

최 중
연구보고서

GOVP 12017107

664.72215
L 2930

우리밀의 고품질화를 통한 부가가치 향상기술 개발

Development of Technique for Improving Added
-value by High Qualification of Korean Wheat

연구기관

작물시험장

농림부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “우리밀의 고품질화를 통한 부가가치 향상 기술개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2000 . 3. .

주관연구기관명 : 작 물 시 험 장

총괄연구책임자 : 박문용

연 구 원 : 윤의병, 남중현, 허화영
이춘기, 박형호, 이춘우
구본철

세부연구책임자 : 박 남 규

연 구 원 : 이상양, 황종진, 손정춘
손영구, 김선림, 송 진

협동연구기관명 : 농업기계화연구소

협동연구책임자 : 정 성 근

연 구 원 : 최희석, 김유호, 정 훈
이선호, 박희만, 장학길

협동연구기관명 : 강 원 대 학 교

협동연구책임자 : 이 상 영

연 구 원 : 최 면, 함승시, 김성완
최용순, 김종대

요 약 문

I. 제 목

우리밀의 고품질화를 통한 부가가치 향상 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 목적

가. 논, 밭 작부체계와 고품질 밀 생산기술을 확립함으로써 저비용 안정 생산을 통하여 농가소득을 향상시키고자 함.

나. 우리밀의 이화학적 특성 및 향기성분을 탐색하고 가공적성개발 및 향기 고유성을 확립하고자 함.

다. 우리밀 제분공장의 생산제품을 향상시킴으로써 우리밀의 고품질화를 통한 부가가치를 증대시키고자 함.

라. 우리밀에서 발견된 면역기능 증진물질의 실체를 규명하고 이 물질을 이용한 고기능성 우리밀 가공제품을 다양하게 개발하고자 함.

2. 중요성

가. 밀은 우리나라에서 쌀 다음으로 중요한 식량작물로 1인당 매년 30kg이상을 소비하나 자급율은 0.5%에 지나지 않아 대부분을 수입에 의존하여 연간 6억불 이상을 밀 수입에 지拂하는 실정이므로 식량 안보차원에서라도 밀의 자급을 제고는 시급함.

나. 우리나라와 비슷한 일본에서는 10a당 밀 생산시 노동력이 평균 8.1시간이나 우리나라에서는 20.0시간으로 노력의 단축 가능성이 매우 크며, 식량의 안정적 생산 및 경지 이용율 제고를 위하여 논에서 벼+밀, 밭에서 밀+콩, 고구마, 무 등의 작부 체계를 연계한 저비용 생산기술 확립이 필요함.

다. 밀 품종은 경질 및 연질밀에 따라 제면, 제빵적성이 차이가 나므로 국내산 밀의 품질을 평가하여야 하며 제면, 제빵 과정에서 반죽 및 숙성기간이 국수품질에 미치는 영향 분석이 확립 안되어 있음.

라. 국수는 2차 가공상품으로 농가에 부가가치를 높일 수 있으며, 국산밀을 이용한 면제품을 개발함으로써 국산밀 소비촉진으로 밀재배 면적의 증가가 기대됨.

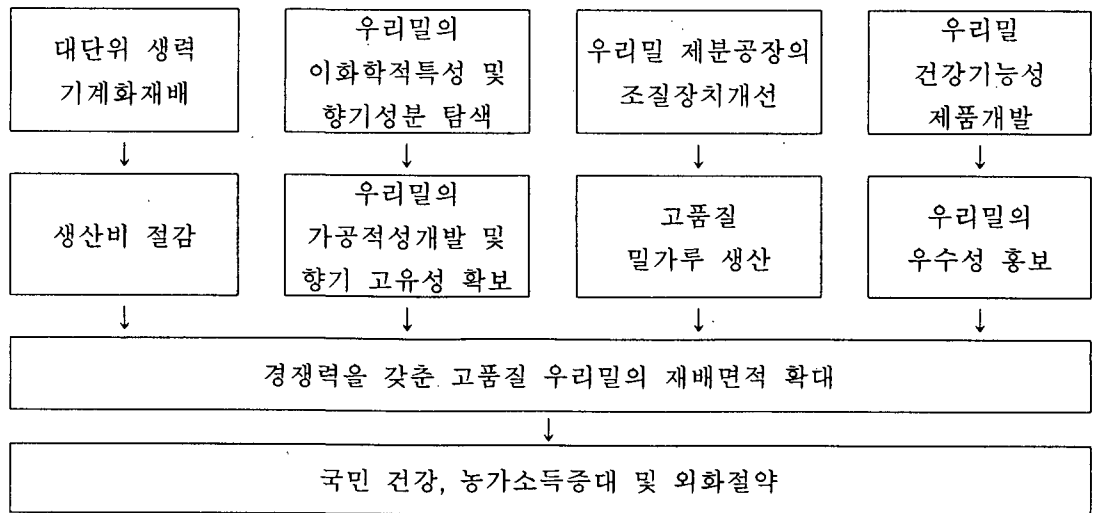
마. 우리밀과 외국밀의 품질 즉 이화학적 특성 및 향기성분의 차별화로서 국산 밀은 도입밀에서 맛볼 수 없는 구수한 맛을 가지는 향토 식품으로서의 개발이 필요함.

바. 지금까지 우리밀의 품질은 우리밀(제분율 52~60%)은 수입밀(제분율 77%)에 비해 제분율이 떨어지고 회분의 함량이 많아 색깔이 어두운 편이며 제빵용으로는 품질이 다소 떨어진다는점 등이 밝혀진 바 있어 제품 가공 이용이 용이하지 않을 것이 예상되므로 우리밀의 소비증대를 위해 생산지별 적정 수준의 제분기와 우리밀의 제분가공공정 기술및 가공식품의 개발에 관한 연구 필요함.

사. 국산 전통 천연기물 소재류(식용 약초류, 산야채류등)에 대한 건강증진용 기능성에 관한 연구가 진행되고 있으나 종류가 많고 식품학적 이용에 관한 연구는 거의 없는 실정이므로 이를 우리밀의 제빵, 제과, 제면 등에 이용하여 기능성이 부가된 첨단가공제품을 개발할 필요가 있음.

아. 현대인의 질병 빈도를 고려하여 개발된 우리밀 가공제품은 각종 유효성분이 함유된 제품을 개발함으로써 소비자의 욕구를 충족시키는 시장화가 필요함.

III. 연구개발 내용 및 범위



IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

세부과제 1. 논, 밭 작부체계와 고품질 밀 저비용 생산기술 확립

가. 충남 서천 지방에서의 이모작용 벼의 품종은 공시된 상주벼등 4 품종중에서 성숙기가 빠르고, 등숙율이 높으며 천립중이 높은 대창벼가 가장 수량이 높아 우수하였다.

나. 논산에서 답리작으로 수행한 밀 품종 비교 시험 결과 알찬밀이 올그루밀에 비하여 성숙기는 5일정도 늦으나 수량은 10a당 469kg으로서 올그루밀 비하여 10% 더 증수 되었다.

다. 논에서의 벼 후작용 밀 재배시 대단위 기계화 재배는 관행 재배에 비하여 경운정지, 파종 및 수확에서 많은 노력이 절감되어 전체적으로 노동시간이 10a당 323분으로서 관행재배에 비하여 56%의 노동력 절감 효과가 있었다.

라. 논에서 벼를 1기작으로 재배하였을 경우 실질소득은 10a당 739,000원이었으나 밀수확후 벼재배에 의한 2모작시는 밀수확에 따른 소득증대로 벼1기작에 비하여 소득이 22% 증대 되었다.

마. 밭에서의 콩 후작용 밀 재배시 대단위 기계화 재배는 관행 재배에 비하여 비료살포, 파종 및 수확에서 많은 노력이 절감되어 전체적으로 노동시간이 10a당 192분으로서 관행재배에 비하여 72.4%의 노동력 절감 효과가 있었다.

바. 밭에서의 밀 전작용 콩 및 들깨 재배시 콩의 경우 대단위 기계화 재배는 관행 재배에 비하여 파종 및 수확에서 매우 큰 노력이 절감되어 전체적으로 노동시간이 10a당 270분으로서 관행재배에 비하여 91%의 노동력 절감 효과가 있었으나 들깨의 경우는 수확작업등에서 전반적으로 기계화재배가 확립이 되어 있지 않아 노동시간이 10a당 4,464분으로서 기계화재배의 확립이 무엇보다도 필요하였다.

사. 밭에서의 밀과의 작부체계에서 콩과의 작부체계 경우 콩단작에 비하여 조수입이 10a당 886천원이며, 소득은 685천원으로서 88%의 소득증대를 보였다. 한편, 들깨와의 작부체계에서는 들깨의 고소득으로 인하여 들깨 단작보다 14%의 소득증가에 그쳤다.

세부과제 2. 국산밀과 수입밀의 품종별 품질특성연구

가. 원백의 경도는 국산밀 중 탐동밀이 평균 14.46kg, 수입밀에서는 ASW가 평균 17.06kg으로 가장 높았으며 색차는 국산밀중 금강밀이 L값이 46.72, 수입밀에서는 ASW가 53.16으로 가장 높았으나 전반적으로 볼때 국산밀이 수입밀보다 L값이 떨어지는 경향이였다.

나. 화학성분 중 조단백은 국산밀 중 알찬밀이 평균 11.38%로 가장 낮은 반면 금강밀은 14.04%로 가장 높았으며 수입밀에서는 DNS가 14.63%로 가장 높았다. 회분함량은 국산밀이 품종간에 큰 차이없이 평균 1.5~1.6%였으며 수입밀은 ASW가 평균 1.10%, 금강밀은 1.45%로 국산밀이 높았다.

다. Patent flour를 기준한 제분수율은 국산밀 중 금강밀이 평균 67.11%로 가장 높았고 수입밀에서는 미국산 품종인 DNS가 평균 67.99%로 가장 높았으며, 밀 품종별 밀가루 색차는 국산밀 중 금강밀이 평균 86.31로 다른 품종의 87.29~87.81보다 낮아 L값이 약간 떨어졌으며 수입밀인 ASW는 87.37, DNS는 85.87였다.

라. 밀가루 반죽의 리올리지특성 중 farinogram을 보면 국산밀 중에서는 그루밀과 알찬밀, 수입밀에서는 ASW가 연질밀에 가까웠으며 그의 품종은 중력 내지 강력분에 속하였다. viscogram의 최고점도는 국산밀 중 탐동밀과 알찬밀이 각각 평균 795 및 780BU로 가장 높았고 수입밀 중에서는 DNS가 517.5BU로 가장 낮았다. 밀가루 반죽의 extensibility 중 인장길이는 금강밀과 알찬밀이 각각 평균 78.9 및 72.9 mm로 가장 길게 늘어났으며 인장력도 각각 57.6 및 44.6g였으며 수입밀인 ASW는 인장길이가 508mm, 인장력은 55.6g였다.

마. 밀가루 반죽의 texture 중 탄력성은 국산밀 중 그루밀, 은파밀 및 알찬밀 등이 비교적 높았고 응집성은 국산밀과 수입밀간에 큰 차이가 없었으며 경도는 국산밀 중 그루밀이 가장 높았으며 씹힘성은 국산밀 중 알찬밀이 가장 낮았으나 수입밀인 ASW와 DNS는 알찬밀보다 더 낮았다.

바. 밀 품종별 밀가루의 휘발성물질의 종류는 약 14종이 검출되었으며 품종간 정성적 차이는 확인할 수 있었으며, Patent flour에서 공통적으로 분석된 휘발성 화합물들은 ethanol, acetone, chloroform 등이었으며 품종간에 약간의 함량 차이를 보였다.

사. 국산밀 중 '96과 '97년산 그루밀에서는 chloroform만 검출되었으며 '98년산에서는 국산밀과 수입밀 모든 품종에서 ethanol, acetone, chloroform, naphthalene 및 BHT 등이 검출되었다.

아. '99년산 국산밀의 모든 품종에서는 공통적으로 ethanol, acetone, chloroform 등이 검출되었으나 수입밀에서는 benzene, 2-butyl-1-octanol 및 other hydrocabones 등이 검출되었다.

자. short와 bran에 대한 휘발성물질을 분석한 결과 국산밀 중 그루밀, 탐동밀 및 금강밀에서는 ethanol과 chloroform이 동시에 검출되었으나 은파밀과 알찬밀에서는 ethanol이 검출되지 않았으며 수입밀에서는 benzene성분이 검출되었다.

차. 조리국수에 대한 관능검사 결과 외관은 탐동밀, 색상과 촉감은 ASW, 식미는 알찬밀과 ASW품종이 가장 좋았으며 전반적인 평가로 볼 때 국내육성 품종 중에서는 금강밀과 알찬밀이, 수입밀에서는 ASW가 가장 좋았다.

세부과제 3. 우리밀 제분공장의 생산제품 개선 기술개발

가. 우리밀 제분공장의 고품질 밀가루 생산기술을 개발코자 현재 우리밀 제분공장의 주요기계장치 현황을 조사하여 유형별로 분류하고, 각 유형중 고품질 밀가루 생산이 유리할 것으로 판단된 공장(3유형)을 기본 모델로 설정 개선요인을 도출한 결과, 단위기계장치 개발 개량이 필요한 공정은 조질 및 선별공정으로 나타났으며, 밀쌀 제조공정의 분리설치가 요망되었다.

나. 우리밀의 적정 조질조건 구명을 위하여 온도, 압력, 상대습도, 밀의 초기함수율별로 흡습속도 및 실험조건별 제분실험을 실시하여 밀가루 품위를 조사한 결과, 적정 조질 함수율 범위는 15.0~16.0%(w.b)로 판단되었다.

다. 우리밀 제분공장에 설치되어 있는 제분기 및 선별기를 이용하여 제분 및 체별특성 시험을 실시한 결과 제분기 I, II와 선별기 1,2에서 분쇄물의 흐름이 적체되는 것으로 나타나, 이의 개선을 위하여 선별기를 7단 요동체형으로 설계 제작하여 제분일관시스템 구성에 적용하는 것이 유리하였다.

라. 적정 조질 조건 구명시험 결과와 시험용 조질기를 이용한 요인시험 결과를 토대로 우리밀 조질기를 개발하여 성능시험을 실시한 결과, 초기 함수율 11.5%(w.b.)인 밀을 15.4%(w.b.)까지 조질한 후의 함수율 편차가 0.51%로 미조질시 0.42%와 비교할 때 균일한 조질이 이루어진 것으로 판단 되었으며, 작업성능도 7톤/회로 우리밀 제분공장의 1일 가공량으로 충분한 것으로 나타나 제분일관시스템 구성에 적용하였다.

마. 기존의 우리밀 제분시스템에 새로 개발한 조질기를 투입하여 조질공정을 신설하고, 불필요하게 설치되어 있던 밀 쌀 제조공정을 별도로 분리설치, 선별부의 분쇄물 적체현상을 해소하기 위해 개발한 선별기 1대를 기존 1번 선별기 후방에 추가 설치하여 고품질 밀가루 생산을 위한 제분일관시스템을 구성 제분시험을 실시한 결과, 11.8%(w.b.)인 밀을 15.5%까지 조질하여 제분하였을 경우, 밀가루 함수율은 제품 1등급에서 미조질시 각 10.73%였으나 조질시에는 각각 14.54%로 밀가루 1등급 기준에 만족하였으며, 회분함량도 미조질시 0.60%에서 조질시 0.47%로 낮아져 밀가루 1등급을 만족하였다.

바. 색도(L*a*b)는 미조질시 94.42*-0.09*7.73에서 95.98*-0.24*7.00로 향상되었으며, 입도는 110mesh를 통과하지 못한 양이 미조질시 9.38%, 조질시 11.72%로 나타나 검사기준 5%를 훨씬 상회하여 선별라인의 증설이 요구되었으나 우리밀제분공장이 중·소규모이고, 영세한 면을 고려할 때 그대로 수용하는 것이 바람직 할 것으로 판단되었다.

사. 제분수율은 미조질시 72.2%에서 조질시 77.6%로 증대되었다. 따라서 새로 구성한 제분시스템에서 고품질의 밀가루 생산이 가능하여 고품질 밀가루 생산을 통한 부가가치 향상이 기대된다.

세부과제 4. 첨단가공 기술을 활용한 우리밀 건강기능성 가공제품 개발에 관한 연구

가. 외국밀에 비하여 국산밀의 EA추출물에서 약 2배에서 5배 높은 phagocytic activity가 관찰되었다.

나. 국산밀중에서는 고분밀의 EA추출물에서 가장 높은 phagocytic activity가 인정되었다.

다. phagocytic activity의 효과는 5mg의 밀에서의 EA추출물이 J774 세포와 2시간의 반응시간을 가질때였다..

라. 고분밀의 EA추출물에서는 최소한 5개의 분액이 관찰되었으며 특히 b, c, d 분액의 경우 수입밀인 ASW보다 그양이 많았다.

마. 분액중에서 고분밀의 B분액이 이스트에 대한 phagocytic activity가 가장 높았다.

바. 위의 결과 면역물질이 증강된, 즉 phagocytic activity가 높은 우리밀로 만든 음료 및 빵이 개발되었다.

2. 활용에 대한 건의

가. 중부지방(충남)에서도 벼+밀의 논 이모작 및 콩, 들깨+밀의 밭 이모작이 가능하였고, 특히 대단위 기계화재배를 통한 생산비절감으로 밀농사가 농민 입장에서

돈이 될 수 있다는 가능성을 보여 주었으며,

나. 우리나라 밀의 이화학적 특성 분석을 통한 국수적성 및 우리밀의 고유한 향기성분을 탐색하여 외국밀과의 차별화를 꾀하였다.

다. 한편 우리밀 공장의 조질조건을 개선하는 시제품을 개발하여 기존 우리밀 공장에서도 이 장치를 부착하면 수율이 높으면서 1등급이 많은 소비자측면에서 외국밀가루 못지않은 고품질 밀가루를 생산할수 있게되었으며,

라. 우리밀에 건강기능성 물질을 첨가하여 소비를 촉진시키며, 나아가 외국밀보다 우리밀(고분밀)에 면역물질이 많다는 사실을 밝혀 국산밀이 건강에 유익하다는 홍보가 가능하였다. 또한 우리밀 자체의 면역증강 기능을 규명하고 그 물질을 우리밀로부터 추출하여 제품 개발에 활용함으로써 다양하고 품질좋은 가공제품을 생산·공급하는데 중요한 역할을 담당할 것이 예상되며, 면역 기능 개선을 위한 새로운 우리밀 기능성 제품의 개발을 통한 국민의 건강 증진에 활용될 것으로 기대된다.

마. 위의 결과를 바탕으로 정부, 연구기관, 국민이 합심하면 농민과 소비자 모두 만족하는 우리밀의 생산이 가능함으로서 식량자급율을 높일수 있을 것이다. 따라서 연구기관에서는 안정적인 이모작을 위한 조숙품종개발에, 정부는 밀재배가 단순한 먹거리 차원이 아닌 환경보호(푸른들)에도 일익이 있음을 주지하고, 우리밀 공장은 좀 더 질이 좋은 밀가루를 생산하며, 농협등은 소비 및 홍보차원에서 노력한다면 국가는 물론 농민등 국민 모두에게 건강 및 이익을 줄 수 있을 것이다.

SUMMARY

To produce wheat with low cost using cropping system and large scale mechanical cultivation, to produce high quality of wheat flour and to produce healthy functional wheat products by high technology of management, four different research projects were conducted.

The results of this research project were summarized as follows ;

1. Establishment of wheat production with low cost by cropping system in paddy and upland

- The 'Daechangbyeon' was the best rice cultivar for cropping system with wheat in Sechon, Chunchungnamdo Province. It showed early maturity, high seeding rate and heavy seed weight.

- Among the two wheat cultivars, 'Olgeurumul' and 'Alchanmil', the maturity of 'Alchanmil' was later than 'Olgeurumul' by 5 days, but the yield of 'Alchanmil' was increased to 469kg per 10a, by 10% in Nonsan, Chunchungnamdo Province in Paddy land.

- The large scale mechanical cultivation of wheat saved labor hour in plowing, seeding and harvesting. It saved 56% of labor hour which was needed in common cultivation in paddy land.

- The actual income per 10a was 739,000 won for cultivation of rice in one cropping, but it was higher by 22% for two cropping system with wheat.

- In upland, the large scale mechanical cultivation of wheat saved in spraying fertilizer, seeding and harvesting. It saved 72.4% of labor hour which was needed in common cultivation.

- The income per 10a was 685,000 won for two cropping system with wheat and bean. It was 88% higher than one cropping system, cultivation of bean.

2. Comparison of quality between some domestic and imported wheat cultivars

- The length/width rate of kernel was the highest in geurumil(2.08) and keumkangmil(2.07) among domestic wheat, but those of imported wheat, ASW and DNS were 2.02 and 1.99, respectively.

- The 1000 grain weight was the highest in keumkangmil(42.44%) and the lowest in alchanmil(34.09g) among domestic varieties, and those of imported wheat, ASW and DNS were 36.50 and 33.09g respectively. The volume weight was high in eunpamil(810.0g/ℓ) and tapdongmil(804.6g/ℓ) among domestic wheat, but those were lower than ASW(823.3) and DNS(814.5g/ℓ).

- Tapdongmil(14.46kg) among domestic whole grain and ASW(17.06%) in imported wheat were showed the highest hardness. In color difference measurement, keumkangmil among domestic wheat varieties and ASW were showed the highest L value, that is 46.72 and 53.16, respectively. As a result, the L value of the domestic wheat varieties were showed lower than imported wheat varieties.

- Crude protein content was the lowest in alchanmil(11.38%) but the highest in keumkangmil (14.04%) among domestic wheat varieties, whereas DNS was higher than ASW. Crude ash content was ranged from 1.5 to 1.6% among domestic wheat without any difference, but ASW and keumkangmil was 1.10% and 1.45%, respectively.

- The yield of patent flour was the highest in keumkangmil (67.11%) among domestic flour and DNS(67.99%).

- Color difference of flour was lower in keumkangmil(86.31) than other domestic wheat varieties(87.29~87.81), and those of imported ASW and DNS was 87.37 and 85.87, respectively.

- Particle size was the smallest in alchanmil(70 μ m) among domestic wheat, whereas imported DNS(87.9 μ m) was the biggest.

- Crude protein content of flour was the highest in keumkangmil(12.57%) among domestic wheat and DNS(13.2%). crude ash content was the lowest in eunpamil(0.38%) among domestic wheat and those of ASW and DNS were 0.42% and 0.44%, respectively.

- The rheological characteristics of dough was determined by farinography, and the geurumil, and alchanmil and ASW were regard as soft wheat flour and others were semi-soft or hard wheat flour. Maximum viscosity was high in tapdongmil(795BU), alchanmil(780BU) and DNS(517.5BU). The extensibility of dough was high in keumkangmil(78.9mm) and alchanmil(72.9mm) and their extensibility force was 57.6g and 44.6g, respectively. Whereas extensibility of ASW was 508mm and its force was 55.6g.

- The springiness of dough was high in geurumil, eunpamil and alchanmil among domestic wheat. And the cohesiveness of domestic wheat was no difference, with compared to those of imported wheat. The hardness of dough was the highest in geurumil and the chewiness was the lowest in alchanmil among domestic wheat, ASW and DNS were lower than alchanmil.

- About fourteen volatile components were detected in the whole grain flour of all cultivars and their volatile components were differed among wheat cultivars. Volatile compounds such as ethanol, acetone and chloroform etc. were commonly detected in the patent flour and their content differed among wheat cultivars. Chloroform was detected only in the geurumil cultivated in 1996 and 1997, and volatile compounds such as ethanol, acetone, chloroform, naphthalene and BHT etc. were commonly detected in the both domestic which were cultivated in 1998 and imported wheat cultivars. In the domestic wheat varieties cultivated in 1999 were commonly detected as the volatile compounds such as

ethanol, acetone and chloroform etc were detected, whereas benzene, 2-butyl-1-octanol and other hydrocarbones etc. in imported wheat. Ethanol and chloroform were detected on the short and bran of geurumil, tapdongmil and keumkangmil among domestic wheat but ethanol were not detected in eunpamil and alchanmil. But benzene were detected in imported wheat cultivars.

- The hardness of dry noodle was high in domestic wheat than those of imported wheat, and the highest in keumkangmil with 5,557g and DNS with 4,403g.

- The cutting force of dry noodle was the highest in tapdongmil(42.0g) and DNS(41.4g). The lightness of dry noodle was lower than those of imported wheat.

- The springiness of cooked noodle was the highest in keumkangmil and DNS. The cohesiveness of the cooked noodle was higher than those of the imported wheat. The chewiness of cooked noodle was high in keumkangmil and those of ASW was lower than DNS.

- The extensibility of cooked noodle was highest in tapdongmil among domestic wheat and DNS in imported wheat and their extensibility force was less than others. The color difference of cooked noodle have no significant differences between domestic and imported wheat.

- The absorbance at 675nm of cooked noodles soup was high in eunpamil among domestic wheat and ASW in imported wheat, and volume gain was highest in alchanmil and ASW.

As a result of the sensory evaluation of the cooked noodle, appearance of the cooked noodle was best in tapdongmil : color and chewiness were in ASW : taste was in alchanmil and ASW. Fairly good scores in total sensory evaluation was obtained in cooked noodles of keumkangmil and alchanmil and ASW.

3. Studies on improving quality of Korean wheat in flour mills

- Moisture content of the first grade flour of the unconditioned was 10.73%(w.b.), but 14.54%(w.b.) for the conditioned which is about the same quality of the best grade flour.

- Ash content of the first grade flour of the unconditioned was 0.60%, but 0.47% for the conditioned which satisfied the flour inspection requirement for ash content.

- Color quality(L*a*b) of the first grade flour of the unconditioned was 94.42*-0.09*7.73, however, it was 95.98*-0.24*7.00 for the conditioned showing some improvement.

- Flour amount screened at 110 mesh sieve was 9.83% of the unconditioned and 11.72% of the conditioned, both could not pass the flour inspection standard (5%), then, which is inevitable unless current small mills upgrade conventional facility.

- Yield rate of flour milling was 72.2% for the unconditioned but 77.6% for the conditioned, it indicates high quality flour production would be possible by the one line flour processing system.

4. Studies on the Korean wheat products with healthy functions by high technology of management

- About two to five times higher phagocytic activity was shown in EA extract of Korean wheats compare to those of imported wheats.

- The EA extract of Gobun showed the highest phagocytic activity.

- From the experiment we found that the optimal experimental condition was shown in two hours of reaction time and amount of EA extract from 5mg of wheat added to J774 cells.

- At least five fractions were separated from the EA extract of Gobun wheats but amounts of fraction b, c and d were more in Gobun wheat than in ASW.

- Among the fractions, only fraction B of Gobun wheat showed effectively increased phagocytic activity against yeast.

- As a results, we manufactured Woorimill beverages and bread with phagocytic activity-enhancing component. So, we will study the effect of developed Woorimill foods on immune response to human subjects in the near future.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	20
Chapter 2. Establishment of wheat production with low cost by cropping system in paddy and upland ...	22
Section 1. Introduction	22
Section 2. Materials and Methods	23
1. Establishment of wheat production with low cost by cropping system in paddy land	23
2. Establishment of wheat production with low cost by cropping system in upland	26
Section 3. Results and Discussion	29
1. Establishment of wheat production with low cost by cropping system in paddy land	29
2. Establishment of wheat production with low cost by cropping system in upland	38
Section 4. Summary	45
Chapter 3. Comparison of quality between some domestic and imported wheat cultivars	47
Section 1. Introduction	47
Section 2. Materials and Methods	48
Section 3. Results and Discussion	53
1. Physico-chemical properties of wheat	53
2. Characteristics of wheat flour by different wheat cultivars	57
3. Volatile components of wheat flour by different wheat cultivars	66
4. Characteristics of noodle of different wheat cultivars	87
Section 4. Summary	93

Chapter 4. Study on the improving quality of korean wheat in flour mills	96
Section 1. Introduction	96
Section 2. Materials and Discussion	99
1. Survey of major machine and operating conditions in flour mills	99
2. Development of milling condition by processing system	99
Section 3. Results and Discussion	112
1. Survey of major machine and operating conditions in flour mills	112
2. Development of milling condition by processing system	115
Section 4. Summary	131
Chapter 5. Studies on the Korean wheat products with healthy functions by high technology of management	133
Section 1. Introduction	133
Section 2. Materials and Methods	134
1. Development of functional anti-cancer product using natural functional materials	134
2. Development of functional wheat product using natural healthy materials	136
3. Development of functional wheat product using phagocytic activity of Korean wheat flour	137
Section 3. Results and Discussion	145
1. Development of functional anti-cancer product using natural functional materials	145
2. Development of functional wheat product using natural healthy materials	148
3. Development of functional wheat product using phagocytic activity of Korean wheat flour	156
Section 4. Summary	171
Reference	172

목 차

제 1 장 서 설	20
제 2 장 논, 밭 작부체계의 고품질 및 저비용 생산기술 확립	22
제 1 절 서 설	22
제 2 절 재료 및 방법	23
1. 논 작부체계에서의 밭 저비용 생산기술 확립	23
2. 밭 작부체계에서의 밭 저비용 생산기술 확립	26
제 3 절 결과 및 고찰	29
1. 논 작부체계에서의 밭 저비용 생산기술 확립	29
2. 밭 작부체계에서의 밭 저비용 생산기술 확립	38
제 4 절 연구결과요약	45
제 3 장 국산밀과 수입밀의 품종별 품질특성연구	47
제 1 절 서 설	47
제 2 절 재료 및 방법	48
1. 원맥의 이화학 특성 조사	49
2. 원맥의 제분	49
3. 밀가루 색차 및 입도분포 측정	50
4. 밀가루 반죽의 리올로지특성 조사	50
5. 밀가루 반죽의 Texture 측정 및 건면제조	51
6. 건면 및 조리면의 texture 측정	51
7. 건면의 조리특성	51
8. 조리면의 관능검사	52
9. Headspace법에 의한 휘발성물질 분석	52
10. 휘발성 물질 성분의 동정	53
11. 성분함량	53
제 3 절 결과 및 고찰	53
1. 원맥의 이화학적 특성	53

2. 밀 품종별 밀가루 품질특성	57
3. 밀 품종별 밀가루의 휘발성 물질	66
4. 밀 품종별 제면 특성	87
제 4 절 연구결과 요약	93

제 4 장 우리밀 제분공장 생산제품 개선기술 개발

제 1 절 서 설	96
제 2 절 재료 및 방법	99
1. 우리밀 제분공장 가공실태조사	99
2. 제분작업공정별 적정 작업방법 구명 시험	99
제 3 절 결과 및 고찰	112
1. 우리밀 제분공장 가공실태	112
2. 제분작업공정별 적정 작업방법 구명 시험	115
제 4 절 연구결과 요약	131

제 5 장 첨단 가공기술을 활용한 우리밀 건강기능성 가공제품개발

제 1 절 서 설	133
제 2 절 재료 및 방법	134
1. 암예방 천연 기능성 소재를 이용한 우리밀 가공 제품개발	134
2. 간기능 개선 능력을 가진 천연소재를 이용한 우리밀 가공제품개발	136
3. 우리밀 고유의 면역 기능성 물질을 이용한 간기능개선용 가공제품개발	137
제 3 절 결과 및 고찰	145
1. 암예방 천연 기능성 소재를 이용한 우리밀 가공 제품개발	145
2. 간기능 개선 능력을 가진 천연소재를 이용한 우리밀 가공제품개발	148
3. 우리밀 고유의 면역 기능성 물질을 이용한 간기능개선용 가공제품개발	156
제 4 절 연구결과요약	171

참 고 문 헌

제 1 장 서 설

밀은 우리국민이 1인당 연간 34kg을 소비하는 쌀 다음의 중요한 제2의 주곡작물로 매년 약 450여만톤을 외국에서 도입하여 이용하고 있으며 현재 자급율은 0.2% 이하이고 수입대금은 6억불 이상에 이르고 있다. 밀 재배면적은 1970년 97,000ha이던 것이 1984년 국산 밀은 가공 적성이 떨어진다고 정부가 수매를 중단하면서 재배 면적은 1992년에는 164ha로서 급격히 감소되었으며 자급율 역시 0.02%정도로 현저히 낮아졌다. 이처럼 국내 생산기반이 붕괴되었던 밀의 재배면적은 1992년에 발족된 '우리밀 살리기운동'에 힘입어 1996년에는 2,787ha에 이르렀으나 이후 품질, 가격경쟁력, 홍보등의 부족으로 인한 판매가 부진하여지자 1998년 현재는 1,400ha로 다시 감소 추세에 있다.

우리나라에서 밀의 중요성은 1) 밀이 주요 식량 작물로 기존의 수요가 확실하다는 점, 2) 우리나라는 경지 면적이 190만 ha로 좁으면서 여름철에 논에서는 벼, 밭에서는 콩, 고구마, 고추, 깨 등 농경지에서 재배되고 있으나 겨울철에는 100만 ha 이상의 유향 농경지가 있어 밀을 심을 때 400만톤 이상을 생산할 수 있는 잠재 생산 능력이 크다는 점과, 3) 유향 농경지 100만 ha에 밀을 재배하였을 시 공익적 기능이 “一石七鳥”의 효과가 있다는 점이다.

一石七鳥란 1) 식량안보적 차원에서 식량 자급율의 향상으로 전체 식량 자급율을 현재 31.7%에서 52%로, 사료를 제외한 자급율을 58.5%에서 95%로 높일수 있으며, 2)사료 자급율의 향상으로 곡물사료 이용시에는 400만톤이 이용 가능하고 젓소 등에 이용시는 총체사료(곡물+밀짚까지 먹일때)로는 800만톤까지 공급이 가능하며 경기, 강원, 충청북에 겨울철 노는 땅이 대부분임을 감안하면 이 지역에서는 주요 가축인 젓소 67%, 돼지 53%, 가금류가 54%가 사육되므로서 도입곡에 의존하는 축산에서 recycling이 가능하며, 3) 농가 소득으로 3조원, 4) 외화 절약 및 수입 대체 효과가 8억 6천만불, 5) 저온에서 탄소 동화작용을 하여 부산물로 산소를 배출하며 겨울철 흙먼지 비산 등을 억제함으로써 환경정화 효과가 크며, 6) 작물 재배에 상대적으로 유리한 남쪽에서 밀을 생산하고 통일에 대비하여 식량이 부족한 북한에 지원할 수 있다는 점과, 7) 강우로 인한 토양유실 보존 및 겨울철에 황량했던 들판

보다는 녹색 초원 공간을 봄으로서 국민 정서가 안정되고 또 벼농사용 트랙터, 파종기, 콤팩트를 이용하므로써 농기계 고정비용과 감가 상각비를 낮출 수 있다는 점이다.

이렇게 유리한 많은 점을 갖추고 있으나 재배면적을 확대하기 위하여는 몇가지 개선하여야 할 점도 있다. 우선 밀의 숙기가 보리보다 상대적으로 약간 늦어 이모작 재배에 불리하다는 인식을 중부지역에서 대단위 기계화 재배를 통한 생산비 절감 및 소득증대에 대한 연구가 이루어져야 하고, 우리밀의 소비증대를 위해서는 우리밀의 제분가공공정 기술과 가공식품의 개발에 관한 연구가 이루어져야 한다. 즉 우리밀(제분 52~60%)은 수입밀(제분율 77%)에 비해 제분율이 떨어지고 회분의 함량이 많아 색깔이 어두운 편이며 제빵용으로는 품질이 다소 떨어진다는 점 등이 밝혀진 바 있어 우리밀의 품질개량에 관한 연구가 다수 이루어져야 하며 새로운 첨단 가공기술 및 첨단 가능성 가공제품의 개발을 통한 우리밀 소비촉진 및 부가가치의 상승은 원료, 원가면에서 불리한 우리밀 가공제품의 시장경쟁력을 제고시킬수 있을 것이다. 또한 정책적으로 수매의 지속적 추진과 쌀보리와 같은 수매 가격 유지 (쌀보리는 40kg당 33,000원, 밀은 30,450원) 그리고 국가기관에서의 보급종 생산 및 WTO 체제하에서 증산을 위한 지원책이 없어질 경우를 대비한 환경보조금 또는 직접 지불제의 시행등이 병행될 경우 99%이상 도입에 의존하고 있는 제2의 주곡작물인 밀의 자급을 제고가 획기적으로 이루어 질수 있을것이다.

제 2 장 논, 밭 작부체계와 고품질 및 저비용 생산 기술확립

제 1 절 서 설

농업강대국들이 식량 무기화에 앞장서고 있는 현실에 대비하기 위하여 제2의 주곡작물인 밀의 자급을 제고 및 재배면적확대는 필수적이며 더욱이 최근 도입 농산물의 수송 및 저장중 농약의 과다살포로 국민건강을 해칠 우려가 있어 자국 농산물의 이용이 증가추세에 있다.

경지면적이 좁은 우리나라에서 벼-밀, 밀-고구마, 콩, 들깨등 논 및 밭 작부체계를 통한 밀 고품질 저비용 생산기술은 경지 이용을 제고, 생산비 절감과 식량의 안정 생산을 통한 농가소득 증대를 기할수 있으며 또한 무공해식품으로 국산밀은 국민 건강을 유지시킬수 있다.

벼농사는 노력이 많이 가지만 밀은 파종-추비-콤바인 수확으로 노력이 극히 적게 들며 보리보다는 숙기가 다소 늦으나 수량이 15-20%정도 더 나며, 추위 및 도복해등 재해에 강하며 탈곡이 보리보다 용이 하므로 벼를 중심으로 하는 이모작 재배에서 밀은 여러 가지 장점을 가지고 있다. 현재 논 및 밭상태에서의 작부체계는 농민의 자의적인 판단에 의하여 이루어 지고 있으므로 용도에 따른 품종별 구분생산이 이루어지고 있지 않으며 대부분 소규모로 재배가 되므로 비용절감이나 수량성향상등에 대한 집중적인 지도가 어려운 실정이다.

밀재재가 벼재배에 비하여는 노동력이 적게 들어가나 우리나라와 비슷한 일본에서는 10a당 밀 생산시 노동력이 평균 8.1시간이나 우리나라에서는 20.0시간으로 노력의 단축 가능성이 매우 크며 종합기술을 투입한 대규모 집단 재배는 밀의 생력화를 가능케 할것이다..

또한 현재 이모작을 거의 하지 않은 중부지역에서 이모작으로 밀 재배가 가능한 것을 실증함으로써 농민에게 홍보가 되어 밀 재배면적을 확대할수 있을 것이다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 논 작부체계에서의 밀 저비용 생산기술 확립

논에서의 밀 이모작 작부체계시험은 파급효과를 고려하여 기존에 밀 이모작 재배가 되고 있는 남부지방보다는 중부지방을 선택하여 충남 서천 및 논산지역에서 실시 하였다. 서천지역의 시험지 농가는 표 2-1과 같이 논 30,000평 밭 2,000평을 소유하고 있었고 한우를 40두 사육하고 있었다. 농기계는 33, 40, 50마력트랙터, 국제 4조콤바인, 건조기, 승용6조이앙기, 소형트럭을 보유하고 있었다. 밀 재배는 관행으로 광산파로 6,500평을 재배하고 있었으며 수확한 밀은 우리밀운동본부에서 구매하고 있었다. 주위 농가에서는 이모작을 하지 않은 지역이어서 세조파재배에 의한 밀 재배가 벼 후작으로 성공하면 파급효과가 매우 큰 지역으로 생각되었다.

