의 개발연구를 통하여 보급확대가 가능하도록 계속적인 연구지원이 요구된다.

2. 우리밀 제분공장의 합리적인 운영에 필요한 정부의 보조지원이 요구된다.

3. 국내산 밀의 보급을 위한 물류센터의 건립에 필요한 재원이 보조지원된다면 우리밀의 보급과 유통을 체계적으로 함으로서 품질관리를 할 수 있을 것이다.

4. 국내산 밀은 수입밀에 비하여 원가가 5배 정도 높아 생산성 향상과 생산비 절감을 위한 집단재배 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 모색되어져야 할 것으로 판단된다.

6. 본 연구를 통하여 향후 지속적인 연구가 요구되는 사항으로서는 첫째, 용도별 최적품종의 결정 및 수확후 관리방안과 품종별 용도개발을 위한 실증실험, 둘째, 용도별 제분조건의 최적화 및 생산공정의 품질관리와 우리밀 가공제품의 품질제고 방안에 이어 셋째, 밀가루 제품의 관능평가 기술지침의 확립 등이 있다.