표 2-1. 충남 서천의 시험 예정지 농가 내용

농가 성명	구 성 완
주 소	충남 서천군 서천읍 두왕리 621
연 락 처	0459-953-7778
학 력	대졸
영 농 규 모	논 자기소유 : 3만평 밭 : 2000천평 축산 : 한우 40두
시험지 토지현황	3600평+3000평+2600평+1400평=10600평 그중 3000평정도를 우리밀재배중임.
기계보유현황	트랙터 33, 40, 50마력 2대 건조기 2대 승용6조 이앙기 1대 콤바인 국제4조 1대
논의 토성	만 경 통
관배수양호여부	관, 배수 양호
밀 구매 형태	우리밀 살리기운동본부를 통한 구매
기 타	지도사업에 협조적임 우리밀 살리기운동본부에서 보급종생산 의뢰받음.

가. 1996년도

1) 벼 재배

벼 재배시험에서 단작 대비구는 서천 지역에서 많이 심고 있는 품종으로 백운찰벼를 공시하였고, 답리작용 이모작벼는 조생종중에서 삼백벼, 상주벼, 오대벼, 대창벼를 공시품종으로 하였다. 벼 육묘에 사용한 종자는 상주벼, 삼백벼, 오대벼는 작사에서 제공하였고 관행으로 재배하여 오던 대창벼는 농가가 확보하고 있는 것을 사용하였다. 육묘는 표 2-2와 같이 보은절충 못자리에 4월 20일 치상하였고 종자량은 10a당 4kg기준으로 낙종하였으며 육묘방법은 농가에서 관행대로 하는 방법을 따랐다. 상토는 집에서 조제한 것을 사용하였고 비료분이 많으면 입고병의 발생이 증가하고 또한 벼 이앙이 늦어질시 도장을 유발하기 때문에 비료는 상토에 혼합하지 않고 못자리 비닐을 걷을시에 유안을 엮면 시비하였다. 이앙일은 표 2-3에서와 같이 이모작용은 37일 묘령의 모를 6월27일 이앙하였으며 단작용 백운찰벼는 35일 모를 5월23일에 이앙하였다. 이앙방법은 국제6조 승용이앙기를 사용하였으며 시비방법은 벼 단작은 단작전용복합비료(N-P₂O₅-K₂O=17-21-17)를 사용하였고, 이모작은 이모작전용복합비료(N-P₂O₅-K₂O =21-17-17)를 사용하였다. 추비는 이삭거름전용복비(N-P₂O₅-K₂O=18-0-18)를 사용하였다. 잡초방제는 이앙후 제초제를 처리하였고. 병충해방제는 도열병, 멸구, 이화명충, 문고병등을 방제하였다. 수확은 국제4조 콤바인을 사용하였다.

표 2-2. 이모작용 벼 치상과 육묘방법

품종	치상일 (월.일)	종자량 (kg/10a)	육묘방법	종자확보
상주벼	4.20	4	보은절충못자리	작시제공
삼백벼	4.20	4	“	“
오대벼	4.20	4	“	“
대창벼	4.20	4	“	농가보유,관행

표 2-3. 벼 이앙 및 시비방법

구분	품종	이앙일 (월.일)	묘령 (일)	시비량(kg/10a) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	재식거리 (cm)
이모작용	상 주 벼	6.27	37	11 - 8 - 8	27.7
	삼 백 벼	6.27	37	11 - 8 - 8	27.7
	오 대 벼	6.27	37	11 - 8 - 8	27.7
	대 창 벼	6.27	37	11 - 8 - 8	27.7
단작용	백운찰벼	5.23	35	17 - 6 - 5	22.2

2) 밀 재배

밀 재배는 벼 재배 동일 지역인 서천에서 벼 수확후 실시하였다. 올그루밀을 공시품종으로 하였고, 종자의 구입은 우리밀 운동본부에서 분양받아 사용하였다. 파종기 강우로 인하여 적기에 파종을 하지 못하고 만파를 하게 되어 파종량을 기준량(14kg/10a)보다 증량하여 트랙터부착 세조파종기를 이용, 10a당 20, 25, 30, 35, 40kg을 96년 11월 23일에 파종하였다. 재배양식은 트랙터부착 휴립세조파기(휴폭:25cm × 파폭:5cm)와 지역 관행방법인 광산파(휴폭:120 × 파폭:90cm)로 실시하였다. 파종후 월동전, 월동후 비닐피복구와 무피복구를 처리하여 만파시 비닐피복의 효과를 검토 하였다. 잡초방제 체계는 파종전 그라목손을 5~7일전에 처리하여 기존에 나와 있는 독새풀등을 제거하였고 파종후 3일에 마세트 스톱프유제를 처리하였다. 시비량은 기비로 보리전용복비(10-22-14)를 10a 당 60kg을 시비하였고, 추비로 요소비료를 사용하였다. 수확은 범용콤바인을 이용하였다.

나. 1997년도

1) 벼 재배

2차년도의 답리작 벼재배는 충청남도 논산서 실시하였으며 주요 재배방법은 표 2-4에서 보는 바와 같다. 품종은 단기생육성이 빠른 신금오벼로 실시하였고 종자량은 10a당 5kg이 소요 되었으며 치상일은 5월25일, 이앙일은 전년도 파종한 밀 수확후 5일후인 6월28일에 실시하였다. 이앙방법은 30cm×13cm의 재식밀도로서 벼의 단작보다는 다소 밀식으로 승용8조 이앙기를 사용하였으며, 수확은 농가에서 보유하고있는 자탈형 3조 벼 겸용콤바인을 사용하여 10월23일에 수확하였다.

표 2-4. 벼 재배 주요시험방법

품종명	종자량 (kg/10a)	치상일 (월.일)	이앙일 (월.일)	재식밀도 (cm)	이앙 방법	수확일 (월.일)	수확 기계	시비량(kg/10a) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
신금오벼	5	5.25	6.28	30×13	승용8조	10.23	자탈형 3조	11 - 7 - 8

2) 밀 재배

밀 생력화 기계화시험을 위한 시험방법은 표 2-5와 같다. 논산에서 벼 수확후 올그루밀과 알찬밀을 공시품종으로 사용하여 트랙터 부착 6조 세조파종기로 2.5ha의 면적을 10월29일 10a당 16kg을 파종하였다. 시비량은 복합비료로서 (N-P₂O₅-K₂O = 21-17-17)을 10a당 60kg을 기비로 사용하였다. 수확은 자탈형 3조 벼겸용 콤바인을 사용하였다.

표 2-5. 답리작 밀 재배 주요시험방법

파종기 (월.일)	파 종 기 계	품 종	파종량 (kg/10a)	파종 면적 (ha)	시비량 (kg/10a)
'97.10.29	트랙터부착 휴립세조파기(25cm×5cm 6열)	올그루밀 알 찬 밀	16	2.5	복합비료 60 (21-17-17)

2. 밭 작부체계에서의 밀 저비용 생산기술 확립

밭 작부체계시험의 재배장소로 충남 아산군 인주면의 밭 3.2ha를 공시하여 시험하였다. 밭은 두 필지로, 밭 주인 집 주변에 5600평, 인주중학교 옆에 5000평으로 나누어 저 있었다. 농민은 우리밀 살리기 운동에 적극적으로 참여하고 있었던 농가로 3~4년간 밀농사를 짓고 있어 밀농사에 대한 경험이 풍부하였다. 농기계도 많이 가지고 있어 트랙터 (Jhone deere 5300 65마력) 1대, 비료 살포기 1대, 트럭 2대, 고압 분무기 1대, 트랙터 부착 세조파종기(금성 6조) 1대, 건조기 1대를 집에 가지고 있어 본 시험을 수행할 준비가 충분히 갖추어진 상태였다. 즉 밭에서 작업의 생력화가 충분히 이루어질 조건을 갖춘 상태였다. 수확기계는 밀, 콩 모두 수확이 가능한 작물시험장 범용콤바인(일제 Yanmar)을 이용하였다.

가. 1998년도

1) 밀 재배

밭 작부체계시험 1년차에 밀은 공시품종으로 조숙, 양질 품종인 금강밀을 10월 25일 파종하였으며 파종기계는 농가에 많이 보급되어 있는 트랙터 부착 금성 8조 세조파기로 실시하였다. 파종간격은 휴폭 25cm, 파폭 5cm으로 파종하였으며 수확은 6월15일 범용콤바인으로 실시하였다 (표2-6).

표 2-6 전작 밀 재배 주요시험방법

품종명	파종기 및 이식기 (월.일)	수확기 (월.일)	파종기계	파종간격 (cm)	수확기계
금강밀	10.25	6.15	금성 8조	25×5	범용콤바인

2) 콩 및 들깨 재배

단작으로서의 콩 및 들깨의 시험방법과 밀 수확후 맥후작으로서의 시험방법은 표 2-7에서와 같다. 콩 단작은 농가에서 관행으로 실시하고 있는 방법으로 5월30일에 손으로 파종하였으며 파종간격은 휴폭 50cm에 파폭 40cm로 실시하였고 10월9일에 인력으로 수확 하였다. 들깨 단작은 5월17일에 파종하여 육묘상을 만든후 6월9일에 이식하였으며 10월4일에 인력으로 수확 하였다. 밀의 후작물로서 콩은 이모작 적품종인 태광콩을 트랙터 부착 8조 세조파기로 밀수확후인 6월25일 파종하였으며, 파종간격은 휴폭 30cm, 파폭 20cm 이었다. 수확은 범용콤바인으로 10월17일에 실시 하였다. 또한 들깨는 엽과 종실 다수성인 엽실들깨를 공시하여 모종후 인력으로 6월26일에서 30일 사이에 이식을 하였다. 이식간격은 휴간거리 25cm, 주간거리 45cm로 하였으며 수확은 인력수확을 하였다.

표 2-7. 단작 및 맥후작용 콩과 들깨의 주요 시험방법

구분	파종기 및 이식기 (월.일)	수확기 (월.일)	파종기계	파종 및 이식간격 (cm)	수확기계
콩(단작)	5.30	10. 9	손파종	50×40	인력
(맥후작)	6.25	10.17	금성 8조	30×20	범용콤바인
들깨(단작)	5.17파종 6. 9이식	10. 4	인력이식	50×45	인력
(맥후작)	6.10파종 6.26~30이식	10.12	인력이식	50×45	인력

나. 1999년도

1) 밀 재배

전작물로서 밀은 전년도와 동일하게 장소는 충남 아산군 인주면 문방리에서 실시 하였다. 경운작업은 국제 John Deere 5300 트랙터를 사용하였으며, 비료살포는 국제 John Deere 5300 트랙터부착 비료살포기를 사용하였다. 파종작업은 RS 126R 금성 6조 세조파기(휴폭 25cm) 부착 국제트랙터(F395D)로 실시 하였으며, 파종후 제초제살포는 대동공업 10마력 경운기에 부착된 초고압동력분무기(HJ DS-805)을 사용 하였으며 수확작업은 범용콤바인(YANMAR)을 사용 하였다.

파종은 전년도 콩수확후인 1998년 10월 28일에 그루밀을 10a당 13kg/10a로서 실시 하였으며 시비량은 보리전용복비(10-22-14)를 사용 10a당 60kg을 기비로 살포하였고, 수확은 1999년 6월 18일에 범용콤바인을 사용하여 실시 하였다.

2) 콩 재배

단작 및 밀 수확후 맥후작으로서의 콩의 시험방법은 표 2-8에서와 같다. 콩 단작은 5월30일에 손으로 파종하였으며 파종간격은 휴폭 50cm에 파폭 40cm로 실시 하였으며 10월9일에 인력으로 수확 하였다. 밀의 후작물로서 콩의 시험방법은 품종으로 태광콩을 사용하였으며 밀 수확후 6월28일에 트랙터 부착 8조 세조파기로 휴폭 30cm, 파폭 20cm로 실시하였으며 수확은 10월17일에 범용콤바인으로 실시하였다.

표 2-8. 단작 및 맥후작용 콩 주요 시험방법

구분	파종기 및 이식기 (월.일)	수확기 (월.일)	파종기계	파종 및 이식간격 (cm)	수확기계
콩(단작)	5.30	10. 9	손파종	50×40	인력
(맥후작)	6.28	10.17	금성 8조	30×20	범용콤바인

제 3 절 결과 및 고찰

1. 논 작부체계에서의 밀 저비용 생산기술 확립

가. 1996년도

1) 벼 재배

벼 이앙당시의 묘령과 묘소질을 표 2-9과 같다. 이모작용인 상주벼, 삼백벼, 오대벼, 대창벼는 묘령이 37일 묘로 증묘로 이앙하였고 초장은 17.2-20.2cm의 범위로 단작의 백운찰벼에 비하여 2.1-5.1cm 작았으나 근장은 5.4-6.7cm로 1.3-3.1cm길어 단작묘와 묘소질을 비슷하여 충실한 경향이였다. 이앙시기는 이모작의 경우 6월 27일로서 단작의 5월 23일에 비하여 34일 늦었다. 이는 밀 수확기인 6월 중순에 비가 계속되어 밀 수확이 늦어져 이에 따라 벼 이앙도 늦어지게 되었는데 중부지방의 이모작 벼 이앙 적기가 6월20-25일 사이인 점으로 보아 3-4일 늦게 이앙이 되었다.

표 2-9. 벼 이앙과 이앙당시의 묘 소질

구분	품종	이앙일 (월.일)	묘령 (일)	초장 (cm)	근장 (cm)
이모작용	상 주 벼	6.27	37	20.2	6.1
	삼 백 벼	6.27	37	17.2	5.6
	오 대 벼	6.27	37	18.1	6.7
	대 창 벼	6.27	37	19.8	5.4
단작용	백운찰벼	5.23	35	22.3	4.9

중간생육결과는 표 2-10와 같다. 이모작용 품종중 삼백벼가 초장이 37.6cm, 주당 경수가 12.4개로 이모작 재배용 품종중에서 가장 적었으며, 대창벼가 초장이 43.9cm, 주당경수가 17.3개로서 가장 많았다. 이모작용 품종의 생육정도는 단작의 백운찰벼에 비하여는 생육일수가 짧음으로 인하여 초장은 평균 25.2cm 주당경수는 9.9개 적었으나 평년수준의 생육을 하고 있어 기상변이가 없는한 벼 수확후 밀 재배에는 지장이 없을 것으로 판단되었다.

표 2-10. 벼 중간 생육조사 (7월 26일)

구 분	품 종	초 장 (cm)	경수 (개)
이모작용	상 주 벼	43.0	13.9
	삼 백 벼	37.6	12.4
	오 대 벼	45.1	14.2
	대 창 벼	43.9	17.3
단작용	백운찰벼	67.6	24.4

표 2-11은 경운에서 이삭거름까지의 벼 재배기간중의 투입노동력을 조사한 것이다. 경운에서 이삭거름주기까지의 시간의 합계는 10a당 224분으로 3.7시간 이었다. 비율을 보면은 기계화가 된 경운 10.0%, 정지 9.6%, 기비살포4.0% 그리고 이앙이 12.4%로 36.0% 정도이나 기계화가 어려운 분얼비, 이삭거름, 그리고 입제 농약 살포등이 전체농작업의 64%를 점하여 앞으로 벼 재배의 생력화를 하기 위하여는 이 부분이 기계화 되어야 할 것이다.

표 2-11. 벼 재배의 노동력 투하시간

작업명	소요시간 (분/10a)	비율 (%)	작업기종
경운	23	10.0	트랙터
정지	21	9.6	트랙터
기비	9	4.0	비료살포기
이앙	28	12.4	6조 승용이앙기
분얼비	40	17.6	인력
농약(입제) (액제)	77 8	38.1	인력
이삭거름	18	8.3	인력
합 계	224(3.7시간)	100	

한편 농가에 보급된 최신 농기계를 투입하여 정지에서 수확까지의 노동력 투하 시간을 조사한 결과, 10a당 5.6시간이 소요되었으며, 인력이 많이 필요한 추비와 병충해 방제 등을 더욱 생력화할 필요성이 있는 것으로 조사되었다.

표 2-12은 단작 및 이모작으로 재배한 벼의 주요농업형질, 수량 및 수량구성요소를 본 것이다. 서천지방에서 적합한 벼 품종을 선발하기 위하여 기존에 농가에서 재배하던 대창벼와 조생종 또는 준조생으로 보급되고 있는 삼백벼, 상주벼, 오대벼를 공시하여 재배한 결과는 삼백벼는 성숙이 11월1일로서 제일 늦었으며 등숙율도 낮았고, 상주벼는 간장이 짧고 분얼이 적어 수량이 적었으며, 오대벼는 수량도 많고 초장도 긴편이나 등숙율이 낮아 대창벼 비하여 수량이 적었다. 대창벼는 성숙기가 10월28일 이었으며 등숙비율 및 천립중이 높아 백미수량이 10a당 555kg으로서 단작의 백운찰벼에 비하여 성숙기는 약 2주정도 늦었으나 98%의 수량성을 보였다.

표 2-12. 벼 수량구성요소 및 수량

구분	품종	성숙기 (월.일)	간장 (cm)	수수 (개/주)	영화수 (개/이삭)	등숙비율 (%)	정조 천립중 (g)	백미 수량 (kg/10a)	대 비
이모작용	삼백벼	11. 1	58.9	28.3	84.8	66.7	21.1	516	91
	상주벼	10.26	58.0	19.9	99.6	79.0	24.1	534	94
	오대벼	10.28	70.3	16.2	83.7	80.0	28.8	547	96
	대창벼	10.28	69.7	20.7	75.5	85.4	27.4	555	98
단작용	백운찰벼	10.10	83.1	17.6	105.6	87.2	27.0	567	100

벼 재배품종별 조수익은 표 2-13와 같다. 이모작용 벼중 삼백벼가 10a당 조수익이 851,400원으로서 가장 낮았으며 대창벼가 10a당 조수익이 915,759원으로서 인근 단작의 일반벼인 일품벼의 86%를 보여 서천지역의 이모작용 벼에는 대창벼가 가장 우수한 것으로 판단되었다.

표 2-13. 벼 재배품종별 조수익

구분	품종	수량 (kg/10a)	단가 (원/kg)	조수익 (원/10a)	지수 (%)	비고
이모작용	삼백벼	516	1,650	851,400	80	일반벼
	상주벼	534	1,650	881,100	82	“
	오대벼	547	1,650	902,550	84	“
	대창벼	555	1,650	915,750	86	“
단작용	백운찰벼	567	2,125	1,204,875	113	찰벼
인근농가 단작	일품벼	648	1,650	1,069,200	100	일반벼

* 단가는 시중가 기준임

2) 밀 재배

답리작 밀 재배시험은 서천지방에서 실시하였다. 표 2-14, 15과 같이 파종기에 13회에 걸쳐 109.5mm의 비가 내려 전년에 비하여 63.5mm, 평년에 비하여 24.3mm 정도 강우량이 많아 토양과습으로 인하여 적기에 파종이 이루어지지 못하였다. 파종기가 11월23일로서 극만파되어 파종량을 늘려 관행인 광산과 파종량인 10a당 14kg에 비하여 2-3배 많은 20, 25, 30, 35, 40kg을 세조파로 파종하였다.

표 2-14. 본전년대비 강우현황

구분	10월			11월			계	
	상	중	하	상	중	하		
본년	57.0	0.0	15.5	28.5	8.0	0.5	109.5	
전년	0.0	11.0	19.5	9.0	2.0	4.5	46.0	
평년	4.2	16.7	18.6	19.4	14.5	11.8	85.2	
대비	전년	57.0	△11.0	△4.0	19.5	6.0	△4.0	63.5
	평년	52.8	△16.7	△3.1	9.1	△6.5	△11.3	24.3

표 2-15. 파종기 강우 현황

10월 2일	3일	6일	24일	25일	31일	11월 2일	5일	7일	8일	9일	11일	27일	계
11.5	22.5	23.0	4.0	2.5	9.0	5.5	1.0	12.0	10.0	0.5	7.5	0.5	109.5mm

답리작으로 재배한 밀의 작업시간 및 생육을 보면 표 2-16, 17과 같다.

표 2-16. 답리작 재배시 밀의 작업시간

작업명	관행시간 (분/10a)	농가시간 (분/10a)	작업기종
경운.정지	72	45	트랙터
기비	42	29	비료살포기
이앙	210	41	6조 승용이앙기
추비	66	60	인력(미스트기)
병충해 방제	204	121	고압분무기.미스트기
수확	210	41	4조콤바인
합 계	804(13.4시간)	337(5.6시간)	

세조과재배에서 과종량에 따른 출수기나 성숙기의 변화는 없었고, 비닐피복여부에 따라 월동전 피복한 처리가 월동후 비닐피복이나 무처리에 비하여 5~7일 빨랐다. 그러나 관행인 광산과재배에서는 그 차이가 줄어 2~3일 정도 빠른 것이 그쳤다. 간장은 과종량이 30, 35, 40kg구에서는 월동전 비닐피복구가 월동후피복이나 무피복구에 비하여 컸으나 과종량이 20, 25kg 구에서는 차이가 없었다. 수량구성요소를 보면은 수수는 월동전 비닐피복구가 283~492개로 월동후 피복구나 무피복의 186~347개보다 많아 비닐피복을 일찍하면 수수 증가의 효과가 있었다.

수량은 월동전 비닐피복구가 과종량에 따라 313~437kg으로 월동전 피복구나 무피복의 153~256kg보다 많아 수량증가 효과가 있었다. 과종량에 따른 효과를 보면은 과종량이 35kg구가 관행의 100에 무피복구에 비하여 177%로 많았고, 35kg구에서 무피복의 202kg에 비하여 437kg으로 235kg 많았고 월동후 피복에 비하여도 193kg 많아 비닐피복에 의한 증수 효과가 인정되었으며 월동후 보다 월동전에 하는 것이 좋은 것으로 판명되었다. 그러나 이 시험은 과종기 강우로 인하여 적과하지 못하였을 경우에 극한과한 성적이므로 적과재배시 작부체계상의 성적은 재검토하여야 할것으로 생각된다.

표 2-17. 답리작 밀의 생육상황

과중량 (kg/10a)	비닐피복 유무	출수기 (월.일)	성숙기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)
40	월동전	4.26	5.28	65	10.0
	월동후	5. 2	6. 2	53	8.8
	무피복	5. 4	6. 4	45	8.0
35	월동전	4.26	5.28	64	10.8
	월동후	5. 2	6. 2	56	8.8
	무피복	5. 4	6. 4	45	8.0
30	월동전	4.26	5.29	55	8.9
	월동후	5. 2	6. 2	50	8.2
	무피복	5. 4	6. 4	40	8.6
25	월동전	4.26	5.28	46	7.0
	월동후	5. 2	6. 2	44	8.1
	무피복	5. 4	6. 4	47	7.4
관행	월동전	4.26	6. 1	70	9.8
	월동후	5. 2	6. 3	53	8.0
	무피복	5. 4	6. 4	47	8.1

표 2-18. 답리작 밀의 수량구성요소 및 수량

과중량 (kg/10a)	비닐피복 유무	수수 (본/m ²)	일수 립수	천립중 (g)	수량 (kg/10a)	수량 지수
40	월동전	492	28	25	295	119
	월동후	347	24	26	256	104
	무피복	308	22	24	247	100
35	월동전	394	30	26	437	177
	월동후	267	25	26	244	99
	무피복	308	23	20	202	82
30	월동전	281	34	32	260	105
	월동후	219	27	31	224	91
	무피복	381	24	25	242	98
25	월동전	283	26	24	313	127
	월동후	186	21	24	153	62
	무피복	267	23	26	209	85
관행	월동전	661	28	29	486	197
	월동후	422	27	28	209	85
	무피복	625	20	29	247	100

밀 파종의 생력화 정도를 조사한 결과는 표 2-19과 같았다. 세조파재배는 트랙터 부착 로타리로 경운과 동시에 파종하므로 관행에 비하여 경운의 시간이 단축되어 파종시간이 관행의 10a당 174분에 비하여 12분으로 생력화되는 장점이 있었다. 따라서 세조파종기를 이용한 평면세조파 재배시 일관작업 파종으로 비료살포 및 파종시간의 단축으로 총 70%의 노력시간 절감효과를 보였다. 수확 및 건조시간은 극만파되어 정상적인 생육이 되지 않았으므로 조사에서 제외하였다.

표 2-19. 밀파종의 생력화정도 (분/10a)

구 분	관 행	세조파종기(10조)	비 고
종자준비	30	30	-
경운,정지	102	-	100%
비료살포	144	60*	42
파 종	72	12	17
배수로작업	18	9	50
계	366	111	70%절감

* : 비료 준비시간 포함(혼합작업)

나. 1997년도

1) 벼 재배

논산에서 실시한 이모작용 벼와 단작용 벼의 생육차이는 표 2-20에서와 같다. 밀 이모작구인 신금오벼는 출수가 9월10일로서 단작구에 비하여 15일 정도 늦었으며 성숙기는 8일정도 늦었다. 간장은 이모작구가 10cm정도 짧았으나 수장은 20cm로서 단작구에 비하여 큰차이가 없었다. 수량은 답리작 이모작구인 신금오벼가 10a당 510kg으로서 단작인 대야벼에 비하여 94%의 수량성을 보였다.

표 2-20. 이모작 및 단작에 따른 벼 주요 농업형질차이

구 분	출수기 (월.일)	성숙기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수량 (kg/10a)	지 수
이모작구(신금오벼)	9.10	10.20	72	20	510	94
단작구(대야벼)	8.25	10.12	82	21	540	100

벼의 생력 기계화작업은 표 2-21에서 나타난 바와 같다. 이앙까지의 시간은 기계화 재배가 관행에 비하여 23% 절감되었다. 기계화 재배로 인하여 경운 및 정지에서 많은 노력의 절감이 인정되었다.

표 2-21. 벼 작업단계별 시간 (분/10a)

구 분	관 행	기계화	방 법	비 고
경 운	84	24.3	35마력 트랙터	
정 지	84	24.3	35마력 트랙터	
모 치 상	120	150	인력	
모 준 비		56.3	인력	
기비살포	42	16.9	35마력 비료살포기	
이앙작업	210	143.4(55.5)	4조 조파이앙기	모판준비포함
계	540(100)	415.2(77)		

* : ()는 이앙작업시간

2) 밀 재배

논산에서 답리작으로 실시한 밀 재배시험결과는 표 2-22와 같다. 올그루밀과 알찬밀에서 출수기 및 성숙기는 올그루밀이 알찬밀에 비하여 4-5일 빨랐고, 간장 및 수장이 길었으며 m²당 수수 역시 알찬밀에 비하여 많았다. 그러나 수량은 일수립수 등이 많은 알찬밀이 10a당 469kg으로서 올그루밀에 비하여 10% 더 증수 하였다.

표 2-22. 주요 생육상황 및 수량

품종명	출수기 (월.일)	성숙기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (본/m ²)	일수 립수	천립중 (g)	수량 (kg/10a)
을그루밀	5. 3	6.11	73	8.5	635	21	40	425
알 찬 밀	5. 7	6.16	63	6.7	590	26	34	469

기계화 재배시 작업단계별 노동력 절감효과는 관행 손뿌림 재배에 비하여 파종, 복토, 답압 및 수확작업시에 많이 절감되어 총 56%의 노력시간 절감효과가 있었다. (표2-23).

표 2-23. 밀재배시 작업단계별 노동력 절감효과 (단위 : 분/10a)

작업단계별	관행	기계화재배	절감효과	비고
종자준비	30	30	0	
경운정지	96	-	100	
파종	72	30	58	6조/8조
기비살포	144	60	58	
병충해방제	-	-		
제초제살포	108	108	0	
답압	36	-	100	
추비살포	60	60	0	
수확	180	35	81	4조콤바인/범용콤바인
계	726	323		56% 노력절감

* : 관행 : 농림부 '97 농축산물 생산비 통계, 기계화 : 실측치

벼를 1기작으로 재배하였을 경우 밀을 수확후 벼를 재배하는 답리작 재배에 따른 소득의 차이를 보면(표 2-24), 벼를 단일 작물로서 재배하였을 경우 조수입은 10a당 967,000원, 경영비는 228,000원으로서 실질소득은 739,000원이 었으나 밀수확 후 벼재배에의한 2모작시는 밀수확에 따른 소득증대로 벼 1기작에 비하여 22%가 향상된 905,000원이었다. 따라서 충남지역 역시 남부지방에서와 같이 벼 단작보다는 벼수확후 밀을 재배함으로써 농가소득이 향상될 수 있었다.

표 2-24. 벼단작 및 이모작파른 소득차이

(단위 : 천원/10a)

구분	조수입	경영비	소득	소득증대
벼단작	967	228	739	
벼+밀	1,210	305	905	22%

2. 밭 작부체계에서의 밀 저비용 생산기술 확립

가. 1998년도

1) 밀 재배

파종작업이 작부체계상 하작물의 수확기가 빨랐던 인주중학교 앞은 10월 16~17일에 이루어졌고 하작물의 수확이 늦었던 집앞은 10월 23~24일에 파종할 수 있었다. 이로 인해 월동전부터 두 필지간 생육차이가 있었다. 파종후 입모는 고르게 이루어졌으나 생육은 부진한 편이었으며 파종후 강우로 집앞 포장은 비탈지에서의 토양유실이 있었다. 월동 전후의 생육상황은 표 2-25와 같다. 월동중 기온이 2~3℃ 이상 평년에 비해 따뜻하여 월동전 생육에 비하여 월동 후 생육은 많이 회복되었다. 특히 경수가 3월 5일 현재 인주중학교 앞이 888개/m²로 많았고 만파된 집앞도 경수가 777개/m²로 평년정도의 생육을 확보한 상태였다.



그림 2-1. 트랙터 부착 세조파기를 이용한 대단위 밀 기계파종

표 2-25. 월동전, 후 밀의 생육상황

조사시기 (월.일)	초장 (cm)	경수 (개/m ²)	주간엽수 (매)
월동전(12.18)	인주중학교 앞	10.7	254
	집 앞	9.5	223
월동후(3. 5)	인주중학교 앞	13.6	888
	집 앞	11.1	777

월동기간이후에도 계속 온난한 기상이 이어져 출수기 및 성숙기가 평년에 비하여 다소 빨라졌다. 그러나 수잉기이후 계속된 잦은 강우로 적미병이 전국적으로 만연하였고 아산의 밀에서도 40.8%의 이병립율(이병수율은 31.5%)을 보였고 도복이 달관조사로 보면 1~3정도로 나타났으나 배수가 양호한 전작조건인 잇점으로 인하여 수량은 평년작이상을 유지하여 적미병 등으로 수량이 크게 떨어진 전국 평균수량(275kg/10a)보다 48% 많았다. 주요 농업형질 및 수량구성요소는 표 2-26과 같다.

표 2-26. 주요농업형질 및 수량구성요소

출수기 (월.일)	성숙기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/m ²)	일수 립수	천립중 (g)	수량 (kg/10a)	적미병 발생율 (%)
5. 2	6.10	73	8.6	697	40	39	408	40.8 (이병립율)

작업단계별 노력시간은 표 2-27과 같이 기계화재배가 관행 재배에 비하여 파종 및 수확에서 많은 시간이 절감되어 전체적으로 72.4%의 노력시간 절감효과를 보였다.

표 2-27. 밀 작업단계별 노력시간

단위 : (분/10a)

작업단계	관행	세조과 기계화재배	비고
종자준비	30	11.6	
경운정지	96	10.6	국제 John Deer 5300
비료살포	114	3.3	비료살포기
파종	174	52.8	8조 파종기
제초제 살포	108	42.0	미스트기
수확	174	71.7	범용콤바인
계	696	192	(△ 72.4%)

관행 : '97 농축산물 생산비통계의 쌀보리 노동시간

기계화재배 : 작시 조사치



그림 2-2. 범용 콤바인을 이용한 대단위 기계화 밀 수확

2) 콩 및 들깨 재배

[콩]

콩의 생육상황은 표 2-28과 같이 밀수확후 파종한 맥후작이 단작에 비하여 개화기가 늦고 개체당 협수 및 립수는 적으나 세조과 기계파종에 의한 균일 파종으로 인하여 단위면적당 개체수가 월등히 많아 오히려 맥후작이 단작에 비하여 11%증수되는 결과를 보였다.

표 2-28. 콩의 주요 생육상황

구분	개화기 (월.일)	경장 (cm)	경태 (cm)	분지수 (개)	주경절수 (개)	개체수 (개/m ²)	개체당협수 (개)	개체당립수 (개)	수량 (kg/10a)
맥후작	8. 3	52.5	6.0	3.8	13.4	13.3	33.0	58.5	245
단 작	7.22	56.4	5.2	5.5	10.5	9.2	38.5	86.0	220

콩 재배시 노력시간은 기계화 재배가 관행 손뿌림에 비하여 파종 시간이 크게 단축되어 91%의 노력시간 절감이 가능한 것으로 분석되었다. 수확작업에 있어서는 파종보다도 절감효과가 큰데 수확작업을 할 수 있는 기계가 없어 손수확 및 도리깨를 통한 인력수확을 하는 관행에 비해 범용 콤바인을 사용한 수확작업의 노력절감 효과가 87.6%로 컸다.

표 2-29. 콩 재배에 있어 작업단계별 노력시간 (단위:분/10a)

작업단계	관행	세조과 기계화재배	비고
경운정지	312	12.8	국제 John Deer 5300
비료살포	228	5.6	비료살포기
파종	630	45.5	8조 파종기
제초제 살포	636	58	미스트기
수확	1,200	148.1	범용콤바인
계	3,006	270	(△91%)

관행 : 농업경영관실 농축산물 생산비 비교('95.10)



그림 2-3. 범용 콤바인을 이용한 대단위 밀 뒷그루 콩 기계화 수확

[들깨]

들깨의 생육상황은 표 2-30과 같이 맥후작이 단작에 비하여 경장이 짧고 마디수 및 분지수가 적었으나 개체당 화방군수가 많고 화방군장은 긴편 이었다. 수량은 단작이 10a당 84kg으로서 맥후작보다 다소 많았다.

표2-30. 들깨의 주요생육상황

구분	경장 (cm)	마디수 (개)	분지수 (개)	개화기 (월.일)	화방군수 (개)	화방군장 (cm)	수량 (kg/10a)
맥후작	122.9	10.9	7.0	9. 6	24.3	10.3	71
단 작	145.0	12.0	10.4	9.16	11.4	6.3	84

들깨는 파종, 이식, 제초제 살포, 수확작업이 모두 일반 관행 재배법으로 이루어졌는데, 이 때문에 전체 작업시간이 10a당 74.4시간으로 타 작물에 비해 길었다. 특히 수확에 필요한 시간이 매우 길어 수확작업의 기계화가 무엇보다도 필요하다고 생각된다.(표 2-31).

표 2-31. 들깨재배에 있어 작업단계별 노력시간

작업단계	작업시간 (분/10a)
경운정지(국제 Jhon Deer 5300)	15.4
비료살포	27.5
파종	4.5
이식	289
제초제 살포	114
수확작업	4,013
계	4,464

나. 1999년도

1) 밀 재배

월동전 생육을 보면 구릉지 및 경사지 모두 입모가 고르며 생육이 균일한 상태로 월동을 하였으며 구릉지의 경우 완만경사지에 비하여 주간엽수 및 경수가 다소 많았다 (표 2-32).

표 2-32. 월동전 주요생육상황

파종지 특성	초장 (cm)	경수 (본/m ²)	주간엽수 (매)
구릉지	10.3	448	2.5
완만경사지	10.5	300	1.9

주요 농업형질 및 수량은 표 2-33에서와 같이 출수기는 필지별로 다르지 않아 모두 5월7일이었고 성숙기는 6월14일 이었으며 간장 및 수장은 구릉지가 약간 길었고 단위 면적당 수수 및 일수립수는 완만경사지가 다소 많았다. 단보당 평균수량은 538kg으로서 평년수량보다 높았다.

표 2-33. 수량구성요소 및 수량

과종지별	출수기 (월.일)	성숙기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (본/m ²)	일수립수	수 량 (kg/10a)
구릉지	5. 7	6.14	65.8	7.6	730	20.6	520
완만경사지	5. 7	6.14	61.6	7.5	820	23.8	556
평 균	5. 7	6.14	63.7	7.6	775	22.2	538

경운정지등 대부분의 작업은 구릉지에서 다소 작업시간이 길게 소요 되었는데 이는 구릉지의 오르막 및 내리막 작업때문인 것으로 판단되었다. 기계화 작업시 밀 파종에서 수확까지는 평균 10a당 38.7분이 소요되었다 (표2-34).

표 2-34. 밀 재배에 있어 작업단계별 노력시간 (분/10a)

작업단계	구릉지	완만경사지	평 균
종자준비	0.9	1.3	1.1
경운정지(국제 Jhone Deere 5300)	7.2	5.8	6.5
비료살포(국제 Jhone Deere 5300)	5.9	4.5	5.2
파종	7.9	6.3	7.1
체초제 살포	6.9	8.3	7.6
수확(이동시간 포함)	12.5	9.8	11.2
계	41.3	36.0	38.7

이모작 재배를 함으로서 농가의 소득증대는 표 2-35와 같다. 콩과의 작부체계 경우 콩단작에 비하여 조수입이 10a당 886천원이며, 소득은 685천원으로서 88%의 소득증대를 보였다. 한편, 들깨와의 작부체계에서는 들깨의 고소득으로 인하여 들깨 단작보다 14%의 소득증가에 그쳤다.

표 2-35. 이모작과 단작의 수량 및 소득차이

(천원/10a)

구분	수량 (kg/10a)	조수입	경영비	소득	소득증대(%)
콩(단작)	220	468	104	364	
콩+밀	235+550	886	201	685	88
들깨(단작)	84	946	125	821	
들깨+밀	71+520	1,164	227	937	14

제 4 절 연구결과요약

논에서의 벼+밀의 기계화 작부체계 시험결과 충남지방인 논산에서도 벼 단작에 비하여 기계화 이모작이 22%의 소득증대를 보였다. 그러나 중부지방에서 보다 안정적인 벼 이모작용 밀 재배를 위하여는 밀의 숙기단축이 다소 필요하고 사료되며,

충남 아산에서의 밭 작부체계 시험에서는 콩+밀이 콩 단작에 비하여 88%의 소득증대를 보여 밭에서는 중부지방에서도 안정적인 이모작 밀 재배가 가능하였다.

가. 충남 서천 지방에서의 이모작용 벼의 품종은 공시된 상주벼등 4 품종중에서 성숙기가 빠르고, 등숙율이 높으며 천립중이 높은 대창벼가 가장 수량이 높아 우수하였다.

나. 논산에서 답리작으로 수행한 밀 품종 비교 시험 결과 알찬밀이 올그루밀에 비하여 성숙기는 5일정도 늦으나 수량은 10a당 469kg으로서 올그루밀 비하여 10% 더 증수 되었다.

다. 논에서의 벼 후작용 밀 재배시 대단위 기계화 재배는 관행 재배에 비하여 경운정지, 파종 및 수확에서 많은 노력이 절감되어 전체적으로 노동시간이 10a당 323분으로서 관행재배에 비하여 56%의 노동력 절감 효과가 있었다.

라. 논에서 벼를 1기작으로 재배하였을 경우 실질소득은 10a당 739,000원이었으나 밀수확후 벼재배에 의한 2모작시는 밀수확에 따른 소득증대로 벼1기작에 비하여 소득이 22% 증대 되었다.

마. 밭에서의 콩 후작용 밀 재배시 대단위 기계화 재배는 관행 재배에 비하여 비료살포, 파종 및 수확에서 많은 노력이 절감되어 전체적으로 노동시간이 10a당

192분으로서 관행재배에 비하여 72.4%의 노동력 절감 효과가 있었다.

바. 밭에서의 밀 전작용 콩 및 들깨 재배시 콩의 경우 대단위 기계화 재배는 관행 재배에 비하여 파종 및 수확에서 매우 큰 노력이 절감되어 전체적으로 노동시간이 10a당 270분으로서 관행재배에 비하여 91%의 노동력 절감 효과가 있었으나 들깨의 경우는 수확작업등에서 전반적으로 기계화재배가 확립이 되어 있지 않아 노동시간이 10a당 4,464분으로서 기계화재배의 확립이 무엇보다도 필요하였다.

사. 밭에서의 밀과의 작부체계에서 콩과의 작부체계 경우 콩단작에 비하여 조수입이 10a당 886천원이며, 소득은 685천원으로서 88%의 소득증대를 보였다. 한편, 들깨와의 작부체계에서는 들깨의 고소득으로 인하여 들깨 단작보다 14%의 소득증가에 그쳤다.

제 3 장 국산밀과 수입밀의 품종별 품질특성연구

제 1 절 서 설

우리나라의 밀재배면적은 70년대 97천ha이던 것이 1984년 정부의 밀수매 중단으로 밀재배면적이 급속히 줄어 1992년도에는 164ha에 불과하였으나 다행스럽게도 민간차원의 우리밀 살리기운동에 따른 적극적인 밀증산 활동과 소비자의 호응이 높아 밀생산량이 점차 증가되어 1997년도에는 재배면적 1,838ha에서 7,433톤을 생산하게 되어 국민 1인당 1년에 33.7kg을 소비하는 쌀 다음의 주식으로 최근 5년간 평균 438만톤을 수입하여 약6억 \$을 지불하고 있는 실정이다(농림통계연보 1998).

1997년도의 국내의 밀수급 실적을 보면 총3,322천톤이 수입되어 이 중 식용이 2,175천톤, 사료용 1,147천톤이 사용되고있으며 가공용으로 사용되는 밀가루의 대부분은 제면용으로 라면과 당면을 제외한 국내의 면시장 규모는 건면이 47%로 전체 시장의 약절반을 차지하고있으며 냉면이 31%, 생면과 숙면이 22%정도를 차지하는 것으로 추정되고 있다('94 대한제분)

이러한 소비시장에 국산밀의 이용도를 높이고 품종별 알맞는 가공적성을 구명하여 그에 맞는 고부가가치 상품을 개발하므로서 국산밀의 소비를 증대시키고 재배면적 확대와 더불어 농가소득증대에도 기여할 수 있다고 본다.

밀가공에 대한 연구는 김(1977)과 신(1993)등이 미국산, 캐나다산 및 호주산밀의 제분특성을 조사한 결과, 호주산밀이 미국산보다 patent분이 5~10%낮았다고 보고하였으며 이(1984)등은 호주산 밀가루중 ASW는 gluten형성능력이 약하였으나 호화점도는 대단히 높았다고 하였다. 국내산 밀품종에 대한 가공적성 연구는 일부 기업에서 제빵에 대하여 검토한 바 있으나 아직 미미한 실정이며('94 대한제분) 이(1997)등은 국산밀 3품종에 대하여 국수 가공적성을 검토하였을뿐 우리밀과 수입밀의 품종별 품질특성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

한편 국산밀과 수입밀의 품종간 품질을 좌우하는 요인으로는 화학적성분, 물리적특성 및 관능검사 등이 있으나 대부분의 사람들은 양질의 품종에서 인지하는 우수한 맛을 식미로 평가하는데, 식미는 단순히 미각뿐만 아니라 후각도 상당부분 관

여하는 것으로 알려져 있다. 따라서 후각에 의한 향기성분을 효율적으로 추출하여 분리 동정할 수 있는 분석방법을 확립하므로서 우리밀과 수입밀의 휘발성 물질의 차이를 검토하여 가공적성에 알맞는 품종을 선발코저 시험을 수행하였다.

곡류의 휘발성 성분은 천연물과 가공품의 종류에 따라 각기 특징적인 냄새를 발산하는 것으로 알려져 있다(Denis 1982, Hing & Weckel 1964). 곡류의 향기성분에 대한 연구로 Maga(1978)는 여러 연구자의 연구결과를 총설로 발표하였는데 원맥의 휘발성물질을 정확하게 분석하여 구명되면 제빵과정에서 생성되는 빵의 향기성분에 대한 정보를 용이하게 이해할 수 있을 것이라고 하였다. 그러나 Johnson et al. (1996)은 같은 밀 품종을 사용해 만든 빵의 경우에도 반죽에 사용된 물의 양, 발효에 이용된 yeast의 종류, 굽는 온도 등의 여러 조건에 의해서도 검출되는 성분 차이가 발견되었고 최근에는 밀가루 자체가 갖는 밀의 휘발성물질 외에도 열과 같은 가열에 의해 변형될 수 있는 당이나 아미노산 등의 비휘발성물질의 구성원에 의한 정보가 가공품의 향기성분에 대한 정보를 이해하는데 더욱 중요하다고 보고하고 있다. 한편 Hougen et al.(1971)은 곡류의 유전적인 배경이 다른 품종간에는 휘발성 성분의 양적인 차이가 있고 headspace vapor가 곡류의 품종을 구분하는데 사용될 수 있다고 하였다. 제빵 과정에서 생성되는 향기성분에 대해서는 여러 연구가 보고된 반면 (Turbin 1990, Chang & Iv 1992, 1995, Yajima 1983)제면용으로는 사용되는 밀가루의 휘발성분에 대한 연구는 거의 없는 상태이다. 따라서 국내 제면용 밀의 수요를 감안할 때 밀품종별 휘발성분에 대한 연구가 선행되어야 하겠다. 본 연구는 국내에서 육성된 밀 5품종과 수입밀 2품종에 대한 원맥의 이화학적 특성, 품종별 밀가루의 품질특성 품종별 휘발성물질 및 국수가공 적성 등을 비교 검토한 결과를 종합 보고하는 바이다.

제 2 절 재료 및 방법

본 실험에 사용된 공시료는 작물시험장 맥류과에서 육성한 밀 품종으로 1996년부터 1999년까지 매년 수확한 그루밀, 은과밀, 탐동밀, 알찬밀, 금강밀을 사용하였으며 이를 비교하기 위하여 대비품종으로 호주산 수입밀인 ASW(Australian Standard

White)와 미국산 수입밀인 DNS(Dark Northern Spring)을 대한제분주식회사로부터 분양받아 공시재료로 사용하였다.

1. 원맥의 이화학 특성 조사

원맥의 입형은 digimatic caliper(CD-15C, Mitutoyo Co, Japan)로 밀의 낱알길이와 폭을 품종별로 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈으며, 천립중은 건전한 밀의 낱알 1,000개의 무게를 달아 중량으로 표시하였으며, 용적중은 정선된 밀 1ℓ를 브라웰곡립계(J642, Fujiwara factory, Japan)를 사용하여 측정하였고, 경도는 수분을 14%로 tempering한후 밀의 낱알을 texture analyzer(TA/XT2 SMS Co, UK)로 측정하였는데 그 분석조건은 표 3-1과 같으며, 색차는 밀의 낱알을 color and color difference meter(TC-1500MC, Tokyo Denshoku Co, Japan)를 사용하여 Hunter의 L, a, b값으로 측정하였다.

Table 3-1. Texture analyzer condition for analysis of wheat hardness

Option	Return to start
Force unit	Grams
Distance format	mm
Pre-test speed	5.00mm/s
Test speed	1.00mm/s
Post-test speed	5.00mm/s
Distance	1.5mm
Mode	Measure force in compression
Trigger type	Auto
Trigger force	50g

2. 원맥의 제분

밀 품종별 제분방법은 정선된 원맥 4kg을 비닐봉지에 넣고 수분이 16%가 되도록 가수처리하여 실온(25℃)에서 24시간 tempering한후 Buhler test mill(MLU-202, Swiss)로 제분하였으며 (break system sieve box : 8xx. 9xx. 9xx, reduction sieve box : 9xx. 10xx. 10xx), 제분수율은 break flour(B_1+B_2)와 reduction flour(R_1+R_2)를 합한 patent flour, 그리고 straight flour, bran, short등으로 분리하여 다음과 같이

계산하였다.

$$\text{Yield of patent flour} = \frac{\text{break flour}(B_1+B_2) + \text{reduction flour}(R_1+R_2)}{\text{total break flour} + \text{total reduction flour} + \text{bran} + \text{short}} \times 100$$

3. 밀가루 색차 및 입도분포 측정

밀가루의 색차는 color and color difference meter(TC-1500MC, Tokyo Denshoku Co, Japan)를 사용하여 Hunter의 L, a, b값으로 측정하였으며, 입도분포는 particle size analyzer(Coulter LS200, USA)를 사용하여 입자크기 및 표면적을 측정하였다.

4. 밀가루 반죽의 리올로지특성 조사

밀가루의 2차 가공적성을 구명하기 위하여 밀가루 반죽의 Farinogram, Viscogram, 및 Extensibility를 측정하였다. Farinogram은 AACC(54-21)표준방법을 이용하여 시료 300g을 mixing bowl $30 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 로 유지시킨 다음 반죽의 크기가 $500 \pm 20\text{BU}$ (Brabender unit)에 도달하도록 물량을 조절하여 수분흡수율, 반죽성형시간, 안정도, 저항도 및 반죽파괴시간 등을 조사하였다(박등 1990, 김등 1985, 최 1975). 반죽의 호화양상은 Viscogram으로 측정하였는데 밀가루 60g(수분14%기준)과 증류수 415ml를 Viscogram의 호화용기에 넣고 온도 30°C 부터 95°C 까지 $1.5^\circ\text{C}/1\text{분}$ 온도를 상승시켜 가열하고 95°C 에서 15분간 유지한 다음 $1.5^\circ\text{C}/1\text{분}$ 속도로 50°C 까지 냉각하였을 때 호화개시온도, 최고점도, 최고점도시 온도, 최저점도 및 50°C 점도 등을 조사하였다. 반죽의 Extensibility는 Kieffer dough extensibility rig(TA/XT2 Texture analyzer SMS Co., UK)으로 측정하였는데 밀가루 9.7g과 소금 0.2g을 잘 혼합한 후 여기에 증류수 5.5ml를 넣고 반죽하여 dough form press에서 40분간 압축 성형한 후 Texture analyzer에 hook probe를 설치하여 측정하였다

5. 밀가루 반죽의 Texture 측정 및 건면제조

밀가루에 물(32%)과 소금(1.7%)을 첨가하여 혼합기(Matsushita electric industrial Co., Japan)로 7분간 반죽한 후 25℃에서 2시간 숙성시킨 후 국수 면대를 3단계 6회(4.2mm 3회, 2.8mm 2회, 1.7mm 1회)로 조절하여 면대를 형성한 후 면대를 5×10cm크기로 잘라 ϕ 2mm probe를 사용하여 Texture analyzer(TA/XT2, SMS Co., UK)로 측정하였으며 나머지면대는 1.5mm롤에 1.4mm너비로 면발을 만들었다.

절단된 면발을 실내온도 27℃, 상대습도 60%에서 2일간 건조대에서 건조 후 25cm 길이로 절단하여 시험용으로 사용하였다.

6. 건면 및 조리면의 texture 측정

건면의 경도는 ϕ 2mm probe를 사용하여 texture analyzer(TA/XT2, SMS Co, UK)로 측정하였으며 전단응력은 건면의 길이를 10cm로 절단하여 three point bend rig(HDP/3PB)을 사용하여 texture analyzer의 measure force in compression으로 측정하였다. 한편 조리국수의 texture는 120ml의 증류수에 10g의 건면을 4분간 조리한 후 증류수에 30초간 냉각한 다음 건져서 흡습지로 물기를 제거한 즉시 ϕ 2mm probe를 사용하여 texture profile analysis(TPA)방법으로 측정하였으며, 조리국수의 인장 및 인장력은 spaghetti/noodle test rig을 사용하여 측정하였다.

7. 건면의 조리특성

건면의 조리특성에 관한 조사는 박(1990)과 김(1996)의 조사방법에 준하였으며, 부피측정은 길이 25cm로 자른 마른국수 20g을 240ml 증류수에 4분간 조리하고 30초간 찬물에 식힌후 건져서 제습지로 수분을 제거한 다음 즉시 무게와 부피의 증가를 조사하였으며, 부피증가는 250ml 메스실린더에 증류수를 100ml채운 후 국수를 넣어 부피증가를 구하였다. 조리액의 탁도조사는 조리가 끝난 전체액이 400ml되게 증류수로 희석한 다음 spectrophotometer(Cary3, Varian Co., Australia)를 이용하여 675nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이들 시험을 각각 3반복으로 시험하였다.

8. 조리면의 관능검사

건면 200g을 증류수 4000ml에 4분간 조리한 후 30초간 찬물에 식혀서 건져 그 물망 그릇에 놓고 물이 빠진 후 소형 흰접시에 담아 작물시험장에 근무하는 연구원 중 본 실험에 흥미를 갖고있는 평가원을 선발하여 실험목적을 설명하고 예비실험을 통해 훈련한 17명의 직원에 의해 외관, 색상, 식감, 식미 등을 평점법(7점 : Excellent, 5점 : Very good, 3점 : Good, 1점 : Fair)으로 완전 임의배치법 3반복으로 하여 조사하였다.

9. Headspace법에 의한 휘발성물질 분석

각 품종의 원맥과 patent flour를 22ml의 vial에 5g씩 담은 후 silicon septa와 aluminum cap으로 봉한 것을 Tekmar 7000기종의 headspace autosampler를 이용하여 표 3-2의 조건으로 측정하였으며, GC/MS는 HP6890 / HP5973 기종을 사용하여 다음 표 3-3와 같은 조건으로 휘발성분을 분석하였다.

Table 3-2. Conditions of headspace autosampler for analysis of the volatile components

Instrument	Tekmar 7000
Plate temperature	70°C
Sample equilibrium time	20 min
Vial size	22 ml
Mix time	1 min
Sample loop temperature	65°C
Transfer line temperature	65°C

Table 3-3. Conditions of gas chromatograph/ mass spectrometry for volatile component analysis

Instrument	HP 6890 GC / HP 5973 MSD
Column	Ultra-1(crosslinked methyl siloxan : 50 m × 0.2 mm × 0.33 μm)
Injector temp.	250°C
oven temp.	50°C(5 min) → 3°C/min → 230°C(10 min)
Auxiliary temp.	230°C
Carrier gas(flow rate)	He (0.8ml/min)
Split ratio	1 : 40
Ionization mode (Ionizing potential)	Electron Impact (70eV)
MS source temp.	230°C

10. 휘발성 물질 성분의 동정

물질 동정은 TIC(total ion chromatograph)와 각 peak의 mass spectrum을 얻은 후 Wiley 275 Library의 mass spectrum data searching을 통해 탐색된 화합물 중 일치도 및 확률이 가장 높은 성분을 선별하였으며 선별된 물질의 성분은 동일조건하에서 standard를 GC/MS에 주입 후 GC의 retention time과 문헌상의 mass spectral data등을 기준하여 성분을 확인하였다.

11. 성분함량

Total ion chromatograph에 나타난 각각의 휘발성분 peak를 전체 면적에 대한 각 성분들의 area %함량으로 표시하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 원액의 이화학적 특성

가. 밀 품종별 입형

밀 품종별 입형을 '96년부터 '99년까지 4년동안 측정한 결과 다음 표 3-4에서 보

는바와 같이 생산년도에 따라 차이가 나타났는데 이는 매년 기상 및 재배환경조건 등에 따라 기인된 것으로 생각되었다. 밀의 낱알의 길이인 입장은 금강밀과 그루밀이 각각 평균 6.61 및 6.52mm로 가장 길었으며 수입품종인 ASW와 DNS는 각각 6.05 및 5.96mm 였고, 폭은 국내에서 육성한 품종들이 평균 3.1~3.3mm로 수입밀의 2.9~3.0mm보다 컸으며 그중 은파밀이 3.22mm로 가장 두꺼웠다.

Table 3-4. Varietal difference in length and width of wheat

항목 시료명	입 장 (mm)					입 폭 (mm)					장폭비
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	
그루밀	6.59	6.71	6.42	6.37	6.52	3.11	3.12	3.31	3.02	3.14	2.08
은파밀	5.74	5.90	5.65	5.75	5.76	2.96	3.36	3.39	3.19	3.22	1.79
탑동밀	5.95	5.89	5.63	5.74	5.80	3.07	3.00	3.19	3.20	3.11	1.86
알찬밀	6.45	5.80	5.68	5.22	5.78	2.93	3.26	3.18	3.01	3.10	1.86
금강밀	6.53	6.78	6.69	6.45	6.61	2.87	3.19	3.32	3.44	3.20	2.07
ASW	5.99	6.05	6.21	5.97	6.05	2.72	3.49	3.14	2.46	2.95	2.02
DNS	5.91	6.08	6.04	5.82	5.96	2.75	3.23	3.21	2.81	3.00	1.99

나. 밀 품종별 천립중 및 용적중

밀 품종별 천립중과 용적중은 다음 표 3-5 및 6에서 보는바와 같다.

천립중은 국내산 밀의 경우 생산년도에 따라 차이가 심하게 나타났으며 그 중 금강밀이 평균 42.44g으로 가장 높은 반면 알찬밀은 34.09g으로 가벼웠으며 수입밀인 ASW와 DNS는 각각 36.50 및 33.19g 이었다.

한편 용적중은 은파밀과 탑동밀이 각각 평균 810.0 및 804.6g/ℓ로 국내산 밀품종 중에서는 높은 편이었으며 ASW와 DNS는 823.3 및 814.5g/ℓ로 국산밀 보다 높았다. 일반적으로 용적중이 클수록 제분수율과 밀접한 상관을 갖는 것으로 볼 때 본 시험에서는 천립중이 제분율과 밀접한 상관관계를 나타내고 있으며 이러한 결과는 이(1984)등이 보고한 내용과 일치하고 있었다.

Table 3-5. Varietal difference in 1,000 kernel weight of wheat (Unit : g)

구 분	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	48.12	36.72	44.80	37.6	41.81
은파밀	38.35	33.29	33.53	32.0	34.29
탑동밀	40.82	32.52	36.63	35.0	36.24
알찬밀	45.25	29.38	32.14	29.6	34.09
금강밀	42.87	37.93	44.06	44.9	42.44
ASW	37.26	37.18	35.58	36.0	36.50
DNS	34.61	34.04	34.68	34.5	34.46

Table 3-6. Varietal difference in volume weight of wheat (Unit : g/ℓ)

구 분	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	745.5	776.2	806.0	738.0	766.30
은파밀	755.6	823.0	835.0	772.0	796.40
탑동밀	748.0	816.3	837.0	760.5	790.45
알찬밀	737.6	784.3	820.0	755.0	774.22
금강밀	736.2	764.5	824.0	784.0	777.17
ASW	774.7	781.3	845.0	843.5	811.12
DNS	743.7	789.5	830.0	824.0	796.80

다. 밀 품종별 경도

밀 품종별 경도는 다음 표 3-7에서 보는바와 같이 생산년도에 따라 차이가 심하게 나타났는데 그 중 '99년도가 다른해보다 모든 품종에서 낮은 경향이였다. 밀의 경도는 국산밀 중 탑동밀, 은파밀이 평균 14.46 및 14.36Kg으로 터 품종보다 높은 편이었으며 수입밀인 ASW와 DNS가 평균 각각 17.06 및 13.81Kg이었다.

Table 3-7. Varietal difference in hardness of wheat

(단위 : $\psi/2\text{mm/kg}$)

구 분	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	11.34	7.16	17.73	17.59	13.45
은파밀	11.07	9.13	16.75	20.49	14.36
담동밀	10.77	8.87	17.48	20.73	14.46
알찬밀	12.84	9.51	13.16	17.30	13.20
금강밀	9.70	6.89	18.09	17.90	13.14
ASW	11.77	10.12	28.96	17.40	17.06
DNS	10.43	6.02	19.49	19.30	13.81

라. 밀 품종별 색차

밀품종별 색차를 측정 한 결과는 다음 표 3-8에서 보는바와 같이 생산년도에 따라 차이가 있었으나 대체적으로 국산밀이 수입밀보다 L값 즉 밝기가 떨어지는 경향이였다. 국내산 밀 중에서 L값이 가장 높은 품종은 알찬밀과 금강밀 각각 평균 44.94 및 46.72인데 비하여 그루밀은 42.86으로 낮았다. 색차 중 적색도인 a값과 황색도인 b값은 99년도에 생산된 국산밀 품종들이 타년도에 비해 높았는데 그 중 a값은 알찬밀이 평균 6.21로 가장 높았고 b값은 국산밀 중 금강밀과 알찬밀이 각각 평균 18.17 및 18.04로 높았으며 수입밀에서는 ASW가 19.40으로 높았다.

Table 3-8. Varietal difference in color of wheat

항목 시료명	L					a					b				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	41.92	37.96	39.09	52.48	42.86	4.77	4.49	4.46	8.38	5.52	13.56	13.92	14.22	22.43	16.03
은파밀	42.96	37.81	39.16	52.13	43.01	4.93	4.76	4.51	9.15	5.83	12.33	14.41	14.29	24.23	16.31
담동밀	43.12	38.53	40.57	52.85	43.76	4.48	4.63	4.25	9.37	5.68	12.90	14.60	14.67	24.84	16.75
알찬밀	46.61	39.22	41.94	51.99	44.94	4.70	4.96	5.31	9.90	6.21	15.96	15.29	16.21	24.73	18.04
금강밀	48.70	44.04	41.66	52.51	46.72	3.37	3.65	3.80	9.56	5.09	12.30	17.18	16.06	27.14	18.17
ASW	51.89	49.33	53.98	57.44	53.16	3.94	7.63	2.75	5.17	4.87	21.53	17.51	18.25	20.34	19.40
DNS	44.48	43.01	46.93	51.48	46.47	4.65	7.32	2.83	5.37	5.04	16.09	12.36	13.20	15.40	14.26

마. 밀 품종별 화학성분

밀 품종별 화학성분을 분석한 결과는 표 3-9에서 보는바와 같이 생산년도에 따라 차이가 나타났으며 그 중 조단백질 함량은 알찬밀이 평균 11.38%로 가장 낮은 반면 금강밀은 14.04%로 가장 높았으며, 수입밀인 ASW는 11.78%, DNS는 14.63%였다. 이와같이 단백질함량이 높게 나타난 이유는 원맥을 제분하여 분석하였기 때문이다.

한편 회분함량은 국산밀이 품종간에 큰차이없이 평균 1.5~1.6%였으며, 수입밀인 ASW는 평균 1.10%, DNS는 1.45%였다.

밀에서의 회분함량은 제분수율과 밀접한 관계를 나타내는 것으로 알려져 있는바 회분함량이 1.5%정도이면 Mohs의 회분표 무수물기준으로 볼 때 제분율은 약68~70%로 유추할 수 있다(한국제분공업협회 1985).

Table 3-9. Chemical composition of wheat varieties

항목	수 분 (%)					조 단 백 (%)					회 분 (%)				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
시료명															
그루밀	13.78	9.56	12.39	11.65	11.84	11.14	15.31	12.56	11.99	12.75	1.46	1.51	1.81	1.71	1.62
은파밀	13.66	9.44	12.06	11.44	11.65	11.78	14.23	11.66	10.73	12.10	1.30	1.54	1.71	1.59	1.53
탑동밀	14.64	9.39	11.16	12.00	11.79	11.00	14.26	12.78	10.29	12.08	1.23	1.52	1.80	1.66	1.55
알찬밀	12.90	9.52	11.06	12.03	11.37	13.36	13.20	10.27	8.70	11.38	1.33	1.52	1.67	1.70	1.56
금강밀	14.40	9.03	12.45	12.39	12.06	11.91	16.09	13.17	15.02	14.04	1.46	1.27	1.78	1.49	1.50
ASW	11.37	9.89	9.07	9.03	9.84	11.30	11.47	11.29	13.07	11.78	1.00	1.01	1.24	1.15	1.10
DNS	11.81	10.95	9.52	9.63	10.47	12.18	15.12	14.43	16.79	14.63	1.36	1.44	1.51	1.49	1.45

2. 밀 품종별 밀가루 품질특성

가. 밀 품종별 제분수율

밀 품종별 제분수율은 다음 표 3-10에서 보는바와 같이 생산년도 및 품종간에 차이는 있으나 현재 상업용으로 시판되고 있는 밀가루인 patent flour를 기준할 때

국산밀 중에서는 금강밀이 평균 67.11%로 가장 높은 반면 은파밀은 평균 61.11로 낮았으며 수입밀에서는 DNS가 평균 67.99로 ASW의 66.81%보다 높았다.

한편 bran수율은 국내산밀 중 알찬밀이 평균 22.50%, 수입밀에서는 ASW가 19.26%로 가장 높았으며 short는 금강밀이 평균 18.52%로 가장 낮았고 ASW와 DNS는 각각 7.39 및 8.80%였다.

Table 3-10. Milling yield of wheat for different varieties by Buhler test mill.

항목	patent flour (%)					straight flour (%)					bran (%)					short (%)				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	64.63	62.45	64.72	60.40	63.05	70.92	65.77	67.45	65.01	67.28	18.45	21.05	18.15	20.53	19.54	10.63	10.18	11.43	11.00	10.81
은파밀	64.11	55.98	61.35	63.03	61.11	70.12	61.24	64.34	67.57	65.81	19.82	25.24	20.86	19.55	21.36	10.05	10.36	10.84	9.38	10.15
탑동밀	65.68	61.36	59.29	64.06	62.59	70.94	64.00	62.46	67.92	66.33	21.04	23.79	20.04	20.62	21.37	8.02	8.41	10.18	8.17	8.69
알찬밀	61.63	61.48	60.31	63.79	61.80	67.54	64.91	63.19	68.20	65.96	23.64	21.08	23.67	21.61	22.50	8.82	10.41	9.70	7.54	9.11
금강밀	69.24	66.03	65.07	68.11	67.11	74.72	68.60	67.97	72.17	70.86	18.01	21.75	16.44	17.91	18.52	7.27	7.37	13.06	7.58	8.82
ASW	63.45	64.92	66.85	72.05	66.81	69.38	67.87	69.13	75.64	70.50	22.02	22.15	21.71	11.17	19.26	8.60	7.39	7.09	10.27	8.33
DNS	66.59	67.62	64.95	72.81	67.99	72.13	71.10	69.43	76.46	72.28	19.81	17.40	18.97	9.66	16.46	8.06	8.80	9.58	11.89	9.58

나. 밀 품종별 밀가루 색차

밀 품종별 밀가루의 색차를 생산년도와 품종간을 비교 검토한 결과는 다음 표 3-11에서 보는바와 같이 hunter value의 lightness(L값)는 국내산밀 중 금강밀이 평균 86.31로 다른 품종의 87.29~87.81보다 낮아 밝기가 약간 떨어졌으며 수입밀인 ASW는 87.37로 국내산밀과 거의 같았으나 DNS는 85.87로 국내산밀보다 낮았다.

a값은 국산밀과 수입밀 모두 (-)인 green의 양상을 보였는데 국산밀은 평균 -1.47~ -1.71인데 비하여 수입밀은 -0.49~-1.12로 국산밀보다 낮았고 특히 수입밀들이 (+)인 red의 양상을 보였다. b값은 모든 품종들이 (+)인 yellow양상을 보였는데 국내산밀 중 탑동밀이 평균 9.66으로 다른 품종의 10.06~11.56보다 낮았으며 수입밀인 ASW와 DNS는 각각 평균 11.14 및 10.74였다.

Table 3-11. Varietal difference in color of wheat flour

항목 시료명	L					a					b				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	87.72	86.19	86.13	89.14	87.29	-1.97	-2.02	-1.89	-0.86	-1.68	11.44	10.58	11.30	10.10	10.85
은과밀	87.14	87.23	86.69	89.10	87.54	-1.96	-2.13	-1.71	-1.04	-1.71	12.53	10.97	11.87	10.85	11.55
탑동밀	87.65	86.59	86.47	89.03	87.43	-1.91	-1.78	-1.56	-0.65	-1.47	11.06	9.10	9.93	8.58	9.66
알찬밀	86.67	86.65	87.83	90.11	87.81	-2.35	-1.66	-1.80	-0.79	-1.65	11.29	10.16	10.25	8.56	10.06
금강밀	85.38	86.60	85.02	88.25	86.31	-2.63	-2.17	-1.49	-0.12	-1.60	12.29	10.85	10.83	9.16	10.78
ASW	85.78	86.36	89.79	87.58	87.37	-3.77	2.90	-2.76	-0.85	-1.12	14.07	8.90	10.39	11.20	11.14
DNS	86.24	84.79	88.44	84.04	85.87	-3.05	3.31	-2.40	0.19	-0.48	13.59	8.29	10.38	10.70	10.74

다. 밀 품종별 밀가루 입도분포

밀 품종별 밀가루 입도분포를 표 3-12에서 보면 생산년도에 따라 입자크기 및 표면적이 큰 차이를 보이고는 있으나 대체적으로 입자크기와 표면적은 반비례하는 경향을 나타내고 있다. 입자의 크기는 국산밀 중에서 알찬밀이 평균 70 μ m로 가장 작는데 비하여 나머지 품종들은 평균 79.1~80.3 μ m 범위에 속하였으며, 수입밀인 ASW는 78.8 μ m로 DNS의 87.9 μ m보다 적었다. 입자의 표면적은 국산밀중 입자가 작은 알찬밀이 평균 5,277cm²/ml로 가장 큰데 비하여 입자가 비교적 굵은 은과밀은 4,071cm²/ml로 가장 작았으며, 수입밀인 ASW는 4,278cm²/ml인데 비하여 DNS는 3,529cm²/ml로 가장 작았다. 이상의 결과를 고찰해 보면 입자의 크기와 표면적은 반비례하는 현상이었으며 입자가 작은 것은 표면적이 크므로 밀가루를 이용한 2차 가공시 수분흡수속도가 빠르고 반죽의 물성에 영향을 미치는 요인이 되며 또한 제품의 양을 증가시키는 원인이 되므로 경제적으로 중요한 요인이 되고 있다.

Table 3-12. Varietal difference in particle size and specific surface area of wheat flour

시료명	입 자 크 기 (μm)					표 면 적 (cm^2/ml)				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	93.1	109.9	64.5	49.1	79.2	2571	2433	5904	7169	4,519
은파밀	81.3	112.8	81.7	45.3	80.3	2947	2174	4252	6911	4,071
탑동밀	104.6	105.8	66.6	39.5	79.1	2552	2643	5976	8275	4,862
알찬밀	83.7	100.4	64.4	31.3	70.0	2844	3036	6063	9165	5,277
금강밀	88.3	110.6	88.9	31.8	79.9	2396	2400	4023	9188	4,502
ASW	84.5	126.7	44.3	59.6	78.8	3323	2313	6588	4887	4,278
DNS	105.9	134.8	55.6	55.1	87.9	2076	1781	4777	5482	3,529

라. 밀 품종별 밀가루 반죽의 리올로지 특성

1) 밀가루 반죽의 Farinogram

밀 품종별 밀가루 반죽의 farinogram 특성을 표 3-13에서 보면 수분흡수율은 국산밀 중에서 탑동밀이 평균 56.2로 가장 낮았으나 수입밀에서는 ASW가 54.6%로 국산밀 보다 낮았으며, 반죽성형시간은 국산밀 중에서 알찬밀과 탑동밀이 2.6분으로 금강밀의 3.7분보다는 비교적 짧았으며 수입밀인 ASW는 2.2분인데 비하여 DNS는 6.7분으로 길었다. 이는 연질밀일수록 반죽성형시간이 짧은 경향을 나타낸다고 언급한 것과 유사하였다. 밀가루 반죽의 안정도는 국산밀중 그루밀과 은파밀이 6.6 및 9.7분으로 낮는데 비해 탑동밀과 금강밀은 25.6 및 21.9분으로 높았으며, 수입밀에서는 DNS가 30.2분으로 ASW의 6.1분보다 길었다. 이와같이 반죽의 안정도가 길어지면 경질밀의 특성을 나타내고 있다.

반죽의 저항도는 안정도와 관계가 있는데 안정도가 높은 밀가루일수록 낮은 반죽저항도값을 나타내는바 수입밀인 DNS는 반죽저항도값이 26BU로 가장 낮게 보였으며 국산밀인 그루밀이 77BU로 가장 높았다. Farinogram에서 반죽시간과 안정도가 짧고 반죽저항도의 값이 큰 수치를 보이는 것은 연질밀에 속하는 것으로 국산

밀 중에서는 그루밀과 알찬밀, 수입밀 중에서는 ASW가 이에 속한다고 볼수 있으며 그 외품종은 중력분 내지 강력분에 속하는 것으로 해석된다.

Table 3-13. Farinogram characteristics for dough of different wheat varieties

항 목	흡수율 (%)			도착시간 (분)			반죽시간 (분)			출발시간 (분)			안정도 (분)			반죽저항도 (Bu)			반죽과괴시간 (분)		
	'96	'97	평 균	'96	'97	평 균	'96	'97	평 균	'96	'97	평 균	'96	'97	평 균	'96	'97	평 균	'96	'97	평 균
그 루 밀 은 과 밀 타 입 농 밀 알 찬 밀 금 강 밀	62.8	53.7	58.2	1.2	2.0	1.6	2.3	4.0	3.1	4.0	12.0	8.0	2.8	10.5	6.6	105	50	77	3.0	1.5	2.2
AS W	58.7	55.6	57.1	1.4	1.5	1.4	3.0	3.5	3.2	8.3	14.0	11.1	6.9	12.5	9.7	70	40	55	5.2	4.0	4.6
DN S	59.7	53.4	56.5	1.1	1.5	1.3	2.2	3.0	2.6	30.4	23.5	26.9	29.3	22.0	25.6	22	40	31	6.7	3.0	4.8
	63.4	51.2	57.3	1.8	1.5	1.6	2.8	2.5	2.6	6.3	21.5	13.9	4.5	20.0	12.2	100	50	75	4.2	2.5	3.3
	58.0	56.0	57.0	1.4	1.5	1.4	3.0	4.5	3.7	26.8	20.0	23.4	25.4	18.5	21.9	15	40	27	13.2	4.0	8.6
	57.6	51.7	54.6	0.8	1.0	0.9	2.0	2.5	2.2	8.0	6.0	7.0	7.2	5.0	6.1	60	80	70	3.2	1.5	2.3
	62.5	61.6	62.0	1.3	2.0	1.6	6.0	7.5	6.7	30.7	33.0	31.8	29.4	31.0	30.2	32	20	26	5.4	15.0	10.2

Table 3-14. Viscogram characteristics for dough of different wheat varieties

항목	호화개시온도 (°C)					최고점도(BU)					최고점도시온도(°C)					최저점도(BU)					50°C시점도(BU)				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루 밀	70.8	62.0	66.	65.	66.17	58	547	430	530	521.7	90.8	95.2	91.0	92.0	92.25	560	492	410	450	478.0	935	891	710	750	821.5
은파 밀	67.8	63.1	67.	66.	65.97	85	675	655	682	716.7	91.5	95.6	91.0	92.4	92.62	810	610	630	650	675.0	1240	1025	1010	1050	1,082.0
탑동 밀	68.3	65.5	67.	66.	66.82	80	1150	510	720	795.0	91.0	94.9	92.0	92.0	92.47	765	1070	480	540	713.7	1190	1575	790	830	1,096.2
알찬 밀	68.5	66.2	66.	66.	66.87	81	795	780	730	780.0	93.2	95.5	91.5	92.8	93.25	758	710	760	760	747.0	1150	1205	1330	1250	1,233.7
남강 밀	65.8	65.0	66.	65.	65.65	96	510	510	530	628.2	92.0	90.0	92.0	90.3	91.07	928	480	480	500	597.0	1440	900	800	870	1,002.5
ASW	66.3	62.5	65.	64.	64.77	60	600	620	580	600.0	95.0	95.1	96.0	95.3	95.35	543	528	570	540	545.2	975	920	975	960	957.5
DNS	67.3	68.2	64.	65.	66.27	67	435	470	490	517.5	95.0	95.2	95.5	95.2	95.22	620	384	410	450	466.0	970	648	685	700	750.7

2) 밀가루 반죽의 Viscogram

밀 품종별 밀가루 반죽의 viscogram 특성은 표 3-14에서 보는바와 같이 밀가루 반죽의 호화개시온도는 국산밀과 수입밀 모두 평균 64~66°C의 범위에 있었으며, 최고점도는 국산밀 중 탑동밀과 알찬밀이 각각 평균 795 및 780BU로 가장 높았고 수입밀중에서는 DNS가 517.5BU로 가장 낮았다. 최고점도시 온도는 국산밀이 평균 91~93°C인데 비하여 수입밀은 평균 95°C였다.

일반적으로 최고점도는 500~800BU의 범위가 국수용으로 적합하다고 하지만 최고 점도가 높아지면 국수가 단단해지는 경향이 있으나 품질에는 큰영향이 없다고 하며 (김등,1985), 최고점도가 너무 낮은 것은 효소발생이 강하기 때문에 면대가 연약하게 되고 삶을 때 쉽게 풀어지고 탄성이 약하게 되며 외관이 나쁘게 된다고 하였다.(Dick et al 1986, 일본식품종합연구소 1985)

3) 밀가루 반죽의 Extensibility

밀 품종별 밀가루 반죽의 extensibility중 인장길기와 인장력은 표 3-15에서 보면 생산년도에 따라 차이가 나타나고 있는데 인장길기는 금강밀과 알찬밀이 각각 평균 78.9 및 72.9mm로 가장 길게 늘어났으며 이때의 인장력은 금강밀과 알찬밀이 각각 평균 57.6 및 44.6g이었다. 한편 은파밀은 인장길이가 51.8mm로 가장 짧을 때 비하여 인장력은 56.7g으로 높은 편이었으며, 수입밀인 ASW는 인장길이가 50.8mm, 인장력은 55.6g였다. 일반적으로 제면과정에서 인장길이가 큰 것은 면대형성이 잘 되고 늘어나는 성질도 좋으므로 금강밀, 알찬밀 및 그루밀등은 제면성이 좋은 품종이라 생각된다(대한제분 1994, 최 1975, 맥류연구소 1987).

Table 3-15. Extensibility characteristics for dough of different wheat varieties

시료명	인 장 길 이 (mm)					인 장 력 (g)				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	81.7	97.4	31.3	63.8	68.6	66.4	34.7	83.5	30.1	53.7
은파밀	68.8	56.4	25.0	56.8	51.8	62.8	34.4	86.1	43.3	56.7
탑동밀	63.8	75.2	30.4	43.9	53.3	87.6	45.0	88.4	27.1	62.0
알찬밀	97.8	95.8	46.9	51.1	72.9	41.5	38.6	71.8	26.5	44.6
금강밀	86.6	99.9	44.8	84.2	78.9	49.3	44.7	78.7	57.8	57.6
ASW	78.0	49.5	30.7	45.1	50.8	54.2	38.1	74.8	55.3	55.6
DNS	81.6	67.3	53.8	55.7	64.6	75.6	44.2	57.4	49.9	56.8

Table 3-16. Texture characteristics for dough of different wheat varieties

항 목 시 료 명	탄력성					점성					응집성					경도					씹힘성				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루 밀	0.96	0.6	0.55	0.68	0.70	756.2	103.1	247.9	508.1	403.8	0.60	0.32	0.33	0.36	0.40	1239.9	320.2	758.8	1372.7	922.9	726.5	65.3	135.8	345.5	318.2
은파 밀	0.96	0.6	0.54	0.64	0.69	647.4	113.6	109.8	573.1	361.1	0.61	0.32	0.28	0.37	0.39	1061.0	359.4	406.6	1547.5	843.6	623.1	72.8	60.8	364.5	280.3
탑동 밀	0.96	0.3	0.53	0.58	0.60	778.2	101.0	104.0	413.1	349.0	0.68	0.28	0.28	0.35	0.39	1140.8	357.1	354.2	1158.5	752.6	748.3	35.2	55.0	244.1	270.6
알찬 밀	0.96	0.5	0.56	0.59	0.66	653.4	57.1	184.3	307.1	300.5	0.58	0.29	0.32	0.39	0.39	1084.9	197.1	594.0	830.6	676.6	608.8	30.7	106.9	183.0	232.3
금강 밀	0.96	0.2	0.58	0.62	0.61	757.1	64.8	108.0	567.1	374.2	0.68	0.24	0.33	0.36	0.40	1094.4	265.6	333.5	1572.3	816.4	726.7	19.0	63.4	356.6	291.4
AS W	0.97	0.3	0.58	0.56	0.61	527.4	94.7	238.2	340.1	300.1	0.61	0.26	0.34	0.38	0.39	842.90	367.5	700.1	899.7	702.5	511.8	31.9	143.1	190.1	219.2
DN	0.96	0.3	0.54	0.54	0.59	716.0	77.75	136.6	255.1	296.5	0.69	0.27	0.34	0.35	0.41	1032.9	283.3	429.0	720.6	616.4	685.4	25.6	72.6	132.9	229.1

4) 밀 품종별 밀가루 반죽의 Texture

밀 품종별 밀가루 반죽의 texture를 표 3-16에서 보면 반죽의 탄력성은 국산밀 중에서 그루밀, 은파밀 및 알찬밀 등이 0.70~0.66으로 금강밀과 탑동밀의 0.61~0.60보다 비교적 높았으며, 수입밀인 ASW와 DNS는 각각 평균 0.61 및 0.59로서 국산밀이 수입밀보다 약간 높았다. 반죽의 응집성은 국산밀과 수입밀 모두 평균 0.39~0.41범위로 차이가 없었으며, 경도는 국산밀 중 알찬밀이 평균 676.6g으로 가장 낮는데 비해 그루밀은 922.9g으로 가장 높았으며 수입밀인 ASW와 DNS는 각각 792.5 및 616.4g였다. 씹힘성은 국산밀 중 알찬밀이 평균 232.3g으로 타 품종들보다 가장 낮았으며 수입밀인 ASW와 DNS는 알찬밀보다 더 낮은 219.2 및 229.1g였다. 이상의 결과로 볼 때 탄력성, 응집성 및 씹힘성 등이 높게 나타난다는 것은 저작시 질긴 성질과 밀접한 상관관계가 있다고 하므로(Oh 1983) 중화면이나 쫄면 가공용으로 적합하다고 생각된다.

5) 밀 품종별 밀가루 화학성분

밀 품종별 밀가루의 화학성분을 분석한 결과는 표 3-17에서 보는 바와 같이 생산년도에 따라 차이가 나타났으며 화학성분 중 조단백 함량은 국산밀의 금강밀이 평균 12.57%로 가장 높았으며 수입밀에서는 미국산 품종인 DNS가 평균 13.20%로 가장 높았다. 이는 단백질 함량에 따른 밀가루의 용도에서 김(1985)등은 단백질 함량이 10~11%, 이(1997)등은 9.5~12%까지를 건면 국수용으로 사용할 수 있다고 고찰한 것과 비교해 보면 은파밀, 탑동밀, 알찬밀 및 그루밀 등은 건면 국수제조용으로 분류할 수 있었다.

한편 회분함량은 밀가루 품질을 결정하는 매우 중요한 요소로서 국산밀 중에서는 은파밀이 평균 0.38%로 가장 낮는데 비해 그루밀은 평균 0.50%로 가장 높았으며 수입밀 중에서는 호주산인 ASW가 0.42%, 미국산인 DNS는 0.44%였다.

우리나라의 밀가루 검사규격에 의하면 회분함량이 0.5%미만일 때는 박력 또는 중력1급, 0.55~0.75%일 때는 강력 또는 준강력 2급 밀가루에 해당되므로 국산밀들은 강력 또는 준강력 2급으로 분류할 수 있다고 생각되었다.

Table 3-17. Chemical composition of varietal difference for wheat flour

(Unit :%)

항 목	수 분					조 단 백					회 분				
	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균	'96	'97	'98	'99	평균
그루밀	10.44	11.84	11.65	13.05	11.74	10.58	13.07	10.56	10.80	11.25	0.46	0.56	0.48	0.53	0.50
은파밀	11.46	13.94	12.01	12.89	12.57	10.80	11.17	10.47	9.90	10.58	0.27	0.47	0.36	0.44	0.38
탑동밀	11.94	12.39	12.35	13.37	12.51	10.96	12.86	10.31	9.38	10.87	0.27	0.56	0.39	0.48	0.42
알찬밀	11.06	11.90	12.08	12.79	11.95	12.80	13.20	8.667	7.57	10.55	0.30	0.64	0.36	0.49	0.44
금강밀	11.01	13.94	10.57	12.76	12.07	11.25	13.50	10.94	14.62	12.57	0.33	0.61	0.44	0.43	0.45
ASW	11.87	9.63	14.50	10.12	11.53	13.08	10.12	8.15	12.27	10.90	0.54	0.24	0.35	0.56	0.42
DNS	12.58	11.81	13.96	10.24	12.14	11.22	14.36	11.87	15.40	13.21	0.46	0.30	0.40	0.62	0.44

3. 밀 품종별 밀가루의 휘발성 물질

국산밀인 금강밀, 알찬밀, 그루밀, 은파밀, 탑동밀 등 5품종과 호주산 ASW(Australian standard white)와 미국산 DNS(Dark northern spring)의 외국밀 2 품종에 대한 휘발성분을 분석하기 위하여 각 품종의 patent flour('96, '97, '98, '99년산)의 제분밀과 bran 및 short('99년산)을 22ml의 vial에 담아 밀봉한 후 70℃로 20분간 가열하여 vial의 headspace에 채워져 있는 gas를 취하여 GC/MS로 분석한 결과는 다음 그림 3-1부터 그림 3-14까지와 같았으며 GC/MS에 의해 얻어진 mass spectrum을 근거한 성분 동정의 결과는 표 3-18에서 표 3-24과 같다.

Patent flour의 headspace의 vapor에서 얻어진 휘발성 물질의 종류는 약 14종이었으며 품종간에 정성적인 차이를 확인할 수 있었다. 지금까지 밀에 대한 보고는 SDE분석법에 의한 정보가 대부분이어서 밀가루 자체가 갖는 휘발성분의 분석정보는 얻기 힘들었다. 특히 밀가루 상태의 휘발성분을 검출하는데 있어서 SDE분석은 전분 및 기타 단백질 성분 등이 물과 열등의 반응으로 reaction된 화합물이 생성될 수 있는 점을 고려할 때 부적당하다는 판단하에 static headspace 분석법으로 휘발성분을 검토하고자 하였다.

Static headspace 분석에 있어서 고려되어야 할 점은 vial의 온도인데 Fagerson(1969)은 옥수수의 향기성분을 static headspace법으로 분석하였는바 이때 vial의 온도를 100℃ 이상으로 열 처리를 할 경우 glucose등의 기타 성분들이 열에 의해 탄화반응을 일으켜 인위적으로 향기성분이 생성되었다고 보고하였다. 본 실험을 실행하는 과정에서 인위적인 향기성분의 검출은 확인할 수 없었으나 patent flour가 갖는 수분함량이 약 10% 이상을 차지하여서 80℃ 이상으로 가열을 할 경우에는 수증기가 GC/MS에 주입되므로 분석에 이용되는 비극성 column에 무리를 주게됨에 따라 vial의 가열 온도를 70℃로 결정하였다.

표18에서 24까지는 그림1부터 14까지의 품종별 patent flour와 '99년산 bran 및 short의 휘발성분 조성을 정성 및 정량적 차이를 나타낸 것이다. 그러나 patent flour가 갖는 휘발성분의 함량이 극미량이어서 실제 정량적 값을 나타낼 수 없었으며 total ion chromatograph에 나타난 각각의 휘발성분 peak를 전체 area에 대한 각 성

분들의 area % 함량으로 표시하였다.

따라서 각 품종간의 정성적인 차이는 절대적으로 비교할 수 있었으나 정량적 차이는 상대적인 비교만을 할 수 있었다.

Patent flour에서 대체적으로 공통으로 분석된 휘발성 화합물들은 ethanol, acetone, chloroform 등이었으며 품종간에 약간의 함량 차이를 나타내었다. 한(1997)이 SDE추출법을 이용하여 밀의 향기성분을 분석한 결과에 의하면 국산밀과 외국밀 모두로부터 hexadecanoic acid, 2-ethyl-1-hexanol, octadecanoic acid, pentadecanoic acid, octadecanoic acid, octadecadienoic acid, 2-hexanol, n-hexanal, heptadecane과 phenyl ethyl alcohol 성분 등이 검출되었다고 하였다. 그러나 이번 static headspace 분석법에 의한 분석 결과, hexanal과 hexanol 성분은 국산밀 중에서 '96년산의 은파밀과 탑동밀에서, '97년산은 알찬밀에서만 검출되었으며, 수입밀에서는 '98년도의 ASW와 DNS에서만 검출되었다.

품종간의 차이를 나타내는 성분으로서, '96년과 '97년산의 그루밀에서는 chloroform만 검출 되었으며 '98년산에서는 국산밀과 수입밀 모든 품종에서 EtOH, acetone, chloroform, naphthalene 및 BHT등이 검출 되었으나 국산밀중에서는 알찬밀의 acetone과 수입밀에서는 ASW의 EtOH이 검출되지 않았으며, '99년산에서는 국산밀의 모든품종에서 공통적으로 EtOH, acetone, chloroform이 검출 되었으나 수입밀에서는 benzene, 2-butyl-1-dctanol 및 other hydrocarbons등이 검출되는 품종적 차이를 확인할 수 있었다.

한편, short와 bran에서 휘발성물질을 분석한 결과 국산밀 중에서는 그루밀, 탑동밀 및 금강밀에서 EtOH과 chloroform이 동시에 검출되었으나 은파밀과 알찬밀에서는 EtOH이 검출되지 않았으며 수입밀에서는 국산밀에서 검출되지 않은 benzene 성분이 검출되었다.

밀가루의 휘발성물질을 분석하는 체계적인 분석조건이 확립된다면 이들 성분적 차이와 조성비의 차이, 밀가루의 품종적 특성은 물론이고 저장에 따른 성분의 변화 등을 간접적으로 유추할 수 있는 지표성분으로의 개발도 가능할 것으로 기대되었다.

Choe et al.(1993)은 저장 중인 라면에서 hexanal은 관능검사와 높은 정의 상관을 보인다고 하였는데 이번 patent flour와 bran 및 short의 휘발성 물질을 비교해 볼 때 구수한 향을 느낄 수 있었던 것은 butanal과 hexanal성분에 의한 가능성이

크다고 보여졌는데 hexanal은 주로 patent flour의 은파밀, 탑동밀 및 알찬밀에, butanal은 그루밀과 탑동밀의 bran에서 검출되었다. Tsugita et al.(1980)도 pentanal, hexanal 및 acetone등의 성분이 감소된 쌀밥의 관능평가 성적이 낮은 것을 보고하여 밀의 구수한 향이 aldehyde성분에 의한 것일 가능성을 뒷받침하고 있다.

따라서 구수한 맛의 관능평가 기준이 hexanal을 기준으로한 결과와 일치한다면 밀의 향기성분의 육종적 방안에 있어 목표 성분이 결정되어질 것으로 기대되어진다.

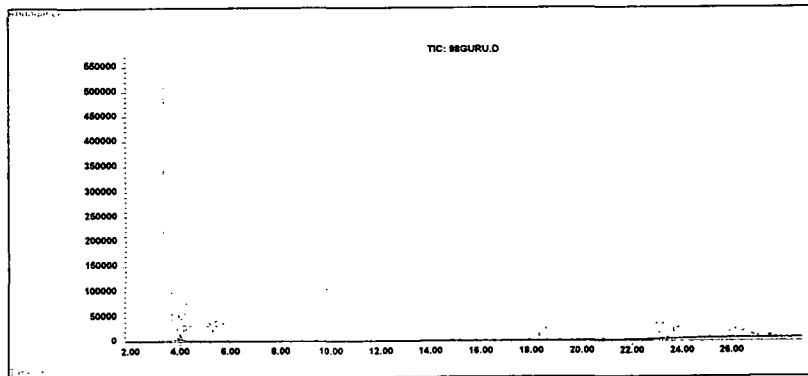
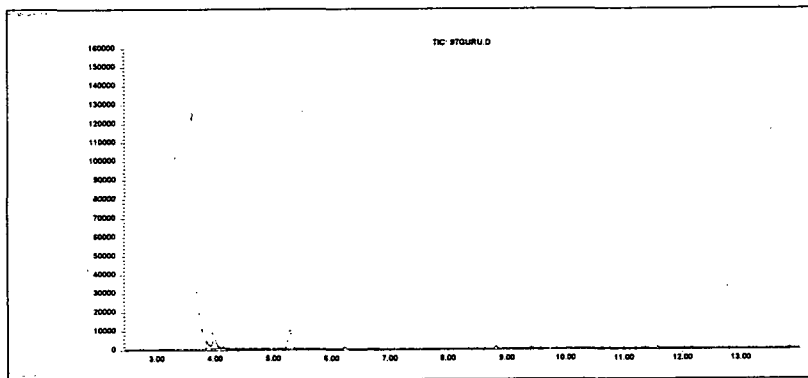
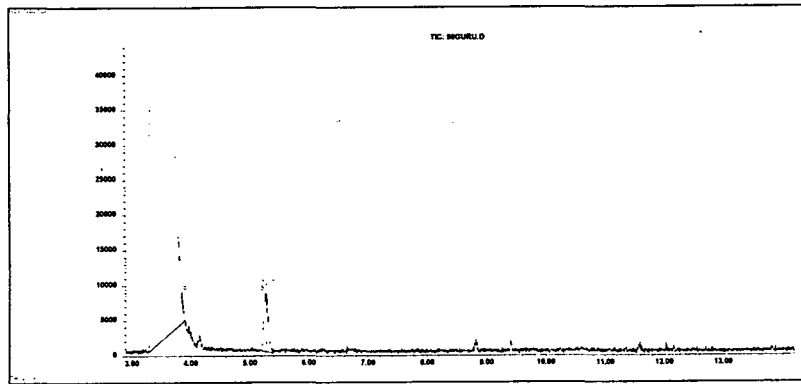


Fig. 3-1. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour of Geurumil. ('96, '97, '98)

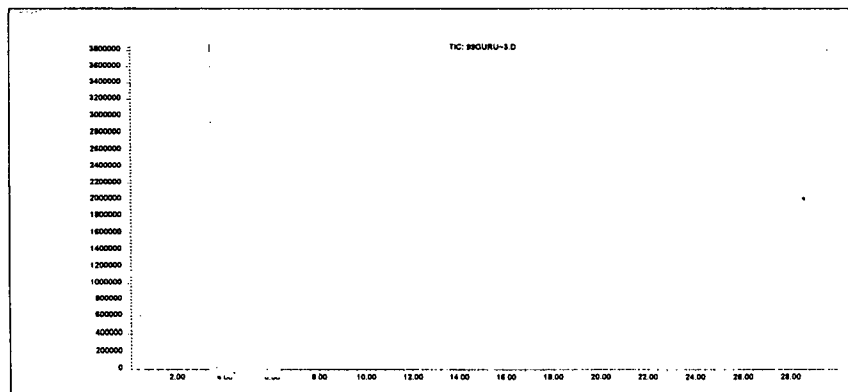
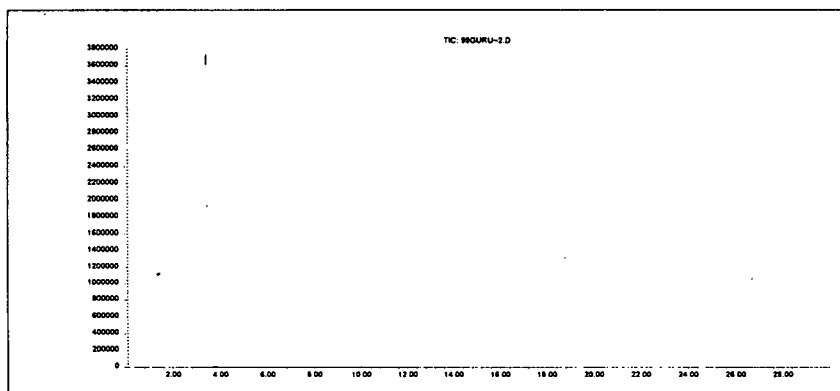
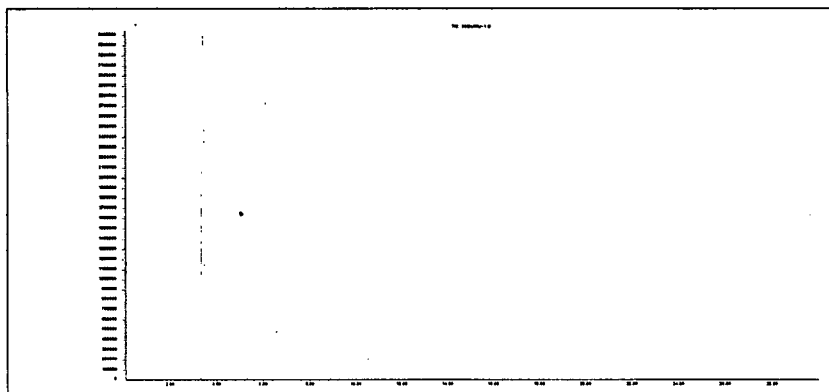


Fig. 3-2. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour, short and bran of Geurumil. ('99)

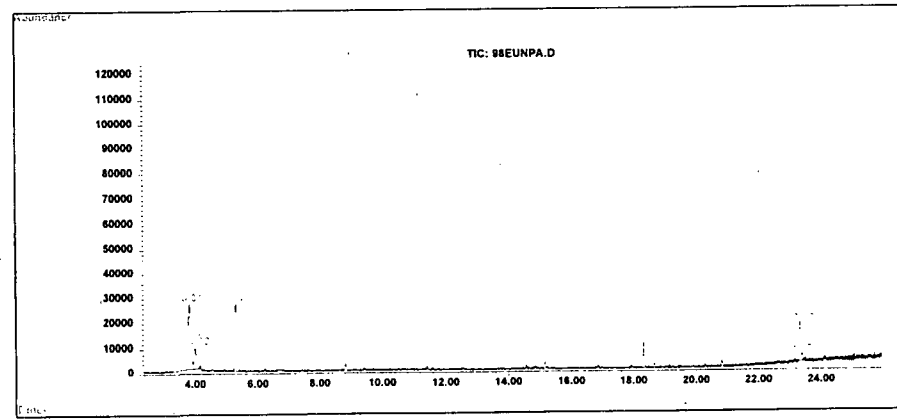
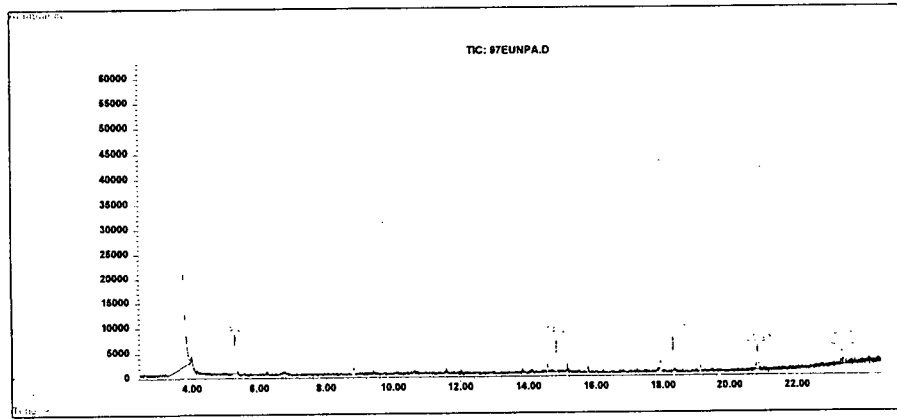
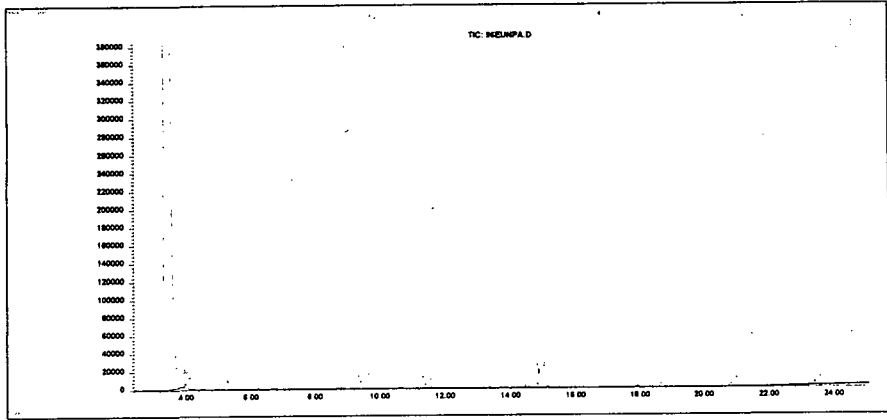


Fig. 3-3. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour of Eunpamil. ('96, '97, '98)

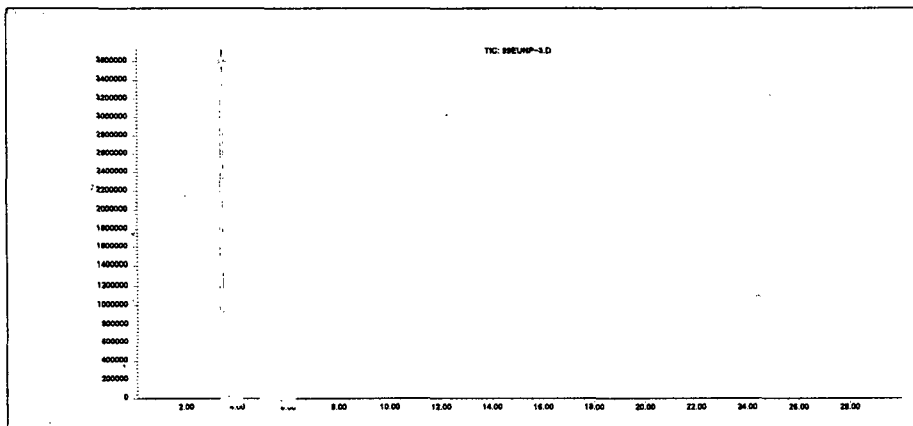
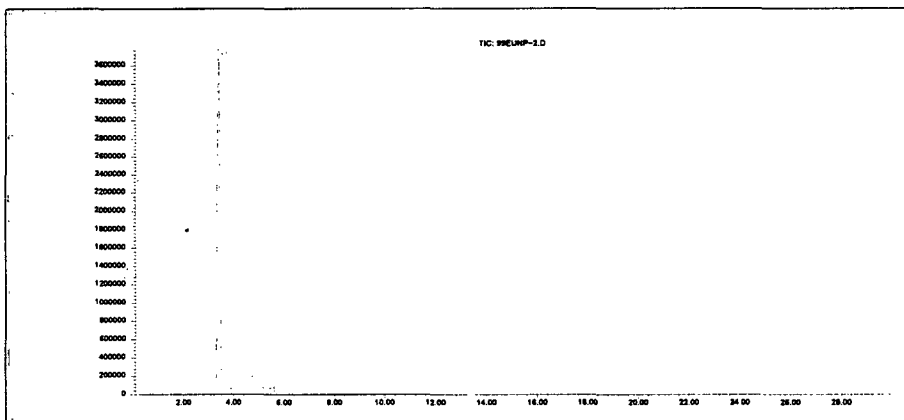
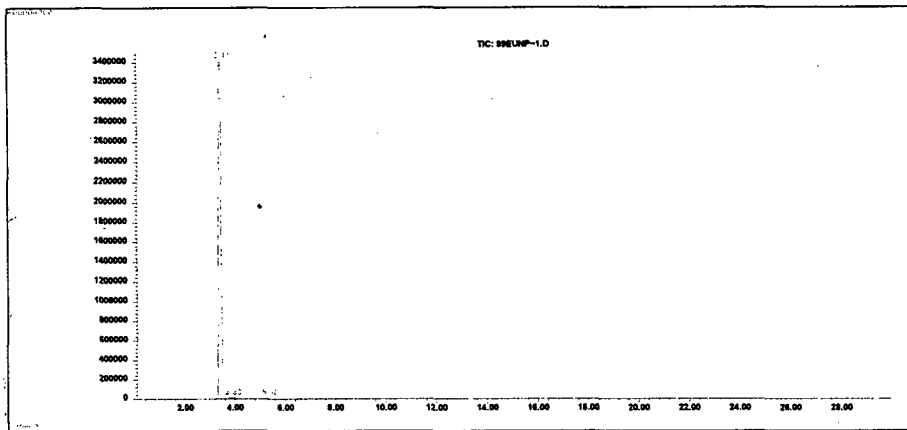


Fig. 3-4. TIC(Total ion chromatograph,) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour, short and bran of Eunpamil. ('99)

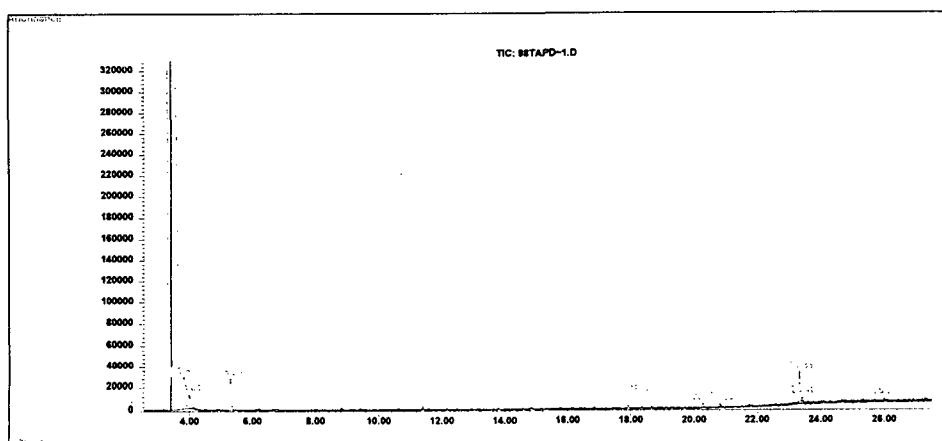
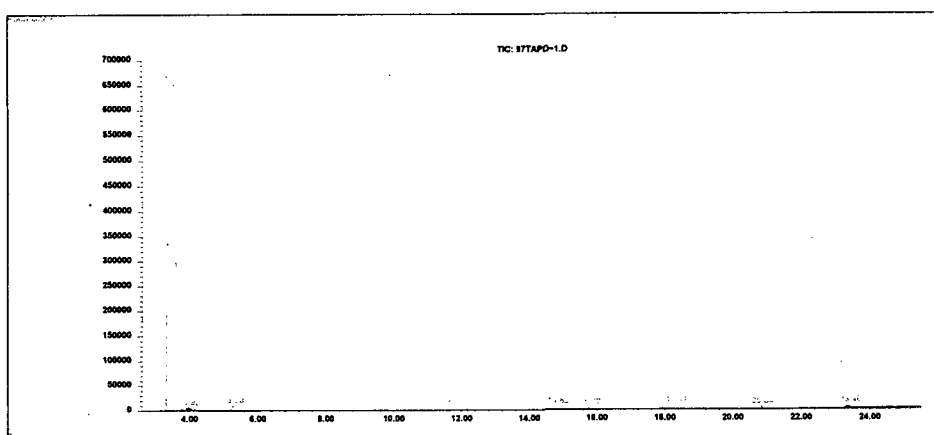
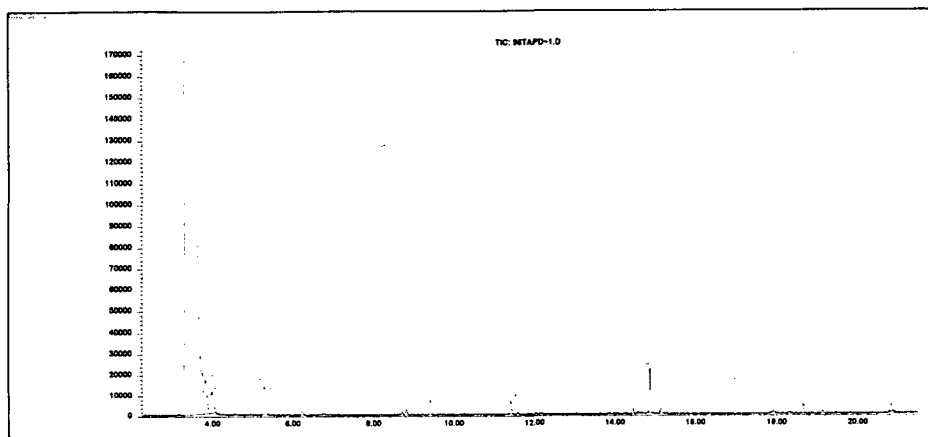


Fig. 3-5. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour of Tapdongmil. ('96, '97, '98)

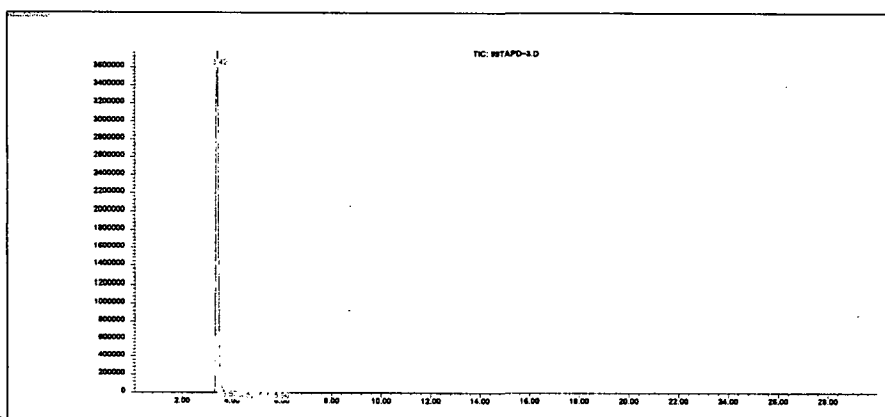
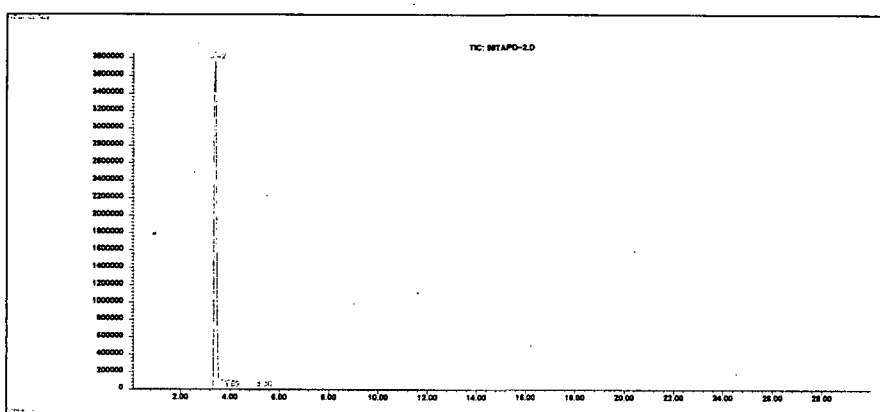
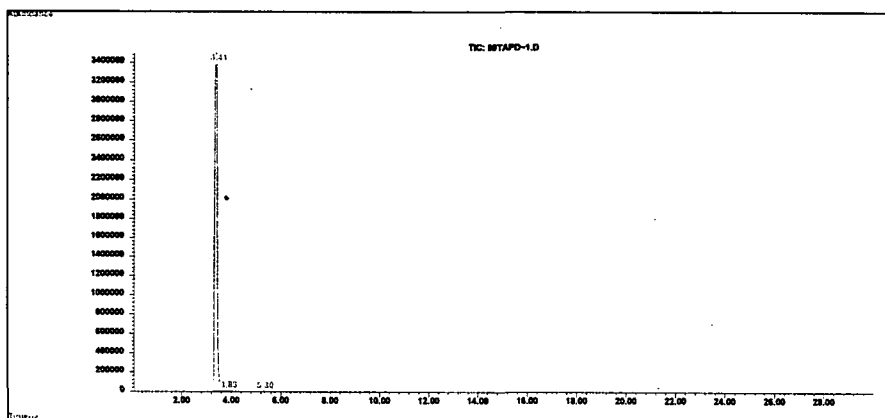


Fig. 3-6. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour, short and bran of Tapdongmil. ('99)

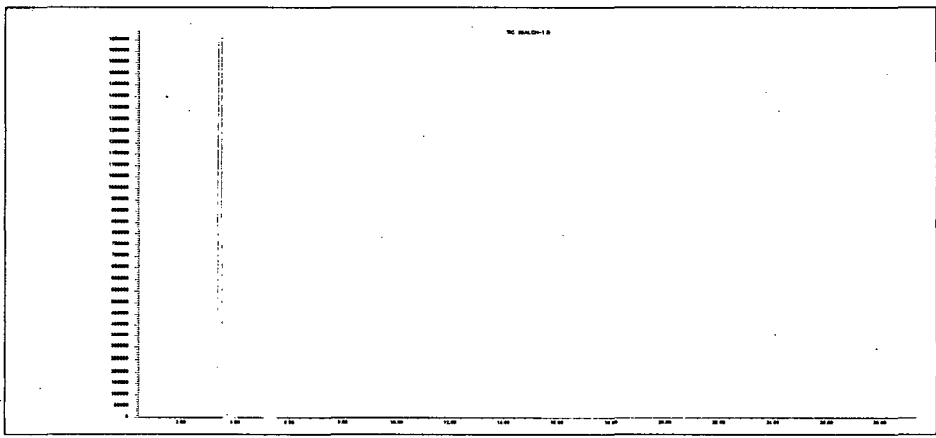
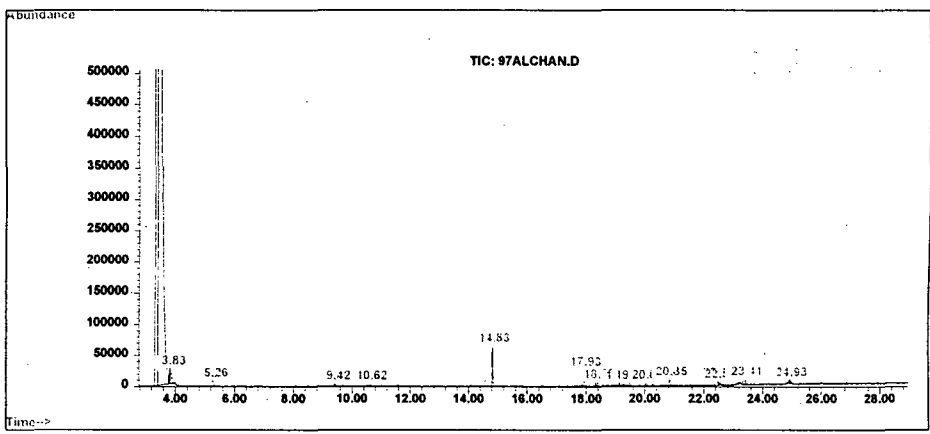
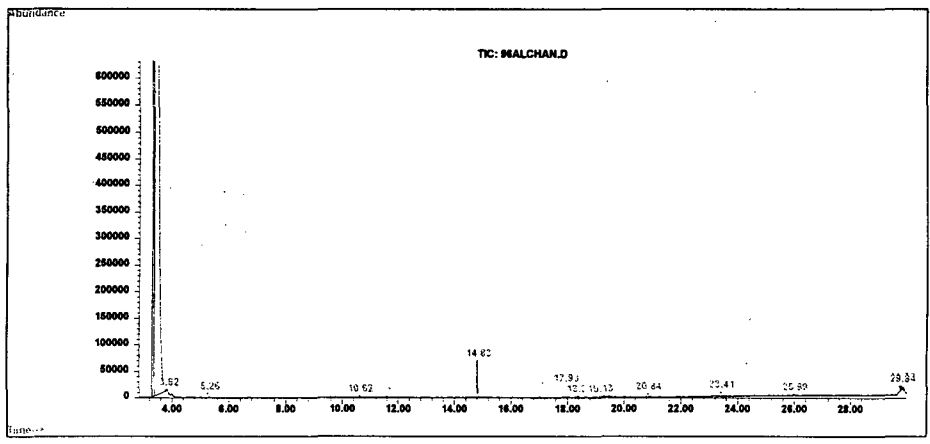


Fig. 3-7. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour of Alchanmil. ('96, '97, '98)

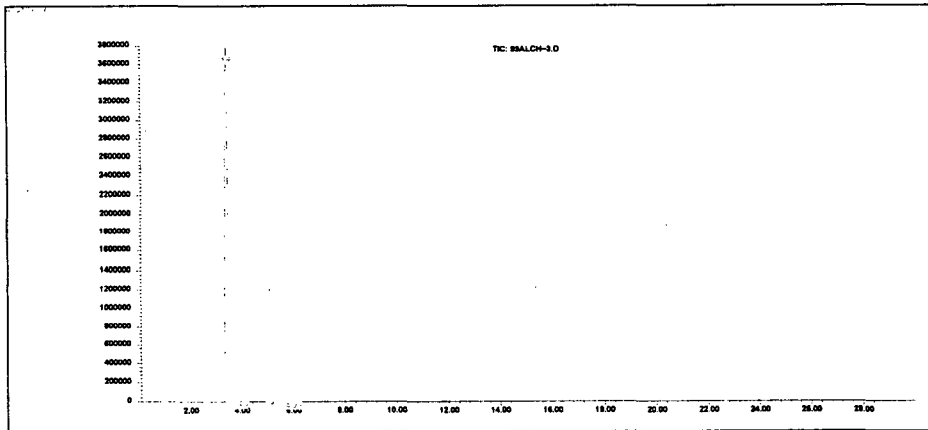
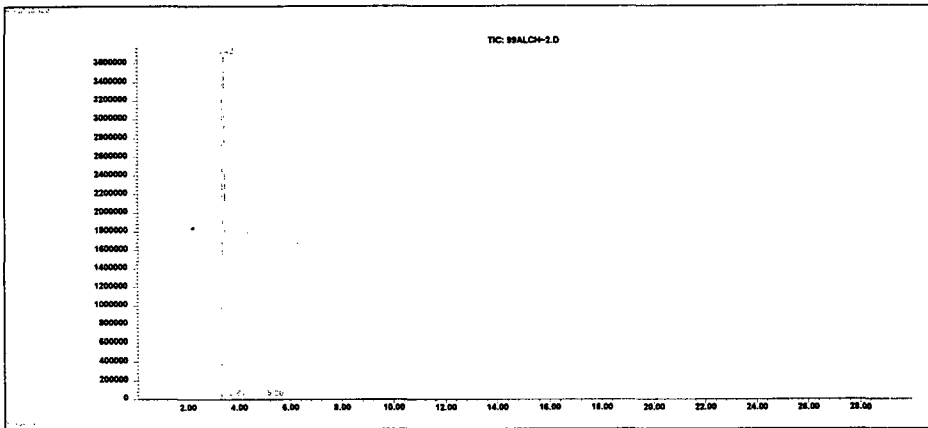
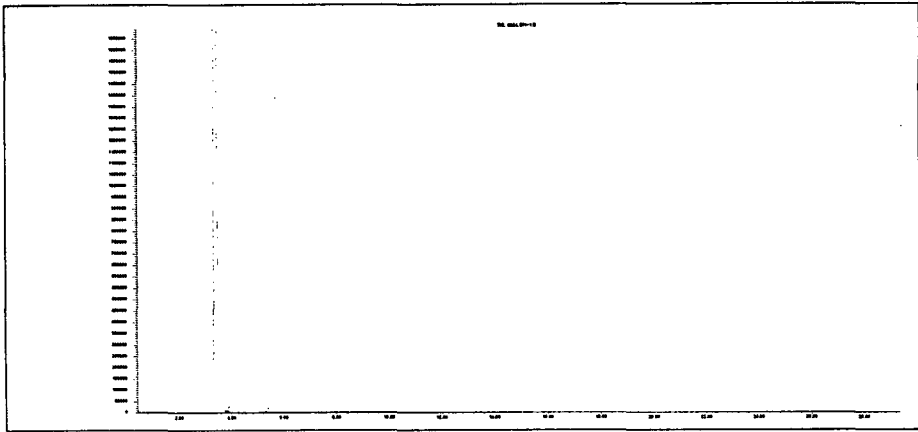


Fig. 3-8. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour, short and bran of Alchanmil. ('99)

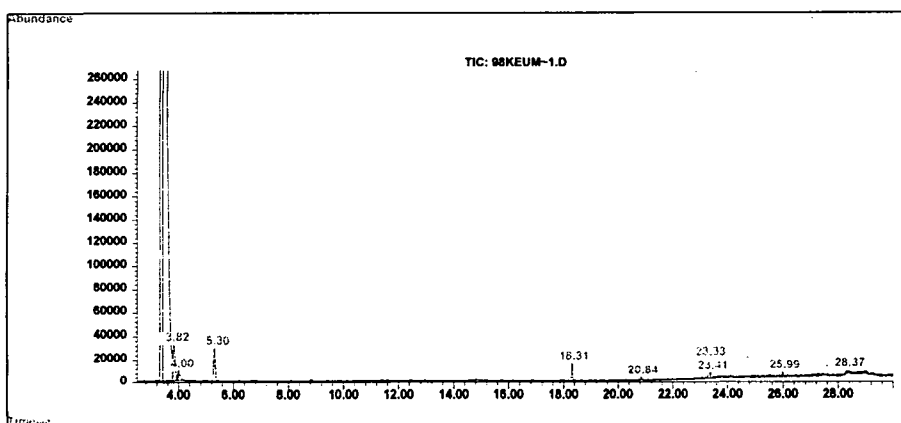
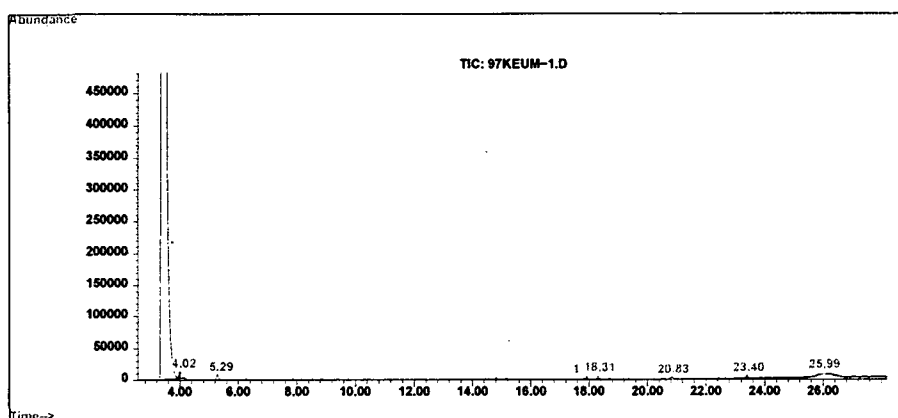
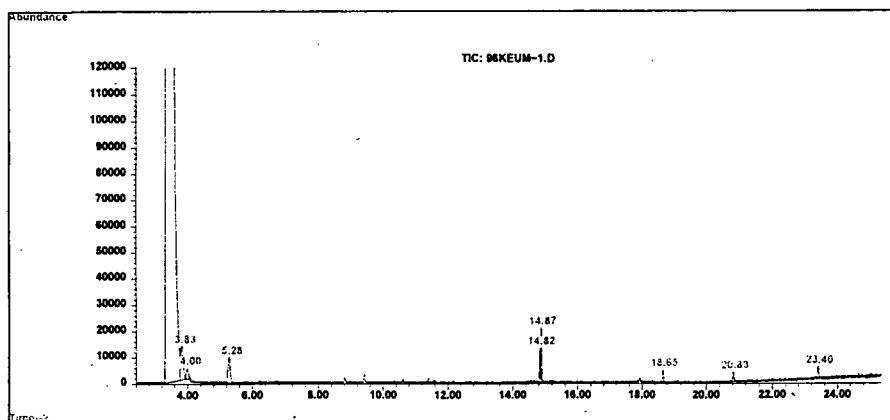


Fig. 3-9. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour of Keumgangmil. ('96, '97, '98)

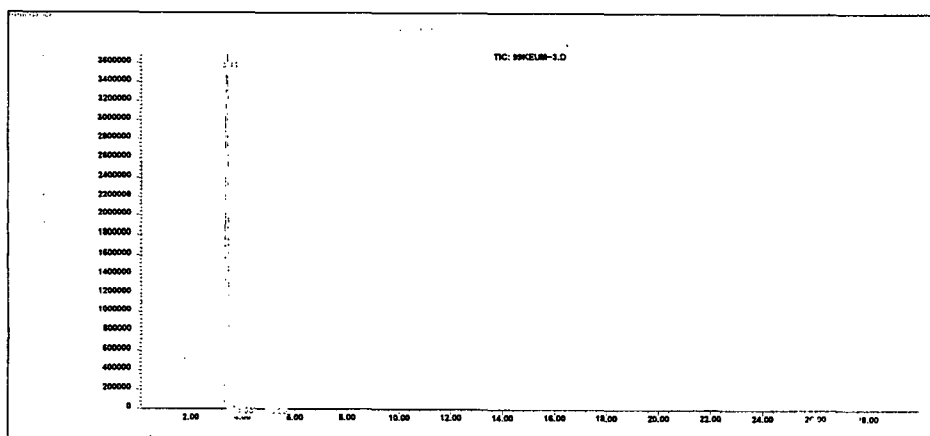
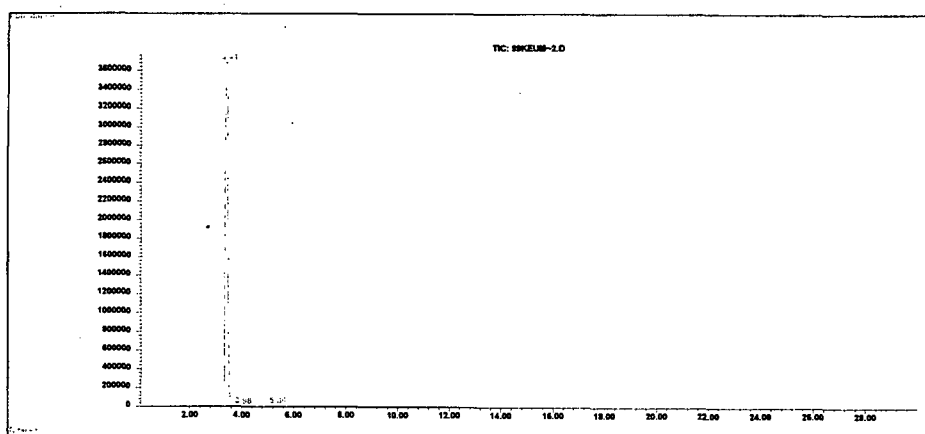
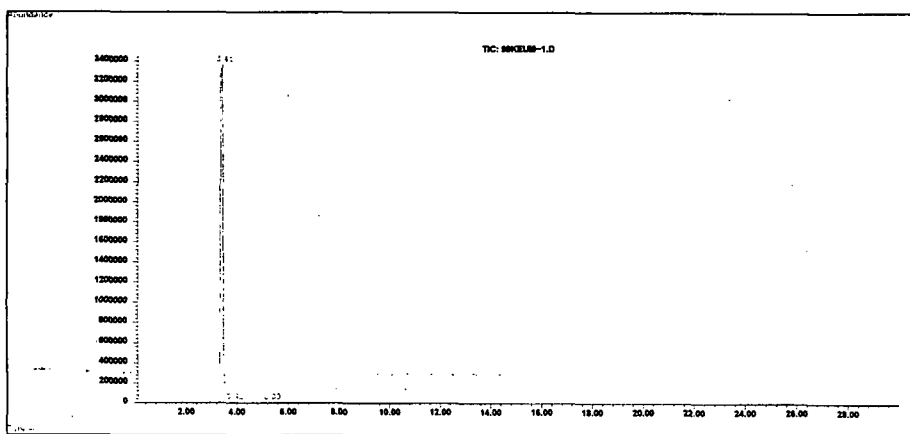


Fig. 3-10. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour, short and bran of Keumkangmil. ('99)

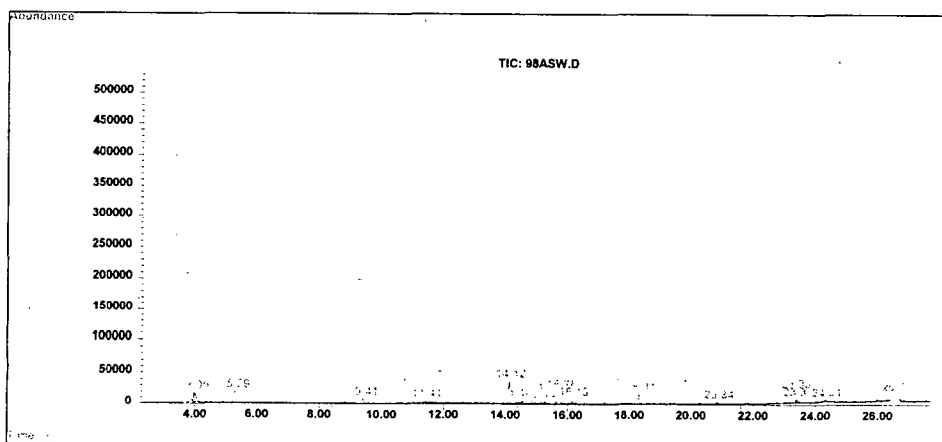
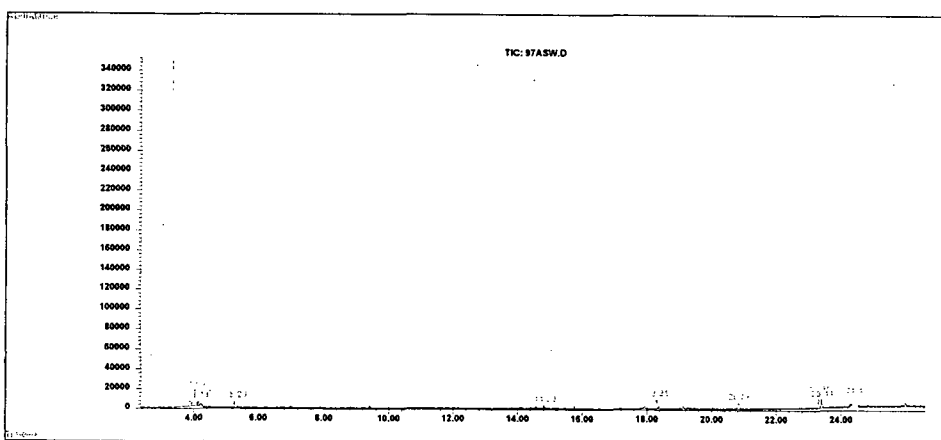
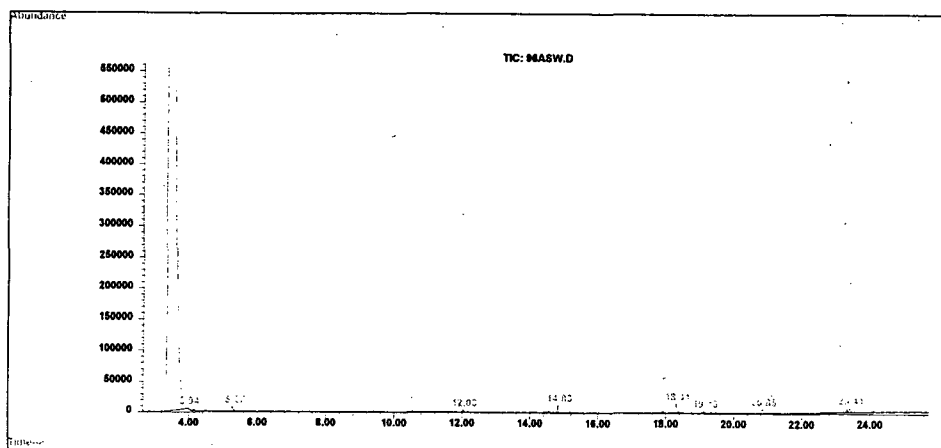


Fig. 3-11. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour of ASW. ('96, '97, '98)

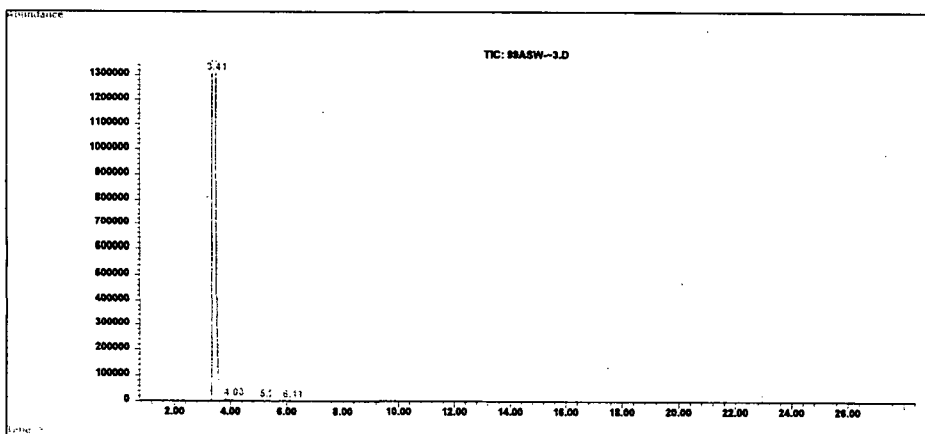
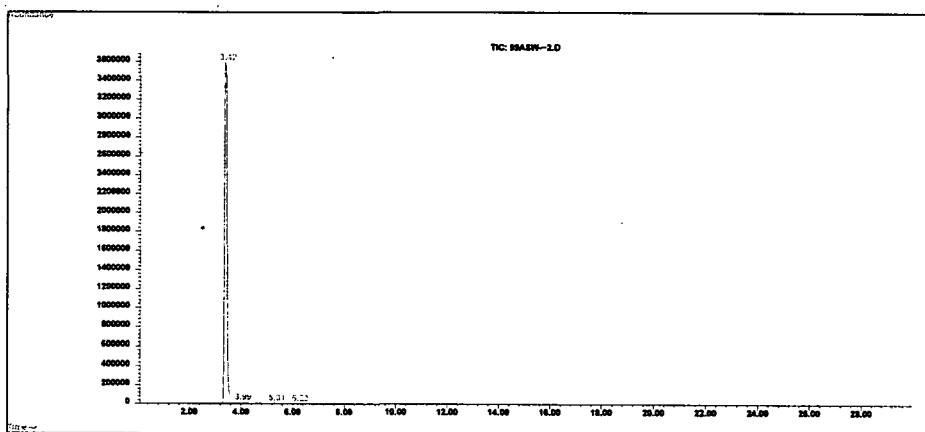
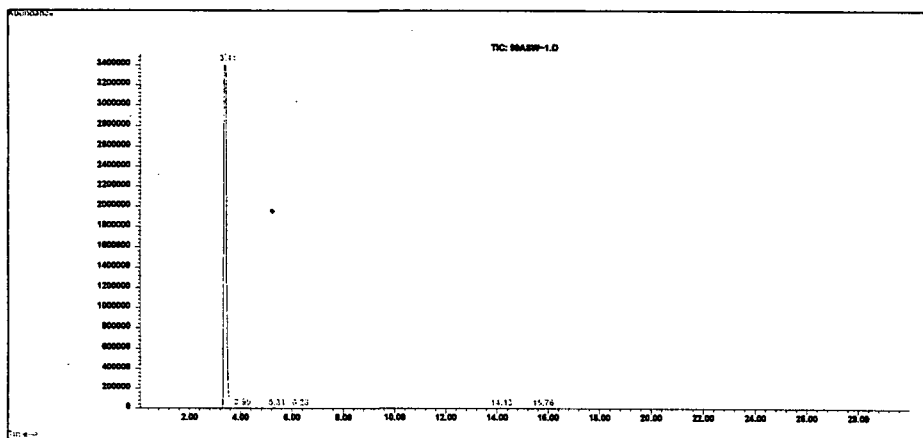


Fig. 3-12. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour, short and bran of ASW. ('99)

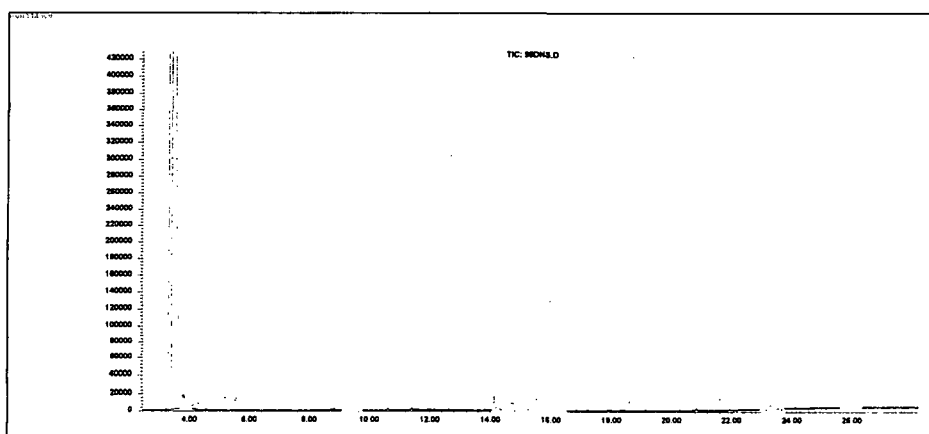
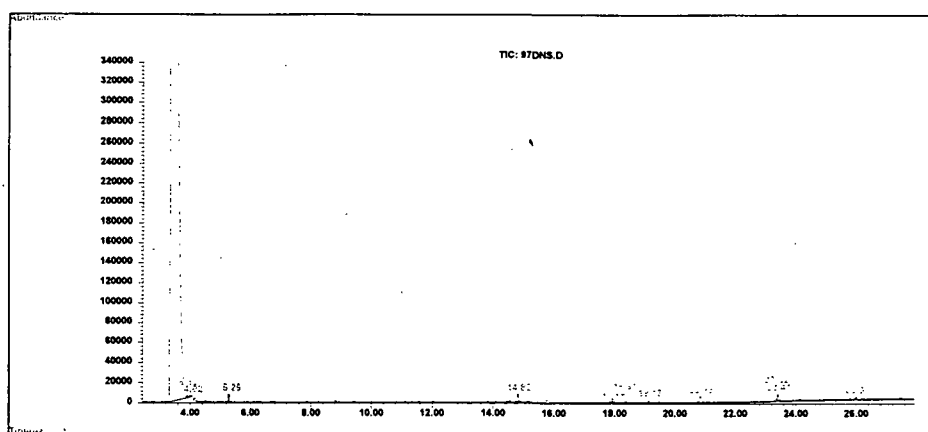
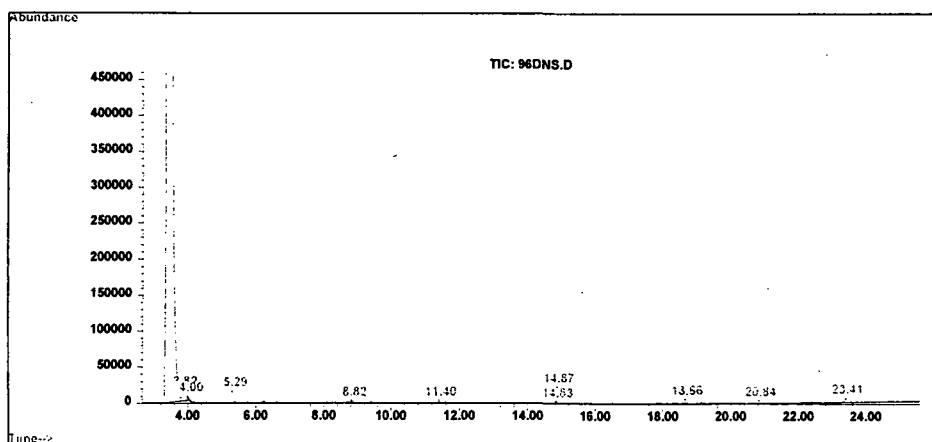


Fig. 3-13. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour of DNS. ('96, '97, '98)

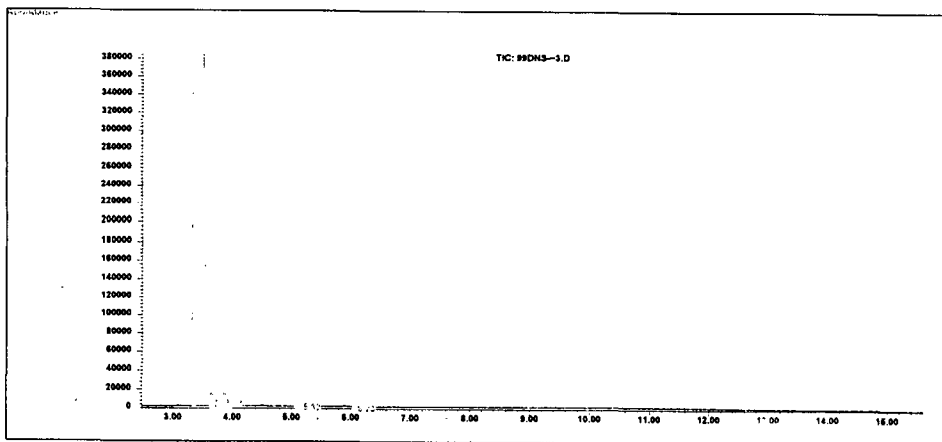
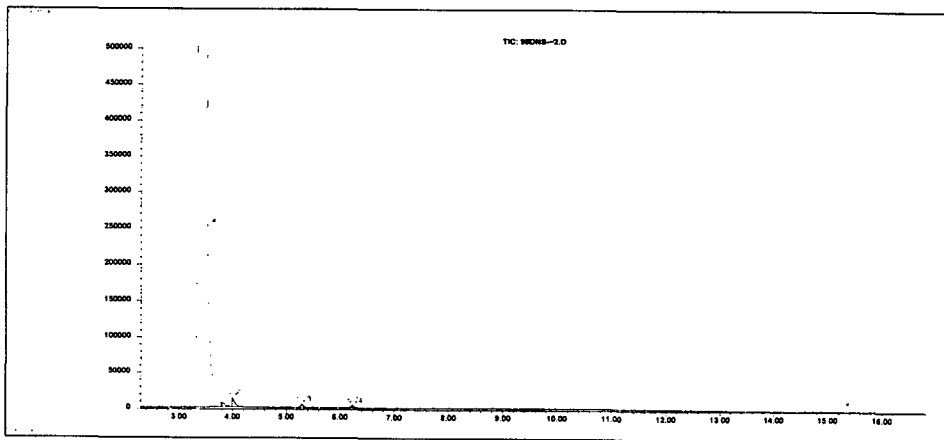
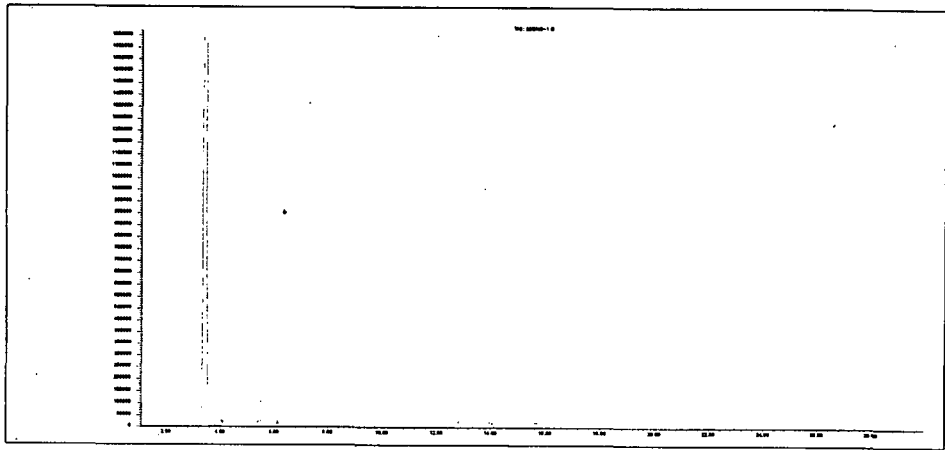


Fig. 3-14. TIC(Total ion chromatograph) profiles of volatile compounds isolated from headspace vapor on milled grain flour, short and bran of DNS. ('99)

Table 3-18. Compositions and GC area % of volatile compounds in Geurumil wheat flour (Unit : %)

No.	R.T.	Volatile Components	Patent flour				shorts	bran
			'96	'97	'98	'99	'99	'99
1	3.8	EtOH			42.3	66.8	76.7	83.0
2	3.9	Acetone			15.0	0.5		
3	4.5	butanal						4.5
4	5.25	Hexane						
5	5.27	Chloroform	100.0	100.0	21.5	32.7	23.2	9.6
6	5.9	butanol						2.9
7	9.4	Hexanal						
8	11.399	Hexanol						
9	18.3	Naphthalene			7.5			
10	23.33	BHT			13.7			
11	others	Hydrocarbons						
12		Unknown						

Table 3-19. Compositions and GC area % of volatile compounds in Eunpamil wheat flour (Unit : %)

No.	R.T.	Volatile Components	Patent flour				shorts	bran
			'96	'97	'98	'99	'99	'99
1	3.8	EtOH	38.6		37.3	11.4	68.7	
2	3.9	Acetone			13.8	55.5	2.5	
3	4.5	butanal						
4	5.25	Hexane						31.1
5	5.27	Chloroform	27.8	58.4	31.3	32.7	28.8	42.6
6	5.9	butanol						26.3
7	9.4	Hexanal	12.9					
8	11.399	Hexanol						
9	18.3	Naphthalene		22.8	6.7			
10	23.33	BHT			10.9			
11	others	Hydrocarbons	20.7	18.8				
12		Unknown						

Table 3-20. Compositions and GC area % of volatile compounds in Tapdongmil wheat flour

(Unit : %)

No.	R.T.	Volatile Components	Patent flour				shorts	bran
			'96	'97	'98	'99	'99	'99
1	3.8	EtOH	31.9		35.5	33.4	78.6	85.6
2	3.9	Acetone	18.6	14.6	16.3	50.5	1.2	
3	4.5	butanal						2.9
4	5.25	Hexane		23.9				
5	5.27	Chloroform	22.8	23.9	27.9	16.1	20.2	10.9
6	5.9	butanol						0.6
7	6.2	benzene						
8	9.4	Hexanal	6.3					
9	11.399	Hexanol	6.3					
10	14.1	2-butyl-1-octano l						
11	18.3	Naphthalene		21.9	5.0			
12	23.33	BHT		10.3	15.3			
13	others	Hydrocarbons	14.2	5.4				
14		Unknown						

Table 3-21. Compositions and GC area % of volatile compounds in Alchannil wheat flour

(Unit : %)

No.	R.T.	Volatile Components	Patent flour				shorts	bran
			'96	'97	'98	'99	'99	'99
1	3.8	EtOH	4.5	49.8	20.2			40.3
2	3.9	Acetone				64.5	77.3	43.6
3	4.5	butanal						
4	5.25	Hexane	30.6	12.2				10.6
5	5.27	Chloroform			38.7	35.5	22.7	2.0
6	5.9	butanol						3.6
7	6.2	benzene						
8	9.4	Hexanal		2.9				
9	11.399	Hexanol						
10	14.1	2-butyl-1-octano l						
11	18.3	Naphthalene		4.1	7.3			
12	23.33	BHT		4.53	5.2			
13	others	Hydrocarbons	59.8	21.7	28.7			
14		Unknown	5.2	4.8				

Table 3-22. Compositions and GC area % of volatile compounds in Keunkangmil wheat flour

(Unit : %)

No.	R.T.	Volatile Components	Patent flour				shorts	bran
			'96	'97	'98	'99	'99	'99
1	3.8	EtOH	41.8		39.5	22.0	26.5	73.1
2	3.9	Acetone	9.0	27.2	12.2	48.2	51.3	11.9
3	4.5	butanal						
4	5.25	Hexane						
5	5.27	Chloroform	25.5	24.7	28.1	29.9	22.3	15.1
6	5.9	butanol						
7	9.4	Hexanal						
8	11.399	Hexanol						
9	18.3	Naphthalene	4.1	9.6	7.7			
10	23.33	BHT			9.7			
11	others	Hydrocarbons	20.4	13.3	1.5			
12		Unknown		25.2	1.3			

Table 3-23. Compositions and GC area % of volatile compounds in ASW wheat flour

(Unit : %)

No.	R.T.	Volatile Components	Patent flour				shorts	bran
			'96	'97	'98	'99	'99	'99
1	3.8	EtOH				32.7	4.1	24.8
2	3.9	Acetone		46.2	20.8	33.3	88.9	60.8
3	4.5	butanal						
4	5.25	Hexane		9.1				
5	5.27	Chloroform	39.0	9.1	18.8	10.5	5.87	4.2
6	5.9	butanol						6.7
7	6.2	benzene				6.4	1.2	3.6
8	9.4	Hexanal			4.7			
9	11.399	Hexanol						
10	14.1	2-butyl-1-octano l				9.7		
11	18.3	Naphthalene	36.9	10.4	8.7			
12	23.33	BHT	24.1	13.4	9.0			
13	others	Hydrocarbons		11.8	38.1	7.4		
14		Unknown						

Table 3-24. Compositions and GC area % of volatile compounds in DNS wheat flour

(Unit : %)

No.	R.T.	Volatile Components	Patent flour				shorts	bran
			'96	'97	'98	'99	'99	'99
1	3.8	EtOH	35.6	16.5		22.2	22.5	42.8
2	3.9	Acetone	0.2		13.0	13.0	52.0	40.9
3	4.5	butanal						
4	5.25	Hexane				9.5		
5	5.27	Chloroform	34.0	4.5	32.2	14.5	13.9	9.79
6	5.9	butanol						
7	6.2	benzene				19.0	11.5	6.6
8	9.4	Hexanal			5.3			
9	11.399	Hexanol						
10	14.1	2-butyl-1-octanol				14.2		
11	18.3	Naphthalene	5.3	24.0	10.2			
12	23.33	BHT	6.7	38.4	6.63			
13	others	Hydrocarbons	18.1	16.6	32.6	7.8		
14		Unknown						

4. 밀 품종별 제면 특성

가. 건면의 경도

밀 품종별 건면의 경도는 다음 표 3-25에서 보는바와 같이 생산 년도에 따라 차이가 있었으나 대체적으로 국산밀로 제조한 건조국수가 수입밀 건면 보다 높았으며, 특히 금강밀, 그루밀 및 은파밀의 건면 등은 평균 5.2~5.5kg으로 수입밀의 4.1~4.2kg보다 높았다.

Table 3-25. Varietal difference in hardness of dried noodles (Unit : ϕ 2mm/g)

구 분	'96	'97	'98	평균
그루밀	5387	6567.7	4101.0	5,351.9
은파밀	5238	5412.6	5006.5	5,219.03
탑동밀	4872	4704.2	5003.0	4,859.73
알찬밀	4562	4018.9	5315.8	4,632.23
금강밀	5538	5552.9	5579.2	5,556.70
ASW	4550	5836.0	2294.8	4,226.93
DNS	4837	5486.7	2886.7	4,403.46

나. 건면의 전단응력

밀 품종별 건면의 전단응력을 표 3-26에서 보면 전단력은 국산밀 중 탑동밀로 제조한 건면이 평균 42.0g으로 타품종 건면보다 가장 높았으며 수입밀에서는 DNS건면이 평균 41.4g으로 ASW건면의 33.0g보다 높았다. 한편 전단거리는 그루밀 및 탑동밀의 건면이 2.7mm정도로 비교적 짧은데 비하여 은파밀건면은 3.1mm로 길었으며 수입밀에서는 ASW건면이 2.5mm로 가장 짧았으며 DNS건면은 3.3mm로 길었다.

Table 3-26. Varietal difference in shear stress of dried noodles

시료명	전단력 (g)				전단거리(mm)			
	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균
그루밀	31.9	51.1	20.8	34.6	2.8	3.4	1.9	2.7
은파밀	39.0	52.1	26.2	39.1	3.8	3.2	2.3	3.1
탑동밀	45.0	53.9	27.1	42.0	3.3	2.8	2.1	2.7
알찬밀	39.2	48.57	23.5	37.1	3.5	2.8	2.4	2.9
금강밀	34.5	51.6	28.3	38.1	2.8	3.7	2.9	3.1
ASW	32.0	42.0	25.3	33.1	2.9	2.6	2.1	2.5
DNS	41.8	53.1	29.3	41.4	3.6	3.8	2.4	3.3

다. 건면국수의 색차

밀 품종별 건면국수의 색차를 측정한 결과는 다음표 3-27에서 보는바와 같이 생산년도에 따라 약간의 차이가 있었으나 대체적으로 국산밀이 수입밀보다 L값 즉 밝기가 떨어지는 경향이였다. 국산밀 중에서 밝기가 가장 높은 품종은 금강밀과 알찬밀로 각각 평균 66.28 및 65.57인데 비하여 탑동밀은 62.58로 낮았다.

색차 중 a값은 국산밀과 수입밀 모두 (-)인 green의 색을 보였는데 국산밀은 평균 -1.41~-1.89인데 비하여 수입밀은 -0.58~-0.93으로 국산밀보다 낮았으며 b값은 모든 품종들이 (+)인 yellow색을 보였는데 특히 국산밀 중 그루밀이 10.09로 타품종들보다 높았으며 수입밀은 모두 9.36였다.

Table 3-27. Varietal difference in color of dried noodles

항목 시료명	L				a				b			
	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균
그루밀	62.30	66.93	59.98	63.07	-2.10	-1.56	-2.01	-1.89	9.97	9.21	11.11	10.09
은파밀	61.17	69.97	61.40	64.18	-2.10	-1.55	-1.53	-1.72	10.76	8.02	10.60	9.79
담동밀	61.24	66.40	66.12	62.58	-1.58	-1.06	-1.86	-1.50	9.74	8.90	10.70	9.78
알찬밀	62.07	67.06	67.59	65.57	-1.69	-1.16	-1.40	-1.41	9.84	10.12	8.26	9.40
금강밀	65.04	69.40	53.41	62.61	-2.41	-1.59	-1.50	-1.83	9.68	8.36	11.17	9.73
ASW	68.03	70.65	68.98	69.22	-2.41	-2.02	1.63	-0.93	11.68	10.83	5.57	9.36
DNS	64.13	66.94	68.81	66.62	-2.73	-0.91	1.88	-0.58	12.02	9.46	6.62	9.36

Table 3-28. Texture characteristics for cooked noodle of different wheat varieties

항목 시료명	탄력성				경성				응집성				경도(ϕ 2mm/g)				섬힘성(g)			
	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균
그루밀	0.61	0.768	0.781	0.719	44.47	37.42	6.233	29.374	0.39	0.435	0.408	0.411	111.66	86.9	16.	71.620	27.20	29.05	4.509	20.253
은파밀	0.64	0.682	0.892	0.738	33.15	28.27	8.858	23.426	0.45	0.367	0.431	0.416	74.14	76.3	20.	56.913	21.46	19.74	7.775	16.325
담동밀	0.59	0.757	0.724	0.690	43.72	39.19	5.630	29.513	0.39	0.413	0.392	0.398	110.72	97.4	14.	74.206	26.21	29.96	4.362	20.177
알찬밀	0.67	0.665	0.801	0.712	46.46	29.43	6.043	27.311	0.42	0.392	0.397	0.403	110.42	71.7	16.	66.140	31.22	19.88	4.807	18.635
금강밀	0.71	0.757	0.862	0.776	42.88	42.64	7.194	30.904	0.45	0.403	0.354	0.402	94.86	102.7	19.	72.286	30.73	35.17	6.456	24.118
A S W D N S	0.57	0.663	0.576	0.603	24.23	28.39	19.966	24.195	0.35	0.355	0.363	0.356	68.64	77.3	55.	67.280	13.97	19.32	11.672	14.987
	0.55	0.762	0.606	0.639	45.13	45.15	24.881	38.387	0.40	0.437	0.388	0.408	112.60	103.8	63.	93.200	24.93	33.94	15.721	24.863

라. 조리국수의 texture

밀 품종별 조리된 국수의 texture를 표 3-28에서 보면 탄력성은 국산밀 중에서 금강밀로 제조한 국수가 평균 0.776으로 가장 높는데 비해 담동밀로 제조한 국수는 0.690으로 가장 낮았으며 수입밀인 ASW와 DNS국수는 각각 0.603 및 0.639로 국산밀로 제조한 국수가 수입밀로 제조한 국수보다 높았다. 응집성은 국산밀 국수

가 평균 0.40~0.42로 수입밀 국수의 0.36~0.41보다 높았으며 경도는 국산밀 중 은과밀 국수가 56.9g으로 가장 낮는데 비해 탐동밀국수는 74.2g으로 가장 높았으며 수입밀중에서는 ASW국수가 67.3g, DNS국수는 93.2g으로 DNS국수가 가장 높았다. 한편 씹힘성은 국산밀중 금강밀국수가 24.1g으로 가장 높았으며 수입밀 중에서는 ASW국수가 14.99g으로 가장 낮았다.

마. 조리국수의 인장 및 인장력

밀 품종별 조리국수의 인장 및 인장력을 표 3-29에서 보면 생산년도에 따라 차이가 나타나고 있는데 인장길이는 국산밀 중 탐동밀과 알찬밀이 각각 평균 69.2 및 64.0mm로 가장 길게 늘어났으며 이때의 인장력은 각각 50.6 및 38.1g였는데 비해 그루밀은 인장길이가 40.3mm로 가장 짧고 인장력도 34.7g으로 낮았다. 한편 수입밀인 ASW와 DNS는 인장길이가 각각 43.4 및 57.9mm였으며 인장력은 22.5 및 32.4g으로 국산밀보다 약간 낮았다.

Table 3-29. Varietal difference in tensil test of cooked noodles

항 목 시료명	인장거리(mm)				인장력 (g)			
	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균
그루밀	19.7	54.4	46.7	40.3	48.9	18.9	36.3	34.7
은과밀	16.6	124.3	36.2	59.0	98.0	24.8	30.2	51.0
탐동밀	20.3	139.9	47.5	69.2	99.1	25.4	27.2	50.6
알찬밀	21.5	99.8	70.6	64.0	52.1	19.8	42.3	38.1
금강밀	14.6	91.5	46.6	50.9	64.5	19.9	31.4	38.6
ASW	16.4	47.7	66.0	43.4	31.8	16.8	18.9	22.5
DNS	24.8	90.6	58.4	57.9	52.9	25.4	18.9	32.4

바. 조리국수의색차

밀 품종별 조리국수의 색차를 다음 표 3-30에서 보면 생산년도에 따라 큰 차이를 보이고 있는데 '96년산이 '97년 및 '98년산보다 L, a, b값에서 높은 결과를 보이고 있다. 밝기를 나타내는 L값은 국산밀과 수입밀로 조리된 국수에 큰 차이없이 평균 5

8~62범위에 있었으며, 특히 a값은 '96년산 국산밀 조리국수가 (+)인 red색을 보인데 비하여 수입밀 조리국수는 (-)인 green색을 나타내고 있으며 국산밀 조리국수는 평균 -0.6~-0.7범위인데 비하여 수입밀로 조리된 조리국수는 평균 -3.7~-2.6이었다. b값은 모든 품종밀이 (+)인 yellow색으로 국산밀 조리국수가 평균 5.5~6.2인데 비하여 수입밀 조리국수는 7.4~8.0으로 수입밀 조리국수가 높았다.

Table 3-30. Varietal difference in color of cooked noodles

항목 시료명	L				a				b			
	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균
그루밀	86.30	46.52	48.61	60.47	2.65	-2.21	-2.27	-0.61	10.89	2.77	3.08	5.58
은파밀	84.13	48.42	49.04	60.53	2.75	-2.14	-2.45	-0.61	12.26	2.16	4.20	6.20
탑동밀	81.49	48.73	49.63	59.95	2.32	-2.12	-2.37	-0.72	11.94	2.32	2.84	5.70
알찬밀	76.78	49.47	48.22	58.15	2.95	-2.22	-2.54	-0.60	10.97	2.29	3.26	5.50
금강밀	86.13	48.44	50.10	61.55	2.61	-2.33	-2.56	-0.76	11.08	1.93	4.26	5.75
ASW	87.88	48.95	49.13	61.98	-6.68	-2.78	-1.84	-3.76	18.48	2.99	0.79	7.42
DNS	83.48	48.84	50.02	60.78	-4.05	-2.20	-1.66	-2.63	18.59	3.91	1.51	8.00

사. 조리국수의 흡광도

밀 품종별 조리국수의 조리액 흡광도는 다음 표 3-31에서 보는 바와 같이 생산년도에 따라 차이는 있으나 대체적으로 품종간의 우열순위는 비슷한 경향을 나타내고 있다. 품종간의 조리액 흡광도는 국산밀 국수 중에서 은파밀이 1.304 OD로 가장 높았으며 수입밀 국수 중에서는 ASW가 1.301 OD로 높았다. 일반적으로 조리액의 탁도가 높으면 조리시 면발이 풀어져 국물이 탁해지는 것과 관련해 볼때 국수제조 용으로는 고려해보아야 할 것으로 생각된다.

Table 3-31. Varietal difference in optical density of cooked noodles soup

(Unit:OD)

시료명	년도			
	'96	'97	'98	평균
그루밀	0.335	0.949	1.2511	0.845
은파밀	0.316	1.271	2.3250	1.304
탑동밀	0.535	1.208	1.5877	1.110
알찬밀	0.595	0.942	2.2715	1.269
금강밀	0.391	1.083	2.1641	1.212
A S W	0.352	1.000	2.5531	1.301
D N S	0.350	0.852	2.6507	1.284

아. 국수조리후 부피 및 무게 증가율

품종별 건면을 조리한 후 부피 및 무게 증가율을 측정한 결과는 다음 표 3-32에서 보는바와 같이 부피는 국산밀 중 알찬밀이 평균 281.8%증가한데 비해, 은파밀은 243.9%로 가장 낮았으며 수입밀에서는 국수용으로 가장 많이 사용되는 ASW가 30.4%로 DNS의 266%보다 높았다. 한편 무게 증가율은 국산밀 중 금강밀이 평균 264.1%로 가장 높았고 수입밀에서는 ASW가 284.3%로 DNS의 255.9%보다 높았다.

Table 3-32. Properties of cooked noodles for wheat varieties

시료명	부 피 (%)				무 게 (%)			
	'96	'97	'98	평균	'96	'97	'98	평균
그루밀	240.0	156.9	400.0	265.6	180	253.5	315.95	249.8
은파밀	220.0	199.1	312.5	243.9	165	291.9	288.00	248.3
탑동밀	206.3	219.6	320.0	248.6	165	309.8	273.35	249.4
알찬밀	242.9	189.3	413.3	281.8	170	277.1	306.45	251.2
금강밀	220.0	189.4	393.3	267.6	165	299.7	327.45	264.1
ASW	250.0	210.5	451.6	304.0	200	281.4	371.60	284.3
DNS	212.5	172.7	412.9	266.0	170	257.5	340.30	255.9

자. 조리국수의 식미

조리국수의 식미검사는 다음 표 3-33에서 보는바와 같이 외관, 색상, 촉감, 식미

및 총평 4가지 문항을 선별된 17명의 평가원들에 의해 조사한 결과 외관은 탑동밀, 색상과 촉감은 ASW, 식미는 알찬밀과 ASW가 가장 좋았으며 전반적인 평가로 볼 때 국내 육성품종인 금강밀이 4개 항목 평균 5.7점으로 가장 좋았으며 그 다음으로 알찬밀과 탑동밀이 각각 5.3점 은파밀 4.7점, 그루밀 4.4점, 수입밀은 ASW가 6.1점으로 가장 좋았고 DNS는 2.9점으로 국수용으로는 적합하지 못하였다.

Table 3-33. Sensory evaluation of cooked noodles for wheat varieties

구 분	외관	색상	촉감	식미	총평
그 루 밀	4.7	4.7	5.0	3.3	4.4
은 파 밀	4.5	4.7	4.7	5.0	4.7
탑 동 밀	6.0	5.7	4.7	4.7	5.3
알 찬 밀	4.7	4.7	5.7	6.0	5.3
금 강 밀	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
A S W	5.7	6.3	6.3	6.0	6.1
D N S	3.4	3.3	2.5	2.5	2.9

*7점 : Excellent, 5점 : Very good, 3점 : Good, 1점 : Fair

제 4 절 연구결과 요약

1996년부터 1999년까지 4년 동안 매년수확한 국산밀과 수입밀의 품종별 품질특성을 구명하기 위하여 원맥의 이화학적특성, 밀가루의 품질특성, 휘발성물질 및 제면가공적성 등을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 밀 품종별 장폭비는 국산밀 중 그루밀과 금강밀이 각각 평균 2.08 및 2.07로 가장 컸으며 수입밀인 ASW와 DNS는 각각 2.02 및 1.99였다.

2. 밀 품종별 천립중은 국산밀 중 금강밀이 평균 42.44g으로 가장 높은 반면 알찬밀은 34.09g으로 가벼웠으며 수입밀인 ASW와 DNS는 각각 36.50 및 33.09g였으며 용적중은 국산밀 중 은파밀과 탑동밀이 각각 평균 810.0 및 804.6g/ℓ로 높은 편이었으나 수입밀인 ASW와 DNS의 823.3 및 814.5g/ℓ 보다는 적었다.

3. 원맥의 경도는 국산밀 중 탑동밀이 평균 14.46kg, 수입밀에서는 ASW가 평균

17.06kg으로 가장 높았으며 색차는 국산밀중 금강밀이 L값이 46.72, 수입밀에서는 ASW가 53.16으로 가장 높았으나 전반적으로 볼때 국산밀이 수입밀보다 L값이 떨어지는 경향이였다.

4. 화학성분 중 조단백은 국산밀 중 알찬밀이 평균 11.38%로 가장 낮은 반면 금강밀은 14.04%로 가장 높았으며 수입밀에서는 DNS가 14.63%로 가장 높았다. 회분함량은 국산밀이 품종간에 큰 차이없이 평균 1.5~1.6%였으며 수입밀은 ASW가 평균 1.10%, 금강밀은 1.45%로 국산밀이 높았다.

5. Patent flour를 기준한 제분수율은 국산밀 중 금강밀이 평균 67.11%로 가장 높았고 수입밀에서는 미국산 품종인 DNS가 평균 67.99%로 가장 높았다.

6. 밀 품종별 밀가루 색차는 국산밀 중 금강밀이 평균 86.31로 다른 품종의 87.29~87.81보다 낮아 L값이 약간 떨어졌으며 수입밀인 ASW는 87.37, DNS는 85.87였다.

7. 품종별 밀가루 입자는 국산밀 중 알찬밀이 평균 70 μ m로 가장 작았으며 수입밀 중에서는 미국산인 DNS가 87.9 μ m로 가장 컸다.

8. 밀가루의 화학성분 중 조단백질 함량은 국산밀의 금강밀이 평균 12.57%, 수입밀에서는 미국산 품종인 DNS가 평균 13.2%로 가장 높았으며 회분함량은 은파밀이 평균 0.38%로 가장 낮았으며 수입밀에서는 ASW가 0.42%, DNS는 0.44%였다.

9. 밀가루 반죽의 리올리지특성 중 farinogram을 보면 국산밀 중에서는 그루밀과 알찬밀, 수입밀에서는 ASW가 연질밀에 가까웠으며 그외 품종은 중력 내지 강력분에 속하였다. viscogram의 최고점도는 국산밀 중 탑동밀과 알찬밀이 각각 평균 795 및 780BU로 가장 높았고 수입밀 중에서는 DNS가 517.5BU로 가장 낮았다. 밀가루 반죽의 extensibility 중 인장길이는 금강밀과 알찬밀이 각각 평균 78.9 및 72.9mm로 가장 길게 늘어났으며 인장력도 각각 57.6 및 44.6g였으며 수입밀인 ASW는 인장길이가 508mm, 인장력은 55.6g였다.

10. 밀가루 반죽의 texture 중 탄력성은 국산밀 중 그루밀, 은파밀 및 알찬밀 등이 비교적 높았고 응집성은 국산밀과 수입밀간에 큰 차이가 없었으며 경도는 국산밀 중 그루밀이 가장 높았으며 씹힘성은 국산밀 중 알찬밀이 가장 낮았으나 수입밀

인 ASW와 DNS는 알찬밀보다 더 낮았다.

11. 밀 품종별 밀가루의 휘발성물질의 종류는 약 14종이 검출되었으며 품종간 정성적 차이는 확인할 수 있었다.

12. Patent flour에서 공통적으로 분석된 휘발성 화합물들은 ethanol, acetone, chloroform 등이었으며 품종간에 약간의 함량 차이를 보였다.

13. 국산밀 중 '96과 '97년산 그루밀에서는 chloroform만 검출되었으며 '98년산에서는 국산밀과 수입밀 모든 품종에서 ethanol, acetone, chloroform, naphthalene 및 BHT 등이 검출되었다.

14. '99년산 국산밀의 모든 품종에서는 공통적으로 ethanol, acetone, chloroform 등이 검출되었으나 수입밀에서는 benzene, 2-butyl-1-octanol 및 other hydrocabones 등이 검출되었다.

15. short와 bran에 대한 휘발성물질을 분석한 결과 국산밀 중 그루밀, 탑동밀 및 금강밀에서는 ethanol과 chloroform이 동시에 검출되었으나 은과밀과 알찬밀에서는 ethanol이 검출되지 않았으며 수입밀에서는 benzene성분이 검출되었다.

16. 건면의 경도는 국산밀로 제조한 국수가 수입밀 건면보다 높았으며 국산밀 중에서는 금강밀이 5,557g로 가장 높았고 수입밀에서는 DNS가 4,403g으로 높았다.

17. 건면의 전단력은 국산밀 중 탑동밀로 제조한 건면이 42.0g, 수입밀에서는 DNS가 41.4g로 가장 높았으며 색차는 대체적으로 국산밀로 제조한 건면이 수입밀 건면보다 밝기가 떨어졌다.

18. 조리된 국수의 texture를 측정된 결과 탄력성은 국산밀 중 금강밀이 수입밀에서는 DNS가 높았으며 응집성은 국산밀 국수가 수입밀 국수보다 높았다. 씹힘성은 국산밀 중 금강밀 국수가 가장 높았으며 수입밀 중에서는 ASW가 DNS보다 낮았다.

19. 조리국수의 인장길이는 국산밀 중 탑동밀이 수입밀 중에서는 DNS가 가장 길게 늘어났고 인장력도 타 품종보다 비교적 높았으며 조리된 국수의 색차는 국산밀과 수입밀 간에 큰 차이없이 비슷하였다.

20. 조리국수의 흡광도는 국산밀 중에서는 은과밀이, 수입밀에서는 ASW가 비교

적 높았고 부피증가율은 국산밀 중 알찬밀이, 수입밀 중에서는 ASW가 가장 높았다.

21. 조리국수에 대한 관능검사 결과 외관은 탐동밀, 색상과 촉감은 ASW, 식미는 알찬밀과 ASW품종이 가장 좋았으며 전반적인 평가로 볼 때 국내육성 품종 중에서는 금강밀과 알찬밀이, 수입밀에서는 ASW가 가장 좋았다.

제 4 장 우리밀 제분공장 생산제품 개선기술 개발

제 1 절 서 설

우리나라의 밀 재배는 식량이 절대적으로 부족했던 시기인 '70년 97천ha 였으나 '80년대초 저가의 외국산 수입밀에 밀려 경쟁력을 잃었고, '84년 정부에서 수매를 중단함에 따라 밀 재배면적이 급격히 감소함으로써 우리밀을 가공하던 중·소규모 제분공장들이 그 자취를 감추었다.

그러나 근래에 우리밀 살리기 운동과 소비자의 신토불이 선호성향에 힘입어 '97년 2천ha로 재배면적이 증가추세를 보이고 있으며, 이를 가공하는 중소규모의 제분공장들이 다시 신설되고 있다.

하지만 신설되고 있는 제분공장들이 영세 낙후할 뿐만 아니라 조질기계 장치의 미비와 조질기술의 부족 등으로 인하여 제품의 품위면에서 수분함량이 11.1~15.0%로 불균일하고, 회분함량이 수입밀을 가공한 시판용 강력분 0.42%에 비해 0.66~1.07%로 매우 높아 우리밀 가공 밀가루의 품위가 현격히 떨어져 이에 대한 개선이 요구되고 있다.

밀에서 배유부분의 회분은 0.4%정도인데 비해 껍질부분은 5.8%로 매우 높기 때문에 원료가 되는 밀에서 배유, 씨눈, 껍질의 각기 다른 조성(組成)의 성질 차이를 이용하여 가급적 완벽하게 씨눈과 껍질을 분리하여 제거하고 배유로부터 미세한 밀가루를 채취하는 것이 매우 중요하다.

그렇게 하기 위해서는 밀의 물리적 성상에 따라 정해진 수분조건을 맞추어주고, 재워두어 껍질을 질기게 하여, 배유를 부서지기 쉽게하는 조질(Tempering or Conditioning) 공정이 필요하다

적정 조질조건을 찾기 위해서는 밀의 흡습특성이 매우 중요한데, Zuritz (1979) 등에 따르면 온도 10~40℃, 상대습도 11.2~87.9%의 범위에서 열기성 용액을 이용하여 정적 평형흡수율을 구하였을 때, Day-Nelson 모델이 가장 적합하다고 하였으며, 90%이상의 높은 상대습도에서는 시료의 부패가 심하여 동적인 방법의 연구가 필요하다고 제시하였다.

또 Dugeal 등(1982)은 탈곡된 낱알상태의 통밀과 탈곡되지 않은 밀의 평형함수율(EMC)은 5~35℃의 온도와 40~90%의 상대습도(RH)에서 차이가 없다고 하였으며, Gane(1941)은 분쇄된 밀도 통밀과 같은 흡습값을 나타낸다고 하였는데 이것은 분쇄된 밀을 실험한 Hubbard 등(1957), Best와 Hullett(1968)에 의해서도 확인되었다.

Smith(1947)는 습량기준 함수율을 이용하여 아래와 같은 식을 개발하였는데, 이 식은 상대습도 50~95%범위에서 여러 생물체에 대한 흡습데이터를 적용시킬 수 있는 것으로 나타났으며, Ayerst(1965)에 따르면 밀에 대한 흡습데이터에 적용시킨 결과 매우 효과적이었다고 보고 한바 있다.

$$M_w = A - B * \ln(1 - RH)$$

여기서 M : 습량기준함수율(%)

RH :상대습도(%)

A,B : 상수

또 실험용 시료의 초기함수율을 증가시키기는 방법에 관해서는, Young과Nelson (1967)은 시료를 24시간동안 증류수에 침수시켰고, Hubbard(1957)은 시료를 야간에 상대습도 97%의 대기중에 노출시켰으며, Chung과 Pfof (1967b)는 하루동안 포화 압력의 수증기에 접촉시키는 방법 사용하였다. 또 Pixton과 Warburton(1971)은 시료에 물을 첨가한후 5℃의 밀폐된 용기내에서 14일 동안 보관하여 평형함수율이 이루어 지도록 하였으며, Finn-Kelcey와 Hulbert(1957)는 밀폐된 유리용기에 시료와 물을 함께 섞어 넣은후 48시간 동안 드럼을 회전시키는 등 다양한 형태의 함수율 조절 방법을 보고하였다.

밀을 조절함에 있어 적정 조절함수율 및 조절시간이 매우 중요한데 품종, 기후, 생육상태 등에 따라 각기 다르다. 일반적으로 외국산 밀의 경우 ① U.S. hard winter wheat : 16~17%(36시간) ② U.S. western white wheat : 15~16%(24시간) ③ Canadian manitoba wheat : 16~17%(48시간) ④ Australian hard wheat : 16~17%(36시간) ⑤ Australian soft wheat : 15~16%(24시간)로 보고되고 있다. 하지만 국내의 경우 이에 대한 연구는 극히 미흡한 실정으로 고품질 밀가루 생산을

위한 흡습특성 구명과 조절기의 개발이 요구되고 있다.

또한 제분공정은 여러단계의 정선 과정과 조절, 분쇄특성을 고려한 Roll mill 구성과 밀가루의 분리, 포장 등 복잡한 과정을 거쳐 밀가루를 생산하게 되는데 우리 밀제분공장의 경우 제분공정이 단순화 되어 있는 실정으로 고품질 밀가루 생산을 위해서는 단위기계장치의 개발 개량 및 제분일관시스템에 관한 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우리밀의 흡습특성을 구명하여 밀의 최적 제분조건을 만족하는 조절조건을 찾아 조절기를 개발하고, 기존의 제분공정에서 문제가되는 요소를 발굴 보완, 제분일관시스템을 구성하여 고품질 밀가루 생산기술을 개발하는데 목표를 두었다.

주된 연구내용으로 우리밀 제분공장의 가공실태를 조사하였는바, 현재 설치되어 있는 우리밀 제분공장의 주요기계장치 현황을 조사하여 유형별로 분류하고, 각 유형중 고품질 밀가루 생산이 유리한 유형을 기본 모델로 설정하여 단위기계장치의 개발 개량 요인을 도출하고, 밀가루의 품위조사를 실시하였다.

제분작업공정별 적정 작업방법을 구명하기 위하여 우리밀 조절조건 구명시험은 우리밀의 적정 조절조건을 구명하기 위하여 온도, 압력, 상대습도 및 밀의 초기함수율별로 밀의 흡습특성을 조사하고, 실험이 끝난 시료는 각 조건별로 Test mill을 이용하여 제분후 밀가루 품위를 조사하여 적정 조절함수율을 결정하였다. 또한 제분 및 체별특성 시험은 우리밀제분공장에 설치되어 있는 제분기 및 선별기를 이용 제분시험을 실시하여 공정상의 문제점 및 단위기계장치의 개발개량 요인을 도출코자 하였다.

선별기(사별장치) 개발은 전자에서 설명한 제분 및 체별특성 시험결과에서 선별기에 적체 현상이 발생하는 것으로 나타나 제분공정의 개선을 위해 선별기를 개발하고 성능시험을 실시한 후 고품질 밀가루 생산을 위한 제분일관시스템 구성에 적용 하였으며, 우리밀 조절기 개발의 시행착오를 줄이기 위해 초음파 흡습형 시험용 조절기를 제작 조절시험을 실시하여 개선 보완사항을 도출, 이 결과를 토대로 실제 제분공장에 투입 할 우리밀 조절기를 개발하여 성능시험을 거친후 제분일관시스템

구성에 적용하였다. 고품질 밀가루 생산을 위한 제분일관시스템 구성은 불필요하게 구성되어 있던 밀쌀제조 공정을 별도로 분리하고, 본 연구 수행과정에서 개발된 조질기 및 선별기를 투입하여 구성하였으며, 최종 제품의 개선정도를 조사하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 우리밀 제분공장 가공실태조사

- 가. 조사표본 선정 : 전수조사
- 나. 조사표본수 : 8개소(우리밀공장 7, 대형제분공장 1)
- 다. 조사방법 : 현지방문 설문조사
- 라. 주요조사내용
 - 기계장치 현황 및 시설유형
 - 기계장치 개발개량 필요성 및 문제점
 - 밀가루 품위 등

2. 제분작업공정별 적정 작업방법 구명 시험

가. 우리밀 조질조건 구명시험

1) 공시재료

본 연구에 사용된 밀은 올그루밀 품종이며, '97년도 경기도 수원시 작물시험장에서 재배 수확된 밀을 2.4mm 정선체로 정선하여 사용하였으며, 공시재료의 물성은 표 4-1과 같다.

Table 4-1. Physical properties of wheat used in test.

Variety	Initial moisture content (%w.b.)	Test weight (1000 grains,g)	Hardness(kg/cm)
Olgeurumil	12.3	37.1	3.43

2) 실험장치 구성

실험장치는 온도와 습도, 압력을 조절할 수 있도록 제작하였다. 챔버는 습기에 의한 부식을 방지할 수 있는 스테인레스 소재로 제작하였으며, 로드셀 및 트레

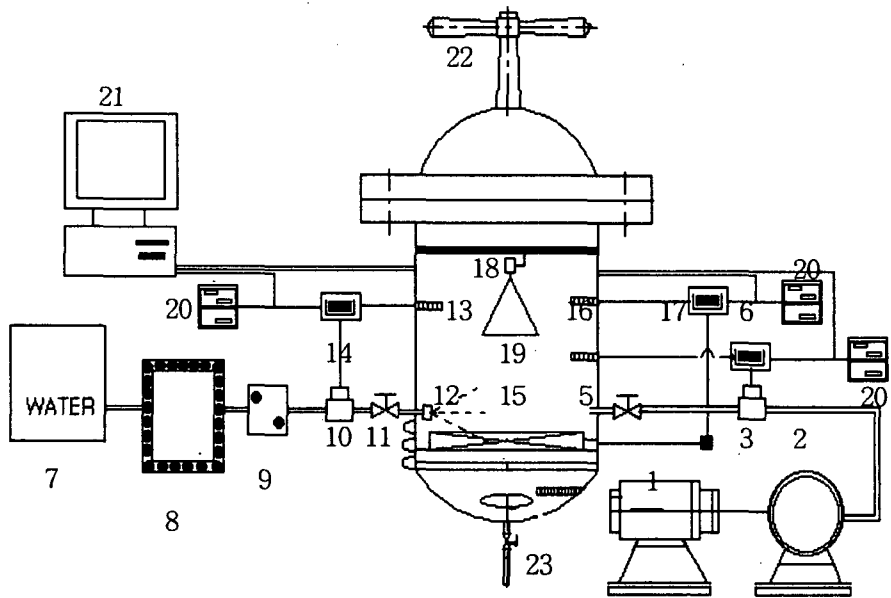
이는 용기의 상단 중앙부에 설치하였다.

압력조절은 콤프레셔(Compressor)에 의해 발생된 압축공기가 공기필터와 압력계이저를 거쳐 챔버(Chamber)로 유입되고, 압력센서에서 받은 신호를 압력콘트롤러와 레귤레이터에 의해 조절하는 구조로 제작하였다.

온도조절은 히터(Heater)와 냉각코일을 설치하여 챔버의 온도가 설정치 보다 낮거나 높을 경우 온도센서로 감지하여 제어토록 하였다.

습도조절은 챔버내의 압력이 높아질 경우 노즐로부터 미립화 또는 분무되지 않는 것을 방지하기 위하여 압축공기를 이용하여 노즐에 의해 미립 분무할 수 있도록 하였다.

측정된 온도, 습도, 압력, 무게변화 등은 실험장치에 설치된 인디게이터에 표시되도록 하고, 원활한 데이터 수집을 위하여 컴퓨터로 설정된 시간 마다 자동수집되도록 제작하였다. 구조 및 주요사양은 그림4-1 표4-2에서 보는바와 같다.



1. Compressor 2. Air tank 3. Pressure electronic valve 4. Pressure control valve 5. Pressure sensor
 6. Pressure controller 7. Water tank 8. Water bath 9. Water pump 10. Humidity electronic valve
 11. Humidity control valve 12. Nozzle 13. Humidity sensor 14. Humidity controller
 15. Heater 16. Temperature sensor 17. Temperature controller 18. Load cell 19. Tray 20. Data recorder
 21. Computer 22. Open handle 23. Drain valve

Fig. 4-1. Schematic diagram of experimental apparatus for the pressurization adsorption.

Table 4-2. Specification of experimental apparatus for the pressurization adsorption.

Item	Specification
Temperature sensor	
• Type	PT 100 OHM
• Range	20~70°C
• Accuracy	±0.3°C at 30°C
Temp. controller	
• Type	JAPAN SINKO-MCD100
• Range	-199.9~400.0°C
Humidity sensor	
• Type	Electronic's ceramic
• Range	60~98% RH
• Accuracy	±1% at 65% RH
• Control	Digital PID-H
Pressure sensor	
• Range	0~1.5kg/cm ² (gauge pressure)
• Accuracy	±0.1kg/cm ²
• Control	Digital display
Load cell	
• Type	DANA-SM-10
• Range	0~1,000g
• Accuracy	±0.1g
• Control	Digital display
Equilibration chamber	
• Dimension	∅ 350mm×H 800mm
• Volume	0.077m ³
• Material inner	Stainless steel plate 304,3.0t
• Material outer	Stainless steel plate 304,1.2t
• Door	Slide one touching door
Refrigerator	0.5 Hp
Heater	220V 3P 2Kw(fin type)

3) 실험방법

가) 실험조건

조질 시험조건은 압력의 경우 대기압, 0.4, 0.8kg/cm²으로 3수준, 온도는 20, 25, 30℃로 3수준, 상대습도는 97%로 하고, 밀의 초기 함수율은 6수준으로 하였다.

나) 흡습량 측정

실험 조건별로 압력 및 온도, 상대습도를 설정한 다음 목표치에 도달할 때 까지 예비운전을 실시한 다음, 준비된 시료를 150g씩 계량하여 그림 4-2에서 보는 바와 같이 트레이에 균일하게 넣고 챔버의 뚜껑을 열어 로드셀에 건 다음 실험조건에 변화가 적도록 빠르게 닫았다.

데이터의 수집은 온도와 압력, 상대습도, 무게 변화를 10초 간격으로 측정하고 5분 단위로 평균값을 자동으로 출력 토록한 컴퓨터 프로그램을 이용하였다. 이때 실험의 오차를 줄이기 위하여 밀의 무게를 수분함량으로 환산하여 목표수분함량에 도달하였을 때 부자가 올리면 실험자가 시료를 꺼내 종료 할 수 있도록 하였다. 사용된 로드셀의 최소측정단위는 0.1g이며, 실제값과 측정치의 오차를 최대한 줄이기 위하여 보정을 한 후 사용하였다.

실험이 종료된 시료는 전기오븐법을 이용하여 10g의 밀을 135℃의 온도에서 24시간 건조후 함수율을 측정하였다.

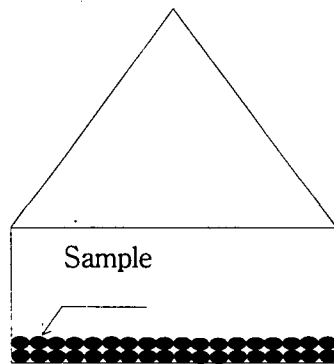


Fig. 4-2. The tray used for thin layer adsorption test.

다) 흡습조건별 제분특성 실험

(1) 제분실험

흡습실험이 종료된 밀은 시료 보관용기(desiccator)에 담아 충분한 조질이 이루어 지도록 상온에서 24시간 방치한 후 AACC(American Association of Cereal Chemists)가 권장하는 시험용 제분기(Test Mill)을 이용하여 2kg씩 제분을 하였다. 제분이 완료된 밀가루는 아래식에 의거 제분수율을 계산하였다.

$$\text{제분수율(\%)} = \frac{\text{Break粉} + \text{Reduction粉}}{\text{Break粉} + \text{Reduction粉} + \text{Bran} + \text{Shorts}} \times 100$$

(2) 밀가루 품위평가

(가) 함수율 측정 : 밀가루의 수분측정은 시료 2g(±1mg)을 135℃에서 2시간 건조법을 이용하였다(AACC44-19).

(나) 색도측정 : 색차계(MINOLTA CR-300, Japan)를 이용하여 10회를 측정한 후 최고값과 최저값을 제외하고 평균 L, a, b를 구하였다.

(다) 회분측정 : 시료를 담은 자재도가니의 무게(W₀)를 측정한 다음 3g(±1mg)의 시료를 정확히 취하여 자재도가니에 담아 오븐에 넣어서 150~200℃에서 연기가 나지 않을 때 까지 가열 하고, 300~400℃에서 2~3시간 灰化 한후 550℃에서 1~2시간 灰化하여 데스케이터(desiccator)에서 냉각시킨 다음 자재도가니의 무게(W₁)를 계량하여 아래식 으로 산출하였다(AACC08-01).

$$\text{시료의 회분함량(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

여기서, W₀ : 회화후 도가니와 시료를 합한 무게

W₁ : 회화전 도가니와 시료를 합한 무게

S : 시료의 무게

(라) 입도분석 : Sieve shaker에 표준체(20, 40, 60, 80, 110, 140, 200, 400 mesh)를 장착한 후 50g의 시료를 넣고 3분간 체질하여 입도를 아래식으로 분석하였다.

$$\text{입도(\%)} = \frac{\text{공시시료의무게} - \text{체를통과한시료의무게}}{\text{시료의무게}} \times 100$$

나. 제분 및 체별특성 시험

1) 공시재료

본 실험에 사용된 원료밀은 '98년 구례지역에서 생산된 그루밀 품종이며, 초기 함수율 13.5%(w.b), 천립중 38.22g인 밀을 사용하였다.

2) 제분기 및 선별기 구성

본 실험에 사용한 제분기는 표 4-3에서 보는 바와 같이 롤러밀 타입으로, 제분기 I, 제분기 II, 제분기 III은 홈롤러, 제분기 IV는 평롤러로 구성되어 있으며, 롤러밀의 회전수가 제분기 I 은 240rpm, 제분기 II, III, IV는 360rpm인 것을 사용하였다.

또 선별기는 표 4-4에서 보는 바와 같이 요동식으로 선별체가 7단으로 되어있고, 요동수가 200rpm, 요동 진폭이 50mm, 선별체의 크기가 가로 세로 각 800mm 인 것을 사용하였다.

제분기와 선별기는 그림 4-3과 같이 제분기 I +선별기1→제분기 II+선별기2→제분기 III+선별기3→제분기 IV+선별기4의 순서로 구성되어 있으며, 제분기 I에서는 원료 밀을 분쇄 하고, 제분기 II에서는 1, 2번 선별기에서 배출된 대쇄립을 재분쇄 하며, 제분기 III은 1, 2번 선별기에서 배출된 소쇄립을 재분쇄, 제분기 IV는 마지막으로 3번 선별기에서 배출된 소쇄립을 재분쇄한 다음 각 선별체로 분리하도록 된 우리밀공장에 설치된 기존의 제분시스템을 실험에 사용하였다.

Table 4-3. Specifications of Flour Milling Machine.

Item	Specification	Revolution (rpm)
Milling Machine I	Roller Size : D260×L600 Break Roller(Pitch 2,Crest1, Angle of Corrugation 23°)	240
Milling Machine II	Roller Size : D260×L600 Break Roller(Pitch1.5,Crest0.5, Angle of Corrugation 23°)	360
Milling Machine III	Roller Size : D260×L600 Break Roller(Pitch1,Crest0.5, Angle of Corrugation 43°)	360
Milling Machine IV	Roller Size : D260×L600 Reduction Roller	360

Table 4-4. Specification of Sifter.

Item	Screen Mesh							Revolu- -tion (RPM)	Width (mm)	Remarks
	1 Step	2 Step	3 Step	4 Step	5 Step	6 Step	7 Step			
Sifter1	18	24	32	110	110	120	120	200	50	Screen Size : L800×W800
Sifter2	18	24	32	110	110	120	120	200	50	
Sifter3	18	24	32	110	110	120	120	200	50	
Sifter4	18	24	32	110	110	120	120	200	50	

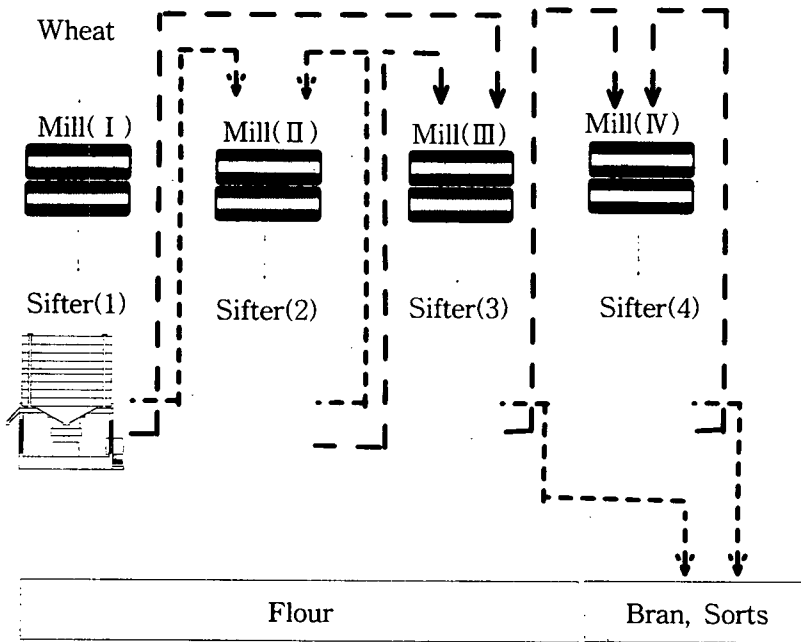


Fig. 4-3. Schematic diagram of milling and sifting system.

(다) 시험방법

모든 제분시스템은 평상시 가동하고 있는 조건에서 시험을 실시하였으며, 각 제분기 및 선별기의 원료흐름 및 가공상태를 조사하기 위하여 원료밀을 제분기 I 에 연속적으로 공급하면서 각 제분기의 후방에서 분쇄된 시료를 각각 100kg씩 채취하였다. 채취된 시료는 제분기별 분쇄특성 및 선별기의 체별특성을 구명하고자 입도를 분석하여 재분쇄 요구율 및 제품(밀가루) 생산량을 산출하였으며, 이때 각 제분기별로 밀가루와 분쇄물의 회분함량을 분석하였다.

다. 선별기(사별장치) 설계제작

1) 구조

제분 및 체별특성 시험결과 선별기1,2에서 분쇄물의 적체현상이 발생, 이의 개선을 위하여 선별기를 설계 제작하였다. 구조는 그림 4-4에서 보는 바와 같이 분쇄된 가공물로 부터 고품질의 밀가루 분리가 가능하도록 요동체식 7단으로 제작하였으며, 적정 선별체의 mesh를 구멍하기 위하여 선별체 교환이 가능한 구조로 제작하였다. 또 동력은 3상 380V, 2Hp의 모터를 사용하였으며, 요동진폭을 50mm, 요동수를 200rpm으로 제작하였다.

선별체는 합성우레탄 소재로 된 스트라이크를 부착하여 선별시 밀가루가 선별체 표면에 부착하는 것을 방지하였다. 주요 제원은 표 4-5와 같다.

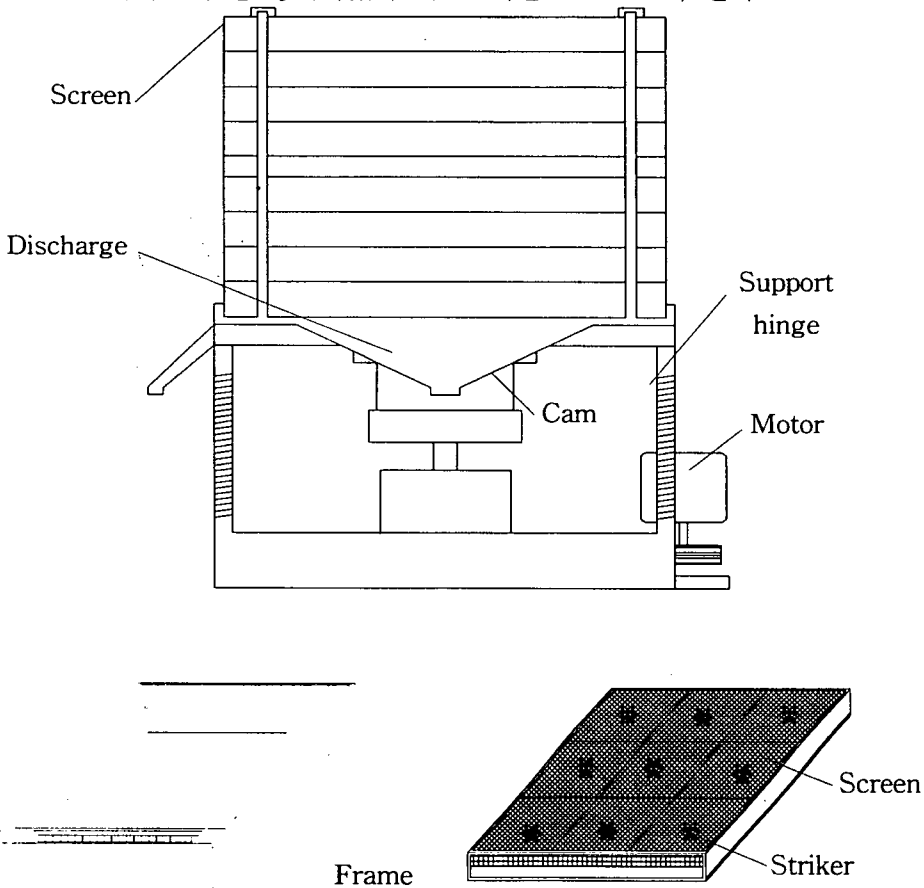


Fig. 4-4. Schematic Diagram of the Sifter.

Table 4-5. Specification of shifter.

Item	Specification	
Type	Oscillating screen	
Main size	L 800 × W 800 × H 1300mm	
Step of screen	7	
Screen size(mesh)	34, 58, 62, 100, 110, 120	
Power transmission part	Motor	380V, 2Hp
	Width(mm)	50
	Revolution(rpm)	200

2) 실험방법

선별기의 선별체 7단중 1단에는 34mesh, 2단 58mesh, 3단 62 mesh로 고정하고, 밀가루를 분리하는 4단에서 7단까지는 동일 mesh로 구성하여 선별기 성능 및 밀가루 입도를 조사하였다. 이때 4개 단의 선별체는 100, 110, 120mesh를 교환하며 시험을 실시하였다

라. 우리밀 조절기 개발

1) 시험용 조절기 설계 제작 및 요인시험

가) 구조

조질조건 구명시험 결과를 토대로 시험용 조절기를 설계제작 하였다. 원료투입구에 밀을 투입하면 버킷엘리베이터에 의해 밀이 이송되고, 동시에 함수율 측정장치에 의해 원료밀의 함수율이 측정되어 콘트롤부로 전송하며, 초음파가습장치에 의해 가습이 이루어지고 설정된 조절함수율에 도달하면 모든 작업이 완료되는 구조로 고안제작되었다. 또 밀이 평형함수율에 도달되기까지는 상온에서 보통 하루 정도가 소요되기 때문에 빠른시간내에 조절작업을 수행하고자 할 경우에는 가온기를 작동하여 조절시간을 단축할 수 있도록 하였다. 구조 및 제원은 다음과 같다(그림 4-5).

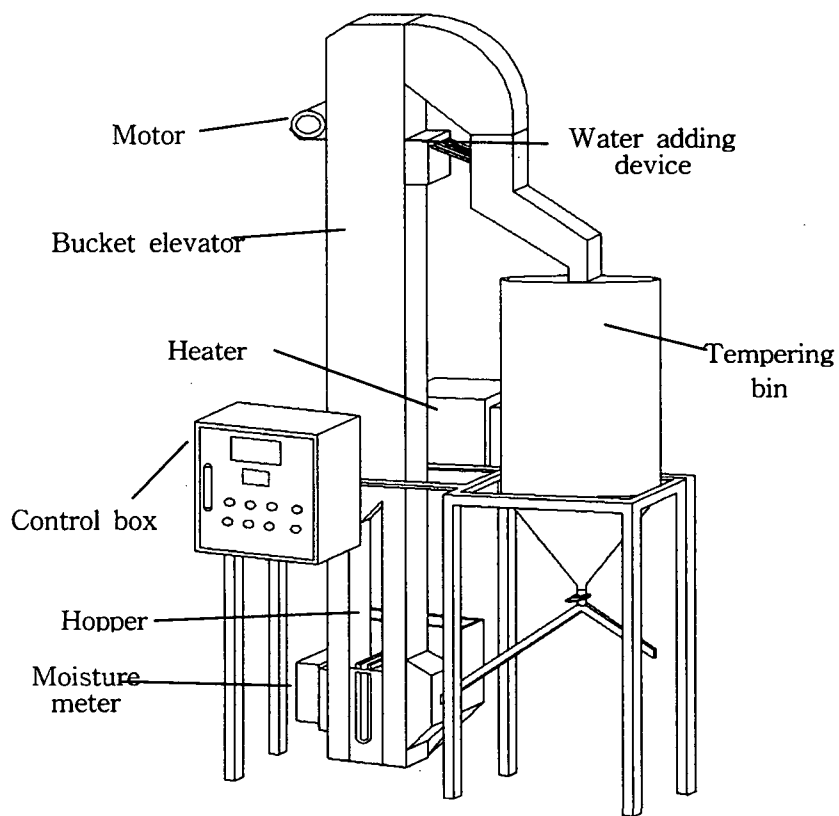


Fig. 4-5. Schematic Diagram of the tempering equipment

Table 4-6. Specification of tempering equipment.

Items		Specification
Tempering bin	Capacity	200 ℓ
	Working performance	10 ℓ/hr × 2 ea
Water adding part	Power source	220V, 600W
	Working performance	5ton/hr
Bucket elevator	Power source	220V, 0.56kW
	Model no.	MCS-9V
Moisture content measure part	Measuring method	electric resistance type
	Measuring range	11~29%
	Accuracy	±0.54%
	Power source	220V, 45W

나) 공시재료 및 시험방법

(1) 공시재료 : 원료밀은 '98년 작물시험장에서 생산된 올그루밀 품종이며, 초기 함수율 13.3%(w.b), 천립중 39.41g인 밀을 사용하였다.

(2) 조질시험 : 시험용조질기에 원료밀 200kg을 투입하고 조질기를 작동하여 가수를 실시한 다음 목표함수율에 도달한 후 24시간을 재워두었다가 배출라인에서 30초마다 샘플을 10회 채취하고, 전기 오븐법으로 함수율을 측정하여 조질 균일도를 보았다.

(3) 제분시험 : 조질이 끝난 밀은 우리밀 제분공장에서 제분시험을 실시하여 밀가루 품위를 우리밀 조질조건 구명시험의 조사방법과 같은 방법으로 조사하였다.

2) 우리밀 조질기(함수율측정·이송제어장치) 설계 제작 및 성능시험

가) 구조

시험용 조질기의 요인 시험결과를 토대로 조질기를 설계제작하였다. 구조는 그림 4-6에서 보는 바와 같이 원료밀이 조질기로 투입되어 버킷엘리베이터 상단의 가수부를 통과할 때, 정수필터에 의해 정수된 물이 고압펌프 및 노즐을 통해 미립으로 항상 일정량을 밀에 가수하도록 되어있다.

가수된 밀은 서서히 이송되어 함수율 측정장치를 통과하면서 함수율을 측정되어 목표함수율에 도달하였으면 시스템이 정지하고, 이때 미 도달하였을 경우 목표함수율에 도달할 때까지 반복 가수를 하는 구조로 설계 제작되었다. 이 조절기의 용량은 우리밀 공장에서 1일 가공량을 1회에 처리할 수 있는 규모로 제작되었으며, 시스템이 정지한 후에 자체탱크에서 템퍼링(tempering)이 가능하도록 되어있다. 주요 제원은 표 4-7과 같다.

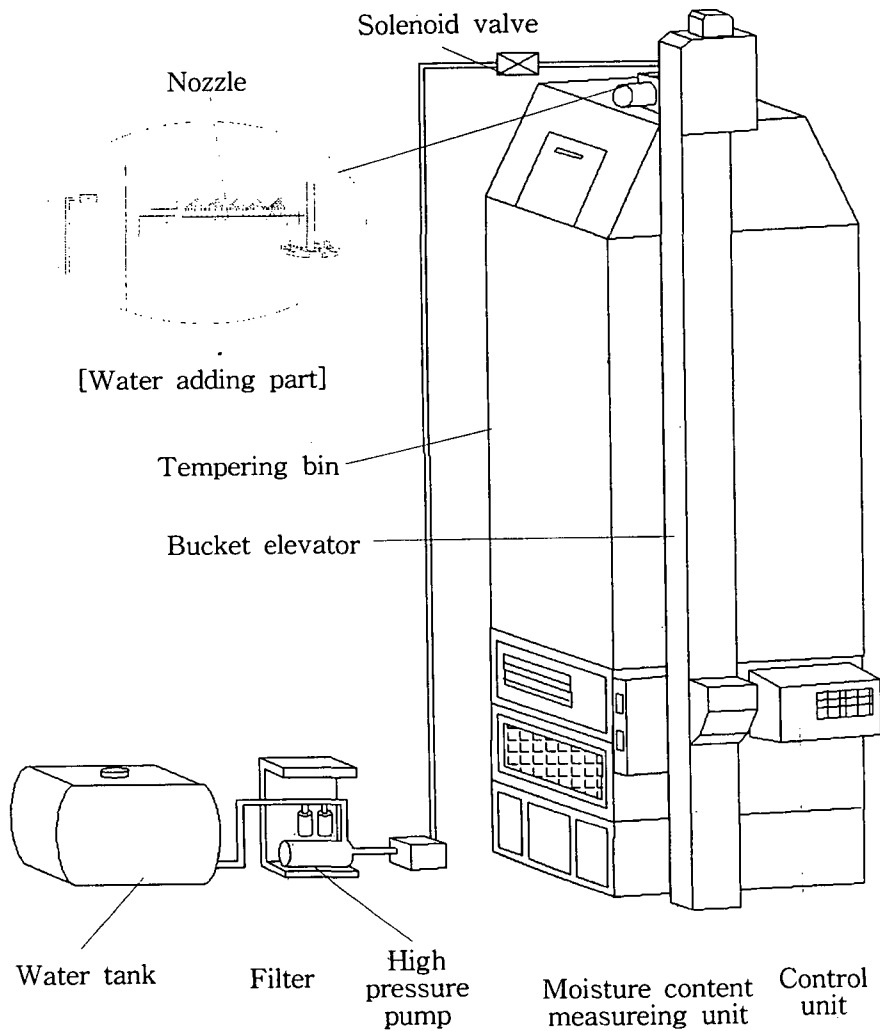


Fig. 4-6. Schematic diagram of the tempering machine.

Table 4-7. Specification of the tempering machine.

Item	Specification	
Size(L×W×H)	2,065×1,645×5,715mm	
Tempering tank capacity	7MT/	
Water adding part	Working performance	70 l/hr
	High pressure pump	30~100kg/cm ²
	Nozzle	Fog nozzle(50μm, 5ea)
Moisture content measuring unit	Electric resistance type	
Power source	Three phase 380V, 4kW	

나) 공시재료 및 시험방법

(1) 공시재료 : 원료밀은 '99년 전남 구례에서 생산된 올그루밀 품종이며, 초기 함수율 11.5%(w.b)인 것을 사용하였다.

(2) 조질시험 : 7톤의 밀을 투입하여 조질기를 작동하여 가수를 실시한 다음 목표함수율에 도달한 후 24시간 재워두었다가 배출라인에서 5분마다 샘플을 10회 채취, 전기오븐법으로 함수율을 측정하여 조질 균일도를 보았다.

(3) 제분시험 : 조질이 끝난 밀은 우리밀 제분공장에서 제분시험을 실시하여 밀가루 품위를 조사하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 우리밀 제분공장 가공실태

가) 우리밀공장 유형별 기계장치 구성현황 및 문제점

우리밀공장에 설치되어 있는 기계장치 구성 특징에 따라 3개 유형으로 나누어 비교해 보았다. 유형1의 경우 표 4-8에서 보는바와 같이 전처리공정에 요동형 석발기 및 정맥기가 설치되어 있고, 조질(Tempering)공정은 없는 것으로 나타났다. 또 제분기는 곡물분쇄에 많이 사용되는 원추형분쇄기, 선별체는 재래식인 회전원통형을 사용하는 것으로 나타났으며, 제분방식도 그림 4-7에서 보는 바와 같이 일정량의 밀을 넣고 계속 되돌림 가공하고 있어 고품질 밀가루 생산을 위한 기계장치로써는 부적합한 것으로 판단되었다.

유형2의 경우는 전처리공정에 요동형석발기, 원판형 금강석 탈피기, 정맥기가 설치되었고, 조질(Tempering)공정이 없으며, 제분기는 롤러밀을 4대 2조를 배열하였고, 선별기는 사각요동체가 설치되어 있어 중·소규모 우리밀 제분공장 수준에서는 단위 기계장치가 비교적 우수하였으나 제분기와 선별기의 시스템 구성이 유형1과 마찬가지로 되돌림 가공을 하고있어 고품질 밀가루 생산을 위해서는 제분기와 선별기의 재구성이 필요한 것으로 나타났다(표 4-8, 그림 4-8).

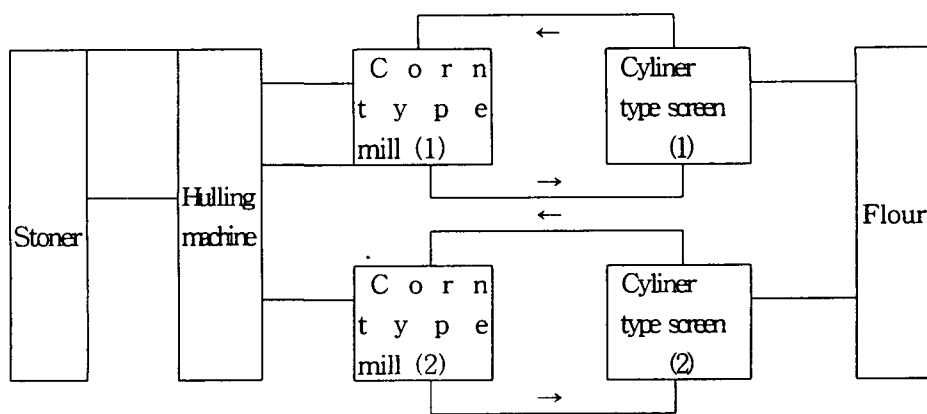
유형3은 전처리공정에 요동형석발기, 원판형 금강석 탈피기, 정맥기가 설치 되어 있는 것으로 나타났는데, 여기서 정맥기는 밀쌀을 제조하기 위한 것으로 제분작업에는 불필요한 공정으로 판단되었다. 또 조질공정에는 일반 노즐을 사용한 가수장치를 설치하여 일정시간 재워두지 않고 가수와 동시 가공함으로써 제분라인에 곰팡이가 발생하는 등의 문제가 있었다.

제분기는 롤러밀을 2대 2조를 배열하고, 선별체는 다단요동체(7단) 4대를 사용하여 일관제분작업이 가능하였다(표 4-8, 그림 4-9).

따라서 위에서 살펴본 바와 같이 3개 유형을 비교하여 볼 때 고품질 밀가루 생산을 위해서는 제3유형이 단위기계장치 및 시스템 구성상 가장 유리할 것으로 판단되었다.

Table 4-8 Major machine and operating conditions by factory type.

Item	Type I	Type II	Type III
○ Working performance(kg/day)	1,365	7,000	8,750
○ Machinery			
- Hulling machine type	Disk	Disk	Disk
- Stoner type	Oscillate	Oscillate	Oscillate
- Tempering machine	-	-	-
- Milling machine type	Corn	Roller mill	Roller mill
- Sorting type	Cylinder	Sifter	Sifter(7 step)
○ Yearly operating rate(%)	63	70	84
○ Yield rate(%)	64	70	71



60 Minutes recycle(80kg)

Fig. 4-7. Schematic diagram of factory type I.

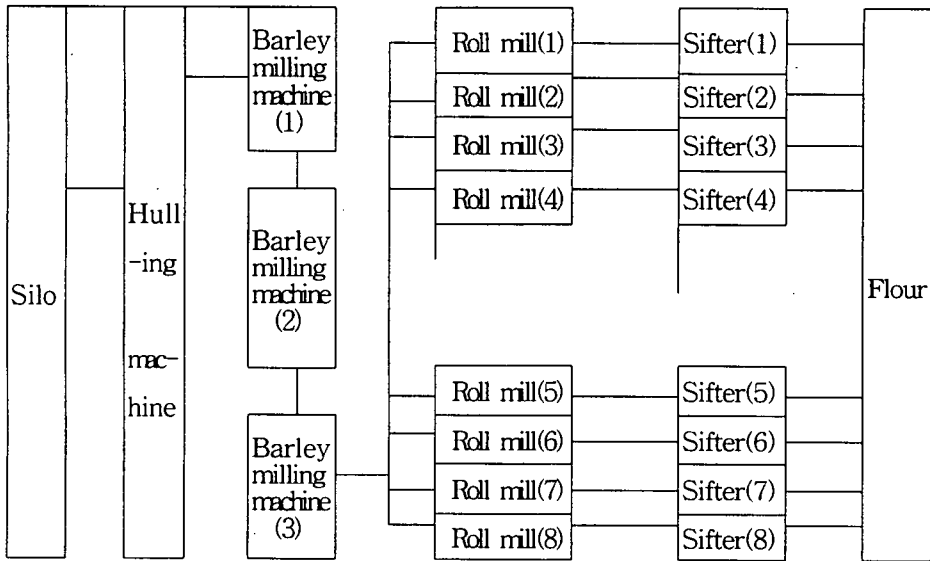
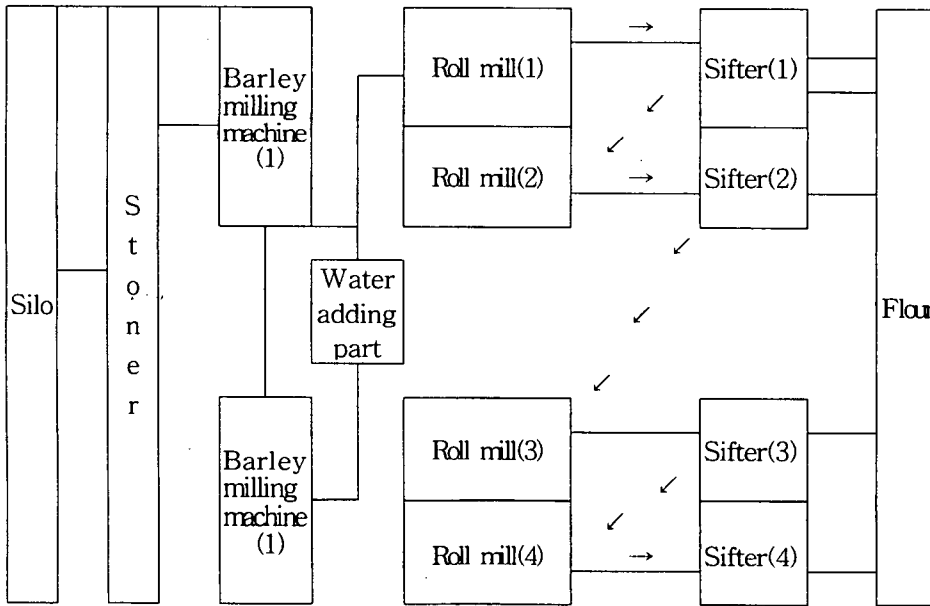


Fig. 4-8. Schematic diagram of factory type II.



※ Suction dust system required

Fig. 4-9. Schematic diagram of factory type III.

나) 우리밀 제분공장 유형별 밀가루 품질비교

우리밀 제분공장 유형별 밀가루 품질을 비교 분석한 결과, 표 4-9에서 보는 바와 같이 밀가루의 수분함량이 11.1~15.0%로 불균일하고, 회분함량은 유형1의 경우 0.79% 유형2의 경우 0.82%, 유형3의 경우 0.73%로 나타나 수입밀을 가공판매 하는 시판용 밀가루 0.42%에 비해 매우 높게 나타났다.

이렇게 우리밀 제분공장 생산 밀가루가 품위가 떨어지는 가장 큰 이유로는 첫째 밀를 장기 저장하기 위해 낮은 함수율로 보관했다가 가공함에도 불구하고 조질(Tempering)를 하지않는 데서 기인된 것으로 판단되며, 둘째 시설기계장치가 낙후하고 선별공정이 대형공장에 비해 단순화 되어있기 때문으로 생각되었다.

Table 4-9. Flour quality by factory type.

구 분	Type I					Type II	Type III			Products (Imported wheat)
	A	B	C	D	Avg.		A	B	Avg.	
Flour moisture content (%w.b)	11.1	15.0	12.3	13.6	13.0	12.4	12.7	12.4	12.6	15.0
Ash content(%)	1.07	0.75	0.66	0.70	0.79	0.82	0.77	0.69	0.73	0.42
Protein(%)	10.0	9.8	9.6	11.0	10.1	8.1	9.4	10.3	9.9	10.1

다) 우리밀 제분공장 단위기계장치 개발개량 요인도출

상기에서 살펴본 바와 같이 우리밀 제분공장의 유형중 제3유형이 본 연구의 수목적 달성에 가장 유리할것으로 판단되어 기본 모델로 결정하였다. 고품질 밀가루 생산을 위한 단위기계장치 개발개량이 필요한 공정은 조질공정과 선별공정으로 판단되었으며, 밀쌀 제조공정의 분리설치가 요망되었다.

2. 제분작업공정별 적정 작업방법 구명 시험

가. 우리밀 조질조건 구명시험

1) 흡습속도

압력별 흡습속도는 그림 4-10에서 보는 바와 같이 온도 30℃, 상대습도 97%, 초기함수율 15%를 기준으로 할 때, 대기압, 0.4kg/cm², 0.8kg/cm²에서 각각 0.254, 0.290, 0.340 %/hr로 나타나 압력이 높아질수록 흡습속도는 빨라졌다. 또 온도변화에 따른 흡습속도는 압력 0.8kg/cm², 상대습도 97%, 초기함수율 15% 조건일 때 온도 20, 25, 30℃에서 각각 0.253, 0.298, 0.340%/hr로 온도가 높아질수록 흡습속도가 빨라지는 것으로 나타났다.

밀의 초기함수율에 따른 흡습속도를 압력별로 살펴보면 대기압하에서 온도 30℃, 상대습도 97% 조건일때 초기함수율 12.11%에서 흡습속도가 0.271% /hr, 17.33%에서 0.246%/hr로 0.025% 감소하였으며, 압력 0.8kg/cm²에서도 초기함수율 12.08%에서 0.362 %/hr, 17.18%에서 0.323%/hr로 0.039%/hr 감소하여 함수율이 증가함에 따른 흡습속도의 변화가 뚜렷하였다(그림 4-11).

압력과 온도에 따른 흡습소요시간은 초기함수율 12.07%에서 17.30%까지 올리는 데, 대기압 상태에서는 온도 20, 30℃에서 각각 22, 20시간 소요되었으며, 압력 0.8kg/cm²에서는 각각 19, 15시간 소요되어 온도와 압력을 높일 때 흡습시간이 단축되는 것으로 나타났다. 또 경과시간별 흡습율이 직선형태를 나타내는 것은 본 실험이 조질을 목적으로 함수율을 12~17% 범위로 제한하였기 때문인 것으로, 이러한 현상은 함수율 범위를 확대하여 실험을 실시할 경우 흡습시간이 진행됨에 따라 흡습율의 감소추세가 뚜렷해질 것으로 판단되었다(그림 4-12).

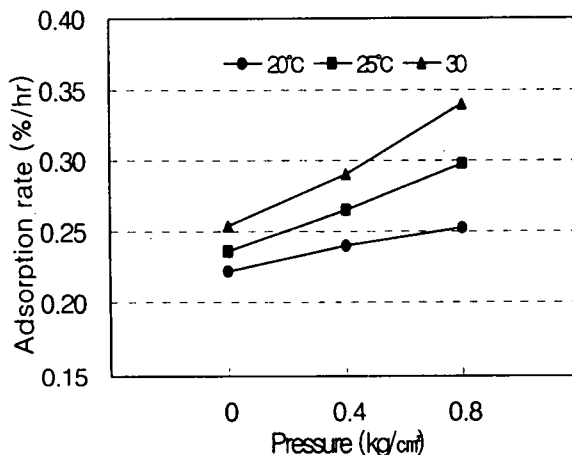


Fig. 4-10. Relation between different pressures and adsorption rate.

(Initial moisture content 15.1%, w.b, RH 97%)

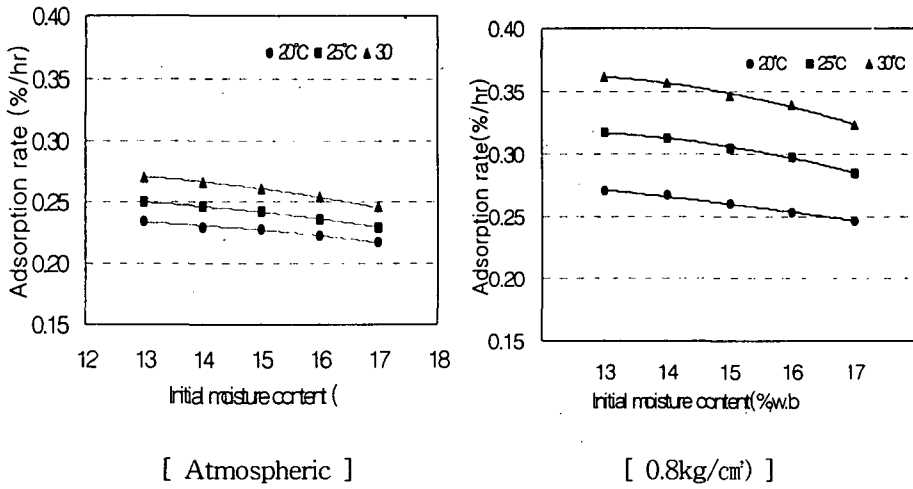


Fig. 4-11. Relation between initial moisture content of wheat and water adsorption rate.

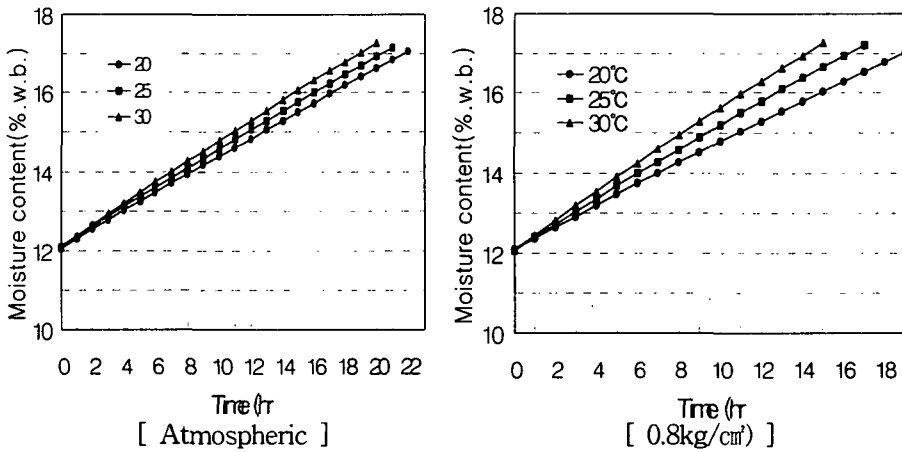


Fig. 4-12. Adsorption curve by temperature .

2) 밀가루 품질평가

가) 제분수율

각각의 실험조건별로 제분시험을 실시한 결과, 제분수율은 압력과 온도에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 밀의 함수율별 제분수율은 함수율이 증가할수록 제

분수율이 감소하는 경향을 보여, 함수율 12.07%에서 68.5%였으나 17.30%에서는 61.5%로 급격히 떨어졌다. 그러나 원료밀에 조질을 함으로써 증가되는 무게를 고려한 환산 제분수율은 같은 함수율 68.5%~65.4% 범위로 변화폭이 적었다(표 4-10).

또 밀기울 발생율은 밀의 함수율이 높아짐에 따라 증가하고, 밀기울 껍질 조직의 크기도 증가하였는데, 이는 밀의 함수율이 낮을 경우 밀 껍질이 분쇄되어 밀가루 쪽으로 혼입되는 율이 많고, 함수율이 높을 경우에는 껍질조직이 잘게 분쇄되지는 않았지만 껍질에 배유의 부착율이 높아지는 데에서 기인된 것으로 판단된다.

그림 4-13은 밀의 함수율에 따른 제분수율과 환산제분수율 관계를 회귀모델로 나타낸 것이다. 제분수율은 밀의 함수율이 증가함에 따라 $y_1 = 48.797 + 3.757x - 0.175x^2$ 로 감소하였으며, 환산제분수율도 $y_2 = 35.829 + 5.106x - 0.197x^2$ 로 감소하였다.

Table 4-10. Effect of wheat moisture content on the flour milling yield.

Variety	Milling m.c. (%wb)	Flour m.c. (%wb)	Yield (%)	Bran (%)	Shorts (%)	Conversion yield(%)	Remarks
Olgeuru-mil	12.07	11.34	68.5	20.8	10.7	68.5	○ Pressure
	13.23	12.78	68.0	22.2	9.8	69.4	- F value : NS
	14.24	13.62	66.8	24.0	9.2	68.5	- MSE : 0.071
	15.20	14.55	65.5	25.6	8.8	67.9	○ Temperature
	16.11	15.64	63.5	28.8	7.6	66.6	- F value : NS
	17.30	16.76	61.5	29.9	8.6	65.4	- MSE : 0.327
F value	**	**	**	**	*	*	
MSE	0.00	0.110	0.946	0.648	0.585	0.758	

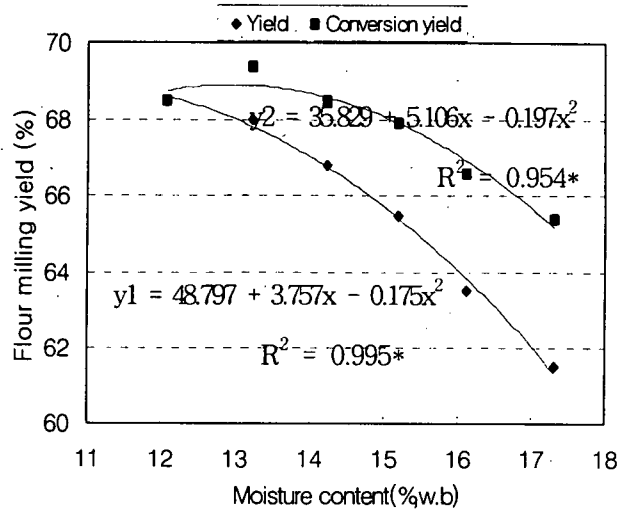


Fig. 4-13. Conversion yield curve for different moisture content of wheat.

나) 색도 및 회분함량

조질 조건중 압력과 온도는 밀가루의 색도와 회분량에는 영향을 미치지 않았으며, 밀의 함수율만이 영향을 미치는 것으로 나타났다.

제분된 밀가루의 색도판정 기준이 되는 명도(L값)는 함수율 12.07%에서 93.77, 17.30%에서 96.39로 증가하였으나 함수율이 높아질수록 명도의 증가폭이 둔화되었다. 대형공장 밀가루 명도(L값) 95.24와 비교하여 볼 때 함수율 14.24%에서 제분한 밀가루와 비슷한 것으로 나타났다.

회분함량은 함수율이 12.07%에서 17.30%로 증가함에 따라 0.60%에서 0.35%까지 감소하였는데, 우리나라 밀가루 검사규격 준강력분 1등급 기준 0.55%와 비교하여 볼 때 함수율 14.0% 이상에서 제분하였을 때 만족하는 것으로 나타났다.

함수율이 색도와 회분량에 미치는 영향은 함수율의 증가에 따른 L값은 5% 유 의수준에서 $y1 = 72.888 + 2.587x - 0.071x^2$ 로 증가하였으며, 회분함량은 $y2 = 1.896 - 0.147x - 0.003x^2$ 로 감소하는 것으로 나타났다(그림 4-14).

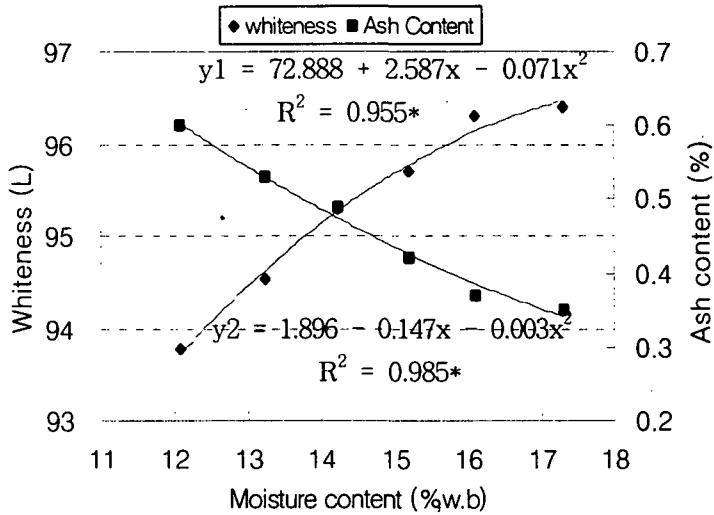


Fig. 4-14. Ash content and whiteness curve for different moisture content of wheat.

다) 입도분포

함수율 변화에 따른 입도분포율의 차이를 발견할수 없었으며, 110mesh 이상에 잔류하는 밀가루의 분포율은 21.36~27.53%로 높게 나타났다. 이는 밀가루 검사규격에 규정하고 있는 5% 수준을 훨씬 상회하는 수준으로 시험용 제분기의 선별체 (sifter)에 잔류된 굵은 밀가루의 재분쇄 및 재선별이 이루어지지 않은 데서 기인된 것으로 생각되었다(그림 4-15).

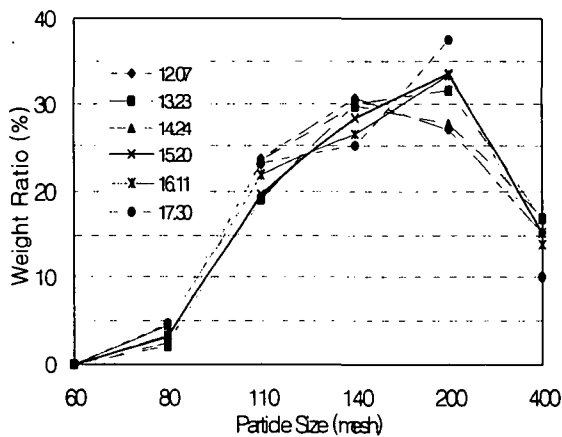


Fig. 4-15. Particle size curve for different moisture content of wheat.

라) 적정 조질함수율

적정 조질함수율은 제분수율이 최대한 확보되고, 준강력분 밀가루 1등급기준 밀가루 함수율 14.5%, 회분함량 0.55%이내, 색도등을 고려하여 조질 함수율 범위를 15.0~16.0%(w.b)로 결정하였다. 이 결과는 조질기 개발 자료로 활용하였다.

나. 제분 및 체별특성 시험

1) 제분기별 분쇄입도 및 선별기별분쇄물 흐름량

고품질 밀가루를 생산할 수 있는 일관제분시스템 구성을 위한 방법을 모색코자 제분 및 체별특성시험을 우리밀공장에 설치되어있는 제분기 및 선별기를 이용하여 실시한 결과 다음과 같다.

제분시 제분기별 분쇄입도는 표 4-11에서 보는바와 같이 제분기 I에서 제분기 IV 쪽으로 제분이 진행됨에 따라 입도가 작아지는 경향을 보였다.

또 100mesh를 기준으로 그 위에 잔류하는 양을 재분쇄 요구량으로, 통과량을 밀가루로 구분 하여 분석한 결과, 제분기 I, II의 재분쇄 요구율이 각각 89.3%, 81.2%로 높아, 1,2번 선별기의 적체현상 발생 원인인 것으로 나타나 앞으로 제분공정의 개선을 위해서는 현재 제분기 I 후방의 1번 선별기 뒤쪽에 선별기 1대를 추가 설치하여 선별작업을 분산시켜야 할 것으로 판단 되었다.

또한 제분 및 선별공정별 분쇄물의 흐름량을 조사한 결과, 그림 4-16에서 보는바와 같이 제분기 I, 제분기 II 및 1,2번 선별기에서 가장 부하가 큰 것으로 나타나 제분 일관시스템 구성시 고려되어야 할 것으로 판단되었다.

Table 4-11. Particle size distribution of reduction wheat by milling machine.

Item	Particle size (%)										
	Re-reduction					Flour					Total
	10mesh	30	60	100	Sum	120	140	200	200over	Sum	
Milling machine (1)	1.6	56.1	25.7	5.9	89.3	1.1	2.8	1.8	5.0	10.7	100
Milling machine (2)	0.2	23.7	46.4	10.9	81.2	2.0	4.0	3.1	9.7	18.8	100
Milling machine (3)	0	1.8	38.8	32.9	73.5	5.1	7.5	4.3	9.6	26.5	100
Milling machine (4)	0	0.1	21.4	30.3	51.8	10.4	14.7	10.1	13.0	48.2	100

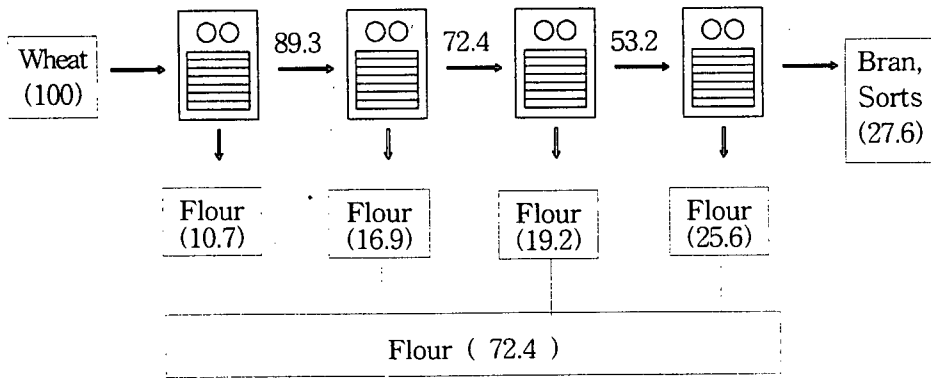


Fig. 4-16 Flow chart of milling and sifter process

2) 제분기별 분쇄물의 회분함량

제분기는 제분순서나 목적에 따라 각각 분쇄롤러의 구성을 조금씩 달리하기 때문에 제분기에 따라서 생산된 밀가루의 회분함량도 달라지게 된다.

따라서 제분기별로 생산된 분쇄물을 현재 우리밀 제분공장에서 사용되고 있는 밀가루 선별 기준인 100mesh를 통과한 것을 밀가루로 분류하고, 통과하지 못한 것은 재분쇄물로 구분하여 회분함량을 살펴보면, 밀가루의 회분함량이 제분기 I 과 III에서 각각 0.53, 0.66%로 다소 양호하였고, 제분기 II와 IV에서는 각각 0.73, 0.77%로 높게 나타나 밀가루 검사규격 1등급기준 0.55%를 훨씬 상회하였으나 이는 선별기를 통과하지 않는 분쇄물을 시험시료로 활용했기 때문인 것으로 생각된다. 상기의 결과를 종합하여 볼 때 현재 우리밀공장에서 제분기 I, II, III을 통과하고 선별기 1, 2, 3에서 생산된 밀가루를 1등급으로 분류하고 있으나 현 제분시스템대로 사용할 경우에는 제분기 I, III을 통과하고 선별기 1, 3에서 생산된 밀가루를 1등급으로 분류하는 것이 타당한 것으로 나타났다(표 4-12).

Table 4-12. Ash content of reduction wheat by milling machine.

Item	Ash content(%)			
	Mill I	Mill II	Mill III	Mill IV
Particle size				
100mesh below	2.40	2.31	1.98	1.32
100mesh over	0.53	0.73	0.66	0.77

다. 선별기 작업성능 및 작업정도

선별기의 선별망중 최종 밀가루 분리망인 4~7단을 동일한 mesh로 구성하여 성능시험을 실시한 결과, 표 4-13에서 보는 바와 같이 밀가루의 입도가 110mesh 이상에 잔류하는 양이 선별망 100, 110, 120mesh에서 각각 34.5, 10.77, 6.72%로 나타나 선별망의 mesh가 커질수록 입도는 작아 졌으나 밀가루 검사규격 5%에는 모두 미달하였다.

그리고 작업성능은 선별망 100, 110, 120mesh에서 각각 1,082, 914, 810kg/hr로 나타나 선별망의 mesh 수가 커질수록 급격히 저하하였다.

따라서 우리밀제분공장의 시간당 가공능력이 약 1,000kg인 점과, 우리밀공장의 제분 및 체별특성 시험결과 2번 선별기의 분쇄물 처리량이 89.3% 인점을 감안할 때 선별기의 성능은 최소 900kg/hr 이상이 확보되어야 할것으로 판단되어 밀가루 분리 선별망은 110mesh로 결정 선별기를 구성하였다.

또 이 선별기는 제분일관시스템 구성에 활용하였다.

Table 4-13. Particle size distribution of flour by Screen mesh.

Screen (mesh)	Perfor- mance (kg/hr)	Particle size distribution(%)										Total
		110mesh below					110mesh over					
		40 mesh	60	80	110	Sum	120	140	200	400	Sum	
100	1,082	0.78	0.13	9.12	24.56	34.59	7.67	23.56	25.22	8.96	65.41	100
110	924	0.07	0.11	3.10	7.49	10.77	5.61	31.34	34.53	17.75	89.23	100
120	810	0.05	0.12	1.97	4.58	6.72	8.26	30.62	30.43	23.97	93.28	100

※ - Screen's size are equal(4~7step)

라. 시험용 조질기 성능시험 결과

1) 작업성능 및 작업정도

시험용 조질기를 이용하여 초기함수율이 13.3%인 밀을 15.5%까지 가수하여 조질하였다. 이때 작업성능은 1.43hr/ton으로 나타났으며, 가수 균일도를 보기위해 함수율 표준편차를 구한 결과 미조질시 원료밀이 $\pm 0.225\%$ 였으며, 조질시 \pm

0.235%로 조질 후에도 함수율 균일도가 양호한 것으로 나타났다(표 4-14). 하지만 초음파 가습기를 오래 사용할 경우 진동자에 이물질이 끼어 가습기능이 떨어지는 것으로 나타나 금후 조질기 설계 제작시에는 고압펌프를 이용한 포그노즐을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

Table 4-14. Working performance and measure of tempering machine.

Item	M.C.(%, w.b)	Working performance (hr/ton)	M.C. Sd
Non-tempering	13.3	-	0.225
Tempering	15.5	1.43	0.235

2) 조질후 제분특성 및 체별특성

가) 제분특성 및 밀가루 품위

시험용 조질기를 이용하여 조질한 밀을 우리밀 공장의 제분라인에서 제분하여 제분특성 및 체별특성을 조사한 결과, 표 4-15에서 보는바와 같이 제분기 I에서 제분기 IV까지 제분이 진행됨에 따라 함수율은 미조질밀이 13.30%에서 12.98%로 감소하였으며, 조질밀은 함수율 15.50%에서 13.45%로 감소하여 조질밀 제분시 함수율 감소가 두드러졌다.

제분기 및 체별 밀가루 품위는 회분량의 경우 미조질밀 제분시 I번제분기+1번선별기에서 만이 밀가루 1등급기준 0.55%이내를 만족하는 0.425%로 나타났으며, II번제분기+2번선별기, III번제분기+3번선별기, IV번제분기+4번선별기에서는 각각 0.709, 0.628, 0.617%로 불량하게 나타났다. 하지만 조질밀 제분시에는 I번제분기+1번선별기, III번제분기+3번선별기에서 각각 0.317, 0.450%로 양호하게 나타났을 뿐만 아니라, II번제분기+2번선별기에서도 0.555%로 밀가루 1등급기준에 근접하는 등 조질에 따른 밀가루 품위개선 효과가 뚜렷하게 나타났다.

또 현재 우리밀 제분공장에서 제품화하고 있는 1등급(1+2+3번체), 2등급(4번체)으로 분류하였을 때 회분량은 미조질 밀가루의 경우 1,2등급에서 각각 0.580%,

0.624%로 1등급기준 0.55%에 모두 미달하였다. 그러나 조질 밀가루는 0.487%, 0.667%로 1등의 경우 기준에 만족하였을 뿐만아니라 등급구분이 확실하게 나타났다. 또 색도(L*a*b)는 1등급 밀가루의 경우 미조질시 94.74*0.26*8.00에서 조질시 96.02*-0.16*7.63으로 개선되었다(표 4-16).

Table 4-15. Flour quality by milling and sifting system.

Item	Roll mill + Sifter	Flour m.c. (%,w.b)	Ash content (%)	Color		
				L	a	b
Non tempering	I + 1	13.21	0.425	95.92	-0.07	7.51
	II + 2	13.10	0.709	94.22	0.37	7.93
	III + 3	13.09	0.628	94.59	0.17	8.61
	IV + 4	12.98	0.617	94.31	0.28	8.23
Tempering	I + 1	14.59	0.317	97.06	-0.41	6.91
	II + 2	13.97	0.555	95.93	-0.11	7.65
	III + 3	14.17	0.450	96.27	-0.22	7.75
	IV + 4	13.45	0.644	94.47	0.23	7.88

Table 4-16. Flour quality by grade.

Item	Grade	Flour m.c. (%,w.b)	Ash content (%)	Color		
				L	a	b
Non tempering	1	13.19	0.580	94.74	0.26	8.00
	2	13.30	0.624	94.04	0.36	8.30
Tempering	1	13.92	0.487	96.02	-0.16	7.63
	2	13.94	0.667	93.85	0.21	8.09

나) 입도분포

선별기별 밀가루의 입도분포를 조사한 결과 표 4-17에서 보는바와 같이 미조질시 110mesh에 잔류된 밀가루량 1,2,3,4선별기에서 각각 10.78, 34.64, 25.71, 9.07%로 나타났고, 조질시에는 각각 15.76, 44.95, 29.04, 16.66%로 미조질시에 비해 밀가루의 입자가 큰 것으로 나타났는데 이는 조질을 함으로써 배유의 조직이 크게 분리되기 때문인 것으로 생각된다.

또한 선별체 별로는 2번과 3번 선별기에서 특히 굵은 밀가루의 생산량이 많았는데 이는 우리밀 제분공장에서 선별기의 분쇄물 적체현상을 해소하기 위해 선별망을 굵은 것을 사용했기 때문으로 금후 최종 제분일관시스템 구성시 본 연구 수행과정에서 개발한 선별기를 추가설치 적체현상을 해소하고 최종 밀가루 분리 선별망을 110mesh로 교환할 경우 어느 정도 해소될 것으로 판단된다.

현재 우리밀 제분공장에서 등급화하고 있는 데로 제품을 2개 등급으로 나누어 입도를 조사한 결과, 110mesh에 잔류하는 밀가루의 량이 미조질시 각각 9.02, 15.90%, 조질시 각각 15.09, 22.52%로 미조질시에 비해 역시 굵은 밀가루의 량이 많았다(표 4-18).

Table 4-17. Particle size distribution of flour by sifter.

Item	Sifter	Particle size distribution(%)										Total
		110mesh below					110mesh over					
		40mesh	60	80	110	Sum	120	140	200	400	Sum	
Non temp- ering	1	0.09	0.10	0.10	10.49	10.78	6.50	19.45	34.62	28.65	89.22	100
	2	0.05	0.13	9.12	25.34	34.64	6.67	24.65	25.08	8.96	65.36	100
	3	0.05	0.11	2.97	22.58	25.71	8.26	23.63	30.43	11.97	74.29	100
	4	0.37	0.09	0.15	8.46	9.07	6.34	23.26	39.20	22.13	90.93	100
Temp- ering	1	-	0.74	2.83	12.19	15.76	8.49	21.68	40.43	13.64	84.24	100
	2	-	9.82	12.87	22.26	44.95	8.47	20.25	19.73	6.60	55.05	100
	3	-	2.39	8.66	17.99	29.04	8.95	24.15	29.00	8.86	70.96	100
	4	-	0.30	2.06	13.30	15.66	11.11	25.56	34.22	13.45	84.34	100

Table 4-18. Particle size distribution by flour grade.

Item	Grade	Particle size distribution(%)										Total
		110mesh below					110mesh over					
		40mesh	60	80	110	Sum	120	140	200	400	Sum	
Non tempe- ring	1	0	0.42	0.12	8.48	9.02	7.27	21.45	39.75	22.51	90.98	100
	2	0	0.14	0.99	14.77	15.90	7.84	21.35	36.26	18.65	81.01	100
Temp ering	1	-	0.22	2.98	11.89	15.09	11.15	25.38	35.30	13.08	84.91	100
	2	-	1.26	6.34	14.92	22.52	10.03	23.31	31.51	12.63	77.48	100

2) 우리밀 조질기(함수율측정·이송제어장치) 성능시험

가) 작업성능 및 작업정도

조질기에 초기함수율 11.5%(w.b.)인 밀을 투입하여, 함수율을 15.4%(w.b.)까지 가수를 한 다음 24시간 조질을 실시하였다. 이때 처리성능은 1회에 약 7톤으로 우리밀 제분공장 일일 가공량으로 충분한 것으로 나타났으며, 가수 균일도를 조사하기 위해 조질후 밀의 함수율을 측정된 결과, 함수율 편차가 원료밀이 0.42%, 조질후 밀이 0.51%로 나타나 조질후에도 밀의 함수율이 비교적 균일한 것으로 판단되었다.(표 4-19).

Table 4-19. Working performance and measure of tempering machine.

Item	M.C. (%w.b.)	Working performance (ton/cycle)	M.C. Sd	Adding water (ℓ/hr)	Power requirement (kw/hr)
Non tempering	11.5	-	0.42	-	-
Tempering	15.4	7.0	0.51	40.7	2.6

나) 조질후 제분시 밀가루 품위

조질된 밀을 우리밀 제분공장에서 제분하여 우리밀 제분공장에서 등급화하고 있는 데로 제품을 2개 등급으로 나누어 밀가루의 품위를 조사한 결과, 표 4-20에서 보는바와 같이 1등급 밀가루의 경우 미조질시 함수율이 10.79%로 매우 낮았으나 조질시에는 14.52%(w.b.)로 밀가루 검사규격 1등급 기준 14.5%(w.b.)을 만족하였다. 또한 회분함량에 있어서도 미조질시 0.62%로 높았으나 조질시에는 0.46%로 낮아져 밀가루 검사규격 1등급기준 0.55%에 만족하는 것으로 나타났다.

또한 밀가루의 색도(L*a*b)는 1등급에서 미조질시 94.23*-0.12*7.82였으나, 조질시에는 95.83*-0.33*7.12로 개선되었다. 따라서 새로 개발된 조질기를 고품질 밀가루 가공을 위한 제분일관시스템 구성에 활용기로 하였다.

Table 4-20. Flour quality by grade.

Item	Grade	Flour m.c. (%w.b.)	Ash content (%)	Color		
				L	a	b
Non tempering	1	10.79	0.62	94.23	-0.12	7.82
	2	10.56	0.78	93.04	0.40	7.87
Tempering	1	14.52	0.46	95.83	-0.33	7.12
	2	14.31	0.67	93.78	0.20	7.80

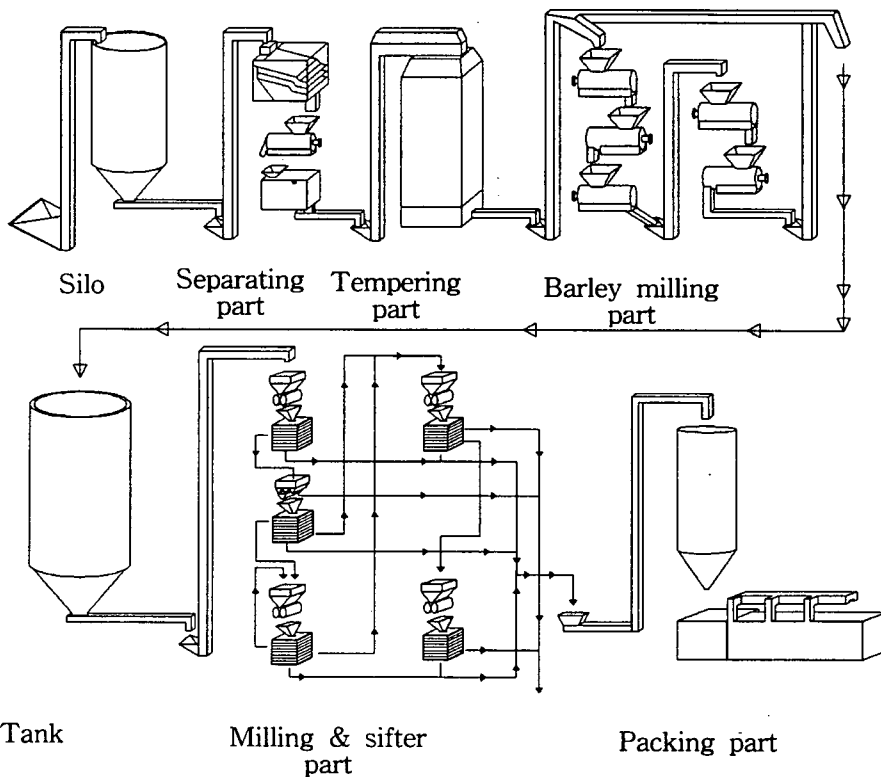


Fig. 4-17. Schematic Diagram of one line working system on flour factory.

나) 제분시험

(1) 제분수율 및 소요동력

원료밀의 함수율이 11.8%(w.b.)인 것을 정선부에 투입하여 정선을 실시한 다음 조질기로 투입하여 15.5%까지 조질을 실시 한 후 제분을 실시 하였다. 그결과 제분 수율은 77.6%로 미조질시 72.2%에 비해 5.4% 증대되었으며, 제분기의 소요동력도 미조질시 33.8kW/hr인 반면 조질시 31.5kW/hr로 약 6.8% 절감효과가 있는 것으로 나타났다(표 4-21).

Table 4-21. Yield and required power at tempering wheat.

Item	Variety	Moisture content (%,w.b.)	Yield (%)	Power requirement (kw/hr)
Non tempering	Eunpamil	11.8	72.2	33.8
Tempering	"	15.5	77.6	31.5

(2) 밀가루 품위

최종제품의 밀가루를 등급화하기 위해 제분후 각 선별기별로 생산된 밀가루의 품위를 조사한 결과, 표 4-22에서 보는 바와 같이 회분함량의 경우 조질시 선별기 1,2,4번에서 각각 0.42, 0.43, 0.51로 밀가루 검사규격 1등급기준 0.55%를 만족하였고, 선별기3,5번은 각각 0.59, 0.72%로 높게 나타났다. 그러나 미조질시에는 선별기 1,2번에서만 검사규격 1등급기준에 근접할 뿐 모든 선별기에서 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

따라서 선별기1,2,4번에서 생산된 밀가루를 1등급으로 분류하고 선별기3,5번별로 생산된 밀가루를 2등급으로 분류하여 제품을 등급화하였다.

그 결과 제품 1등급의 경우 함수율이 미조질시 10.73%(w.b.)으로 매우 낮았으나 조질시에는 14.54%(w.b.)로 검사규격 1등급기준에 만족하였다.

또 회분함량 역시 미조질시 0.60%로 높았으나 조질시 0.47%로 1등급 기준에 만족하는 것으로 나타나 제품의 개선효과가 뚜렷하게 나타났다(표 4-23).

Table 4-22. Flour quality by sifter at milling process.

Item	Sifter	Flour m.c. (%,w.b)	Ash content (%)	Color		
				L	a	b
	1	11.04	0.58	94.52	-0.27	7.71
	2	11.00	0.58	94.48	-0.22	7.99
	3	10.80	0.69	93.27	0.39	8.32
Non tempering	4	10.53	0.64	94.00	0.13	8.01
	5	10.11	0.71	92.98	0.41	8.23
Tempering	1	14.84	0.42	96.06	-0.43	6.91
	2	14.65	0.43	95.98	-0.23	7.02
	3	14.54	0.59	94.93	-0.12	7.65
	4	14.41	0.51	95.79	-0.19	7.45
	5	14.00	0.72	92.87	0.39	7.88

Table 4-23. Flour quality by grade.

Item	Grade	Flour m.c. (%,w.b)	Ash content (%)	Color		
				L	a	b
Non tempering	1	10.73	0.60	94.42	-0.09	7.73
	2	10.46	0.77	93.12	0.38	8.32
Tempering	1	14.54	0.47	95.98	-0.24	7.00
	2	14.35	0.67	93.87	0.30	8.04

(3) 입도분포

선별기1,2,4번을 1등급 제품으로 분류한 밀가루의 입도는, 110 mesh에 잔류하는 밀가루의 량이 미조질시에는 7.23%로 나타났으며, 조질시에는 8.39%로 다소 증가하는 것으로 나타났다. 이결과는 기존에 4대의 선별기가 설치되어 있을 때 미조질시 9.02%와 조질시 15.09%였던 것을, 본연구 수행과정에서 개발한 선별기 1대를 1번선별기 후방에 설치함으로써 적채현상을 해소하고 입도가 개선된 것으로 보여진다. 하지만 밀가루 검사규격 5%에는 다소 못미치는 것으로 나타났는데 이의 개선을 위해서는 대형제분공장과 같은 여러대의 선별기를 다단으로 설치하여 선별이 필요할 것으로 사료되고, 또한 현실적으로 우리제분밀공장이 중·소규모이고 영세한 면을 감안한다면 더 이상의 시설확대는 곤란 할것으로 여겨져 입도면에서는 이 결과를 수용하는 것이 좋을 것으로 판단된다(표 4-24).

Table 4-24. Particle size distribution by flour grade.

Item	Grade	Particle size distribution(%)										Total
		110mesh below					110mesh over					
		40mesh	60	80	110	Sum	120	140	200	400	Sum	
Non tempe ring	1	0.07	0.10	1.53	5.53	7.23	9.38	29.56	33.52	20.31	92.77	100
	2	0.21	0.11	2.63	6.90	9.85	10.50	31.97	32.14	15.54	90.15	100
Temp ering	1	-	0.56	1.74	6.09	8.39	11.72	28.93	35.71	15.25	91.61	100
	2	-	1.06	2.66	8.78	12.50	11.79	29.92	28.27	17.52	87.50	100

제 4 절 연구결과 요약

가. 우리밀 제분공장의 고품질 밀가루 생산기술을 개발코자 현재 우리밀 제분공장의 주요기계장치 현황을 조사하여 유형별로 분류하고, 각 유형중 고품질 밀가루 생산이 유리할 것으로 판단된 공장(3유형)을 기본 모델로 설정 개선요인을 도출한 결과, 단위기계장치 개발 개량이 필요한 공정은 조질 및 선별공정으로 나타났으며, 밀쌀 제조공정의 분리설치가 요망되었다.

나. 우리밀의 적정 조질조건 구명을 위하여 온도, 압력, 상대습도, 밀의 초기함수율별로 흡습속도 및 실험조건별 제분실험을 실시하여 밀가루 품위를 조사한 결과, 적정 조질 함수율 범위는 15.0~16.0%(w.b)로 판단되었다.

다. 우리밀 제분공장에 설치되어 있는 제분기 및 선별기를 이용하여 제분 및 체별특성 시험을 실시한 결과 제분기 I, II와 선별기 1,2에서 분쇄물의 흐름이 적체되는 것으로 나타나, 이의 개선을 위하여 선별기를 7단 요동체형으로 설계 제작하여 제분일관시스템 구성에 적용하였다.

라. 또한 적정 조질 조건 구명시험 결과와 시험용 조질기를 이용한 요인시험 결과를 토대로 우리밀 조질기를 개발하여 성능시험을 실시한 결과, 초기 함수율 11.5%(w.b.)인 밀을 15.4%(w.b.)까지 조질한 후의 함수율 편차가 0.51%로 미조질시 0.42%와 비교할 때 균일한 조질이 이루어진 것으로 판단 되었으며, 작업성능도 7톤/회로 우리밀 제분공장의 1일 가공량으로 충분한 것으로 나타나 제분일관시스템 구성에 적용하였다.

마. 기존의 우리밀 제분시스템에 새로 개발한 조질기를 투입하여 조질공정을 신설하고, 불필요하게 설치되어 있던 밀 쌀 제조공정을 별도로 분리설치, 선별부의 분쇄물 적체현상을 해소하기 위해 개발한 선별기 1대를 기존 1번 선별기 후방에 추가 설치하여 고품질 밀가루 생산을 위한 제분일관시스템을 구성 제분시험을 실시한 결과, 11.8%(w.b.)인 밀을 15.5%까지 조질하여 제분하였을 경우, 밀가루 함수율은 제품 1등급에서 미조질시 각 10.73%였으나 조질시에는 각각 14.54%로 밀가루 1등급 기준에 만족하였으며, 회분함량도 미조질시 0.60%에서 조질시 0.47%로 낮아져 밀가루 1등급을 만족하였다.

바. 또 색도(L*a*b)는 미조질시 94.42*-0.09*7.73에서 95.98*-0.24*7.00로 향상되었으며, 입도는 110mesh를 통과하지 못한 양이 미조질시 9.38%, 조질시 11.72%로 나타나 검사기준 5%를 훨씬 상회하여 선별라인의 증설이 요구되었으나 우리밀제분공장이 중·소규모이고, 영세한 면을 고려할 때 그대로 수용하는 것이 바람직 할 것으로 판단되었다.

사. 제분수율은 미조질시 72.2%에서 조질시 77.6%로 증대되었다. 따라서 새로 구성한 제분시스템에서 고품질의 밀가루 생산이 가능하여 고품질 밀가루 생산을 통한 부가가치 향상이 기대된다.

아. 국내에서 생산된 밀을 가공하고 있는 우리밀 제분공장 들에서 생산되는 밀가루가 수분함량이 11.1~15.0%(w.b.)로 불균일하고 회분함량이 0.66~1.07%로 매우 높아 밀가루의 품질이 매우 떨어지는 것으로 나타났으나, 본 연구에서 개발한 제분 일관시스템을 적용할 경우 밀가루의 수율증대 뿐만아니라, 밀가루의 함수율 및 회분함량이 우리나라 밀가루 검사규격 1등급기준에 만족하여 고품질 밀가루의 생산이 가능한 것으로 나타났다.

제 5 장 첨단 가공기술을 활용한 우리밀 건강기능성 가공제품개발

제 1 절 서설

현재 우리밀에 관한 연구는 품종별 이화학적, 물리적 특성 및 성분 조성 그리고 가공 적성에 대한 것이 대부분으로 우리밀의 특수 성분에 대한 과학적인 생리 기능성 연구는 전무한 실정이다. 우리밀의 소비창출을 극대화하기 위하여는 첨단 기능성 가공제품의 개발에 따른 부가가치의 상승을 꾀하여 원료 원가면에서 불리한 우리밀 가공제품의 시장경쟁력을 제고시키고, 새로운 첨단 가공기술을 이용한 식품 개발을 통해 우리밀 소비촉진을 유도함으로써 밀수입을 위한 외화를 절감시킬 수 있다.

국산 전통 천연기물 소재류(식용 약초류, 산야채류등)에 대한 건강증진용 기능성의 식품학적 이용에 관한 연구는 거의 없는 실정이므로 이를 우리밀의 제빵, 제과, 제면 등에 이용하여 기능성이 부가된 첨단가공제품을 개발할 필요성이 매우 높아지고 있으며, 전통 천연 식물성 소재류를 추출법이 아닌 원상태 그대로 기능성 식품 첨가재로서 활용하기 위하여는 전처리과정으로 소재별로 선택적인 파쇄 및 분급방법을 개발하여 식품가공적성을 향상시킬 수 있는 물리적인 변형을 유도함으로써 제품의 질을 높여야 한다. 또한 독특한 생육 환경에서 생산되는 우리밀만이 가지는 생리적 기능성 물질을 체계적으로 탐색하고 이들 성분의 본질과 효능을 확인하는 연구는 의미가 있다고 판단된다. 또한 우리밀이 특수한 건강 기능성 물질이 함유되어 있다는 것이 과학적으로 입증되면 우리밀의 생산 확대와 이용도 증가에도 기여할 수 있다고 생각한다.

따라서 본 연구에서는 우리밀로부터 특유의 건강 기능성 물질을 확인하고자 하였으며, 우리밀에서 발견된 면역기능 증진물질의 실체(상대효능, 상업적 제품에 이용하기 위한 이화학적인 성질 규명등)를 규명하고 이 물질을 이용한 고기능성 우리밀 가공제품을 다양하게 개발함을 목적으로 하였다.

이에 우리밀로부터 수용성 및 지용성 성분들을 추출하여 대식세포에 대한 식작용 활성을 수입밀과의 비교 검증을 통하여 우리밀의 면역 증강 기능성 성분을 확인

하며, 확인된 성분에 대해 체계적으로 규명하기 위하여 우리밀 EA 추출물로부터 분획물을 정성하고, 순수 분리하여 각 성분에 대한 phagocytic activity를 검증함으로써 면역 증강 기능성 성분을 규명하고자 하였다. 또한 순수 분리된 우리밀의 면역증강 성분이 함유된 건강 기능성 가공제품(음료 및 빵)을 제조 및 개발하고자 하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 암예방 천연 기능성 소재를 이용한 우리밀 가공 제품개발

가. 항암 기능성 전통 식물 소재의 선정 및 검증

1) 항암기능성을 있다고 판단되는 돌미나리등 10종의 소재를 선정, 수집하여 각 250kg씩 수집하여 열풍건조 시킨 후, 일부는(생체기준 100kg) 알콜로 유효성분을 추출 농축하여 암발생 억제 정도 측정 실험을 실시하였으며 일부는 목적에 따라 건조시킨 후 항암 기능성 검증을 위해 유효성분을 추출하고 일부는 가공제품 개발을 위하여 미세분쇄하였다.

2) 선별한 소재의 유효성분들의 항암기능성을 검증하기 위하여 항돌연변이원성 측정 실험(Ames test)을 실시하였다. 시험방법은 식물성 소재의 추출물을 대상으로 S. typhimurium TA-98과 TA-100을 이용한 Ames system에서 BP(Benzo-[α]-pyrene), Trp-P-1 등의 변이원에 대한 항돌연변이 효과를 측정하였다.

나. 식물 소재의 분쇄 및 시제품의 항암 기능성 검토

유효성분이 있는 전통 기능성 소재를 활용한 시제품을 대상으로 암세포주를 이용, SRB분석으로서 항암 기능성 실험을 실시한 후 최종 개발 가능 제품을 선정하였다.

SRB[sulforhodamin B]분석은 세포 단백질염색을 이용하여 세포 증식이나 독성을 측정하는 방법이다. 10 %의 fetal bovine serum과 Hep3B세포를 함유하는 DMEM배지는 100 μ l씩 각 well에 첨가되어 하루동안 incubation(37 $^{\circ}$ C, 5% CO₂)시킨후 추출물들을 각각 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 μ g/ μ l씩 첨가하여 다시 48시간 incubation시켰다. 그 후 상등액을 aspirator로 조심스럽게 제거하고 차가운 10% TCA(4 $^{\circ}$ C)

를 50 μ l씩 첨가하여 세포들을 well바닥에 고정 시켰다. 1시간 동안 4℃에서 incubation시킨후, TCA와 배지등을 제거하기 위하여 증류수로 5번정도 행구었다. Plate를 건조시키고 여기에 1% acetic acid에 녹인 0.4 % SRB를 첨가해 30분 동안 염색시킨 후 결합하지 않은 SRB염색액을 제거하기 위하여 1 % acetic acid용액으로 4번 정도 행구었다. 건조기에서 건조된 plate는 10 mM Tris buffer(pH 10.5) 100 μ l로 염색제를 충분히 녹인후 540nm에서 microplate reader로 흡광도를 측정하였다.

다. 과자류 제조 방법

개발 시제품에 사용된 향암 식물 소재는 120 mesh의 미세 분말 제조 방법을 사용하여 우리밀 가루와의 가공 친화성을 최대화 하였다. 밀가루는 10종류 향암 식물 소재 분말로 공히 5%를 첨가하였다.

Depositor 방식의 쿠키 : 밀가루 중량 대비 2%, 5%, 10%의 3종류.

윗불220℃, 밑불 190℃에서 13분 통과.

냉동 생지 방식의 쿠키 : 밀가루 중량 대비 2%, 5%, 10%의 3종류.

-28℃에서 12시간 냉동.

윗불 240℃, 밑불 200℃에서 15분 통과.

내열 파괴 방지.

반죽 → 냉동 → -28℃ 12hr ⇒ slice → 녹기 전에

baking.

라. 관능검사

향암 관련 우리밀 개발 세제품을 개발하여 (Cookie류 18종, 국수 10종, 밀가루10종) 시장성, 경제성, 상품성을 결정하기 위하여 맛, 색, 질감 등에 대한 관능검사를 실시하였으며 관능검사는 남녀 10명으로 구성된 관능 검사원에 의해 5점 기호 척도 시험법으로 평가하였다. 만족도에 대한 평가는 매우 나쁘다를 1점, 나쁘다 2점, 좋지도 나쁘지도 않다 3점, 좋다 4점, 아주 좋다를 5점으로 표시하여 평균값을 산출하였다.

2. 간기능 개선 능력을 가진 천연소재를 이용한 우리밀 가공제품 개발

가. 간장기능 개선의 효과가 예상되는 천연소재 발굴

검정대상소재는 메밀싹, 어성초, 오갈피, 인진쑥, 칩, 녹두, 흰콩, 표고버섯, 솔잎, 콩나물등 10개 소재 였으며 열수(hot water) 또는 에탄올로 추출. 지방이 많은 콩의 경우 hexane으로 지방을 추출 제거한 후 시행하였다

시험방법은 in vitro 실험과 동물을 이용한 in vivo 실험 두종류로 실시하였다.

1) In vitro system

CCl₄ 유도 간세포독성에 대한 추출물의 해독능력을 검토하기 위하여 Cell line (primary hepatocyte culture) 배지에서 GOT, 및 GPT를 측정하였으며 쥐의 간세포를 이용하여 alcohol dehydrogenase(ADH), fatty acid synthase(FAS) 및 HMG-CoA reductase의 활력을 측정하였다

2) In vivo system (동물시험)

제품개발에 사용한 농도의 소재를 먹이에 첨가 사육하여 간기능 개선정도를 확인하였다

AIN-76으로 조제한 사료에 in vitro system에서 효과가 인정된 분말을 직접 사료에 첨가하여 사염화탄소로 지방간을 유도시킨 수컷 S.D rats(6주령)에 4주간 투여하여 혈청 및 조직에서 투여물질의 효과를 검증하였고, in vitro에서 확인된 첨가 사료 중 쑥, 솔잎은 사료에 3%, 표고, 콩나물, 녹두는 사료중 5%를 첨가하였다. 분석항목으로는 GOT, GPT, ADH activity, GSH, TBA-reactive substance, Cholesterol, TG, FFA, tissue Lipids level, Serum protein등 이었다.

나. 우리밀 가공제품 개발 및 관능검사를 통한 최적화

가공제품을 개발하기위하여 콩나물, 녹두, 흰콩분말은 3, 5 및 10% 3종류로, 인진쑥, 솔잎분말은 1, 및 3% 두종류로 표고버섯분말은 1, 3 및 5% 3종류로 첨가한 빵 및 과자 제품을 제조 하였다

다. 과자류 제조방법

1) Depositor 방식의 쿠키 : 밀가루 중량 대비 2%, 5%, 10%의 3종류.

윗불 220℃, 밑불 190℃에서 13분간 통과.

2) 냉동 생지 방식의 쿠키 : 밀가루 중량 대비 2%, 5%, 10%의 3종류.

-28℃에서 12시간 냉동.

윗불 240℃, 밑불 200℃에서 53분간 통과.

내열 파괴 방지.

반죽→냉동→-28℃ 12hr→slice→녹기전에 baking.

라. 관능검사

효능이 인정된 천연소재중 가공적성이 적합하다고 판단된 소재를 초미세 분말화하여 농도별로 과자류 및 빵류를 제조한후 맛, 향기, 느낌에 대한 관능검사를 실시하였다.

3. 우리밀 고유의 면역 기능성 물질을 이용한 간기능개선용 가공 제품개발

가. 우리밀로부터 면역 기능성 물질의 검색

1) 재료 및 추출물의 제조

가) Phosphate buffer saline(PBS) 추출물

본 연구에 사용된 밀은 우리밀 6종(은파밀, 그루밀, 알찬밀, 탐동밀, 고분밀, 수원 267호)과 수입밀 2종(Australian Standard White, ASW ; Dark Northern Spring, DNS)으로써 원맥을 농촌진흥청 작물시험장으로부터 받아 밀가루를 직접 제분하여 대식세포의 식작용을 활성화하는 물질을 탐색하기 위한 추출물을 제조하였다(Fig. 5-1).

밀의 수용성 성분을 추출하기 위해 각각의 밀가루 50g을 정량하여 여기에 PBS(pH 7.4) 용액 100ml를 넣은 후 4℃에서 300rpm의 속도로 12시간 동안 교반하였다. 이를 다시 초고속원심분리기로 4℃에서 200,000g의 속도로 원심분리하여 상등액을 분리하였다. 분리된 PBS 추출물은 대식세포의 식작용 활성 측정을 위해

0.45 μ m membrane filter로 여과하여 냉장 보관하며 사용하였다.

나) Ethanol-acetic acid(EA) 추출물

밀의 EA 추출물을 얻기 위하여 각각의 밀가루 200g에 EA(100 : 1) 용액 400ml를 넣은 후 4 $^{\circ}$ C, 300rpm에서 12시간 동안 교반하였다. 이것을 4 $^{\circ}$ C, 8000rpm으로 원심분리한 후 상등액을 다시 4 $^{\circ}$ C에서 200,000g의 속도로 원심분리한 후 0.45 μ m membrane filter로 여과하였다. 용매에 의한 세포독성을 제거하기 위하여 질소 가스를 주입하면서 감압농축기로 건조시킨 후 냉동 보관하면서 식작용 활성 측정에 이용하였다.

2) J774 cell 배양 및 대식세포 식작용 활성 측정

가) J774 cell 배양

각종 용매로 추출된 밀 추출물의 대식세포에 대한 식작용 활성을 측정하기 위하여 macrophage cell line인 J774를 10% fetal bovine serum(FBS)를 첨가한 Dulbecco's modified eagle's medium(DMEM) 배지로 CO₂ incubator(5% CO₂, v/v)에서 37 $^{\circ}$ C로 배양하며 사용하였다.

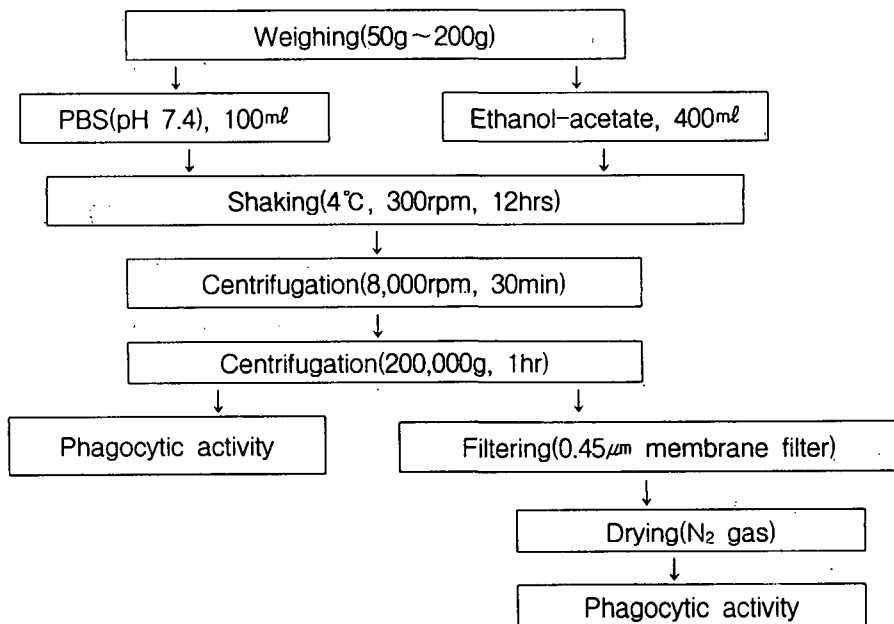


Fig. 5-1. Schematic diagram for the analysis of phagocytic activity

나) 대식세포 활성 측정

PBS 및 EA 추출물의 J774 macrophage에 대한 식작용 활성 증감 여부를 확인하기 위하여 yeast(zymosan)를 탐식 물질로 이용하였다. 이때 사용된 yeast는 *saccharomyces cerevisiae*로서 autoclave에서 멸균하여 활성을 제거한 후 사용하였다. J774 cell line을 35mm 배양접시에서 세포 수가 1×10^4 이 되도록 monolayer로 배양한 후, 여기에 각각의 밀 추출물을 첨가한 후 일정시간 동안 반응시켰다. 그 후 각 배양접시에 fluorescein isothiocyanate(FITC) conjugated yeast를 $5\mu\text{l}$ 씩 첨가하여 대식작용이 일어나도록 일정시간 동안 CO_2 incubator에서 반응시켰다. J774 cell에 탐식되지 않은 yeast를 제거하기 위하여 PBS로 3번 세척한 후 형광 현미경을 이용하여 J774 cell의 수와 이 대식세포속에 탐식된 yeast의 수를 세어 yeast/macrophage cell로 대식세포의 활성을 비교하였다.

3) FITC conjugated yeast 제조

FITC를 yeast에 결합시키는 방법은 PBS로 잘 씻은 yeast를 10% dimethylsulfoxide (DMSO), 0.25M sodiumcarbonate(pH 9.0), 0.1M sodium chloride에 0.01g/ml 농도로 FITC를 녹인 용액을 섞어 4°C에서 48시간 회전하며 반응시키고 zymosan을 PBS로 7회 이상 잘 씻는다. 이것을 마우스 혈청에 섞어서 4°C에 보관하며 사용하였다.

4) 대식세포 활성의 최적 조건 결정

가) 추출물의 최적 농도 결정(Dose dependent 활성 검색)

0.005mg, 0.05mg, 0.5mg, 5mg, 50mg의 밀가루에서 추출한 추출물을 각각 배양 접시에 첨가한 후 농도에 따른 대식세포의 식작용 활성이 극대화되는 농도를 측정하였다.

나) 최적 반응시간 결정(Time dependent 활성 검색)

추출물을 첨가한 후 1~6시간 까지 J774 cell을 배양하면서 반응 시간에 따른 대식세포 활성이 극대화되는 반응시간을 측정하였다.

나. Column chromatography에 의한 면역 증강 물질의 분리 및 확인

1) 확인된 물질의 fractionation

추출물로부터 대식세포에 대한 식작용 활성이 우수하다고 판단되는 생리활성 물질을 분리, 확인하기 위하여 column chromatography 방법을 이용하였다. 분획에 사용된 column의 크기는 15mm×400mm이었고, 충진제로는 silicic acid (mesh 100-200)를 사용하였다. Column에 활성화된 silicic acid를 충전시킨 후 ethylacetate : methanol : H₂O(65 : 25 : 4, v/v/v) 용출 용액을 이용하여 전개시켰고, 용출 속도는 1ml/min로 조절하면서 fraction collector를 사용하여 분획하였다. 분획된 용액은 thin layer chromatography(TLC)법으로 순수분리 정도를 확인하였고, 확인된 물질은 분획한 후 다시 모아서 농축시킨후 식작용 활성을 측정하는데 이용하였다.

다. 우리밀 EA 추출물의 면역증강 기전 규명

1) 세포막 관련 단백질의 변화 측정

대식세포를 DMEM 배양액에서 24시간 배양한 다음 시약 및 밀 추출물을 처리하였고, 2시간 후에 세포를 PBS로 세척한 후 50 μ l 완충액(50mM HEPES, pH 7.4, DTT 1mM, 0.5 μ M MgCl₂, 2 μ g/ml aprotinin, 2 μ g/ml leupeptin)에 세포를 부유하였다. 초음파 분쇄기로 세포를 파쇄하여 초원심분리기로 상청액과 막침전물을 분리하고 막침전물을 50 μ l 완충액에 녹인 후, 그중 20 μ l를 전기영동하였고 western blot을 시행한 후 RhoA, Cdc42 및 protein kinase 항체로 blot을 한 후 anti-peroxidase-conjugated IgG 항체로 두번째 blot을 하고 ECL 시약을 이용하여 나오는 신호를 X-ray film으로 감광하여 분석하였다.

2) 고분밀 처리에 의한 대식세포내 단백질의 변화

1×10⁷ cells/ml의 대식세포를 10ml/100mm dish에서 배양한 후 세포를 회수하여 mini 2D-gel 1차원 전기영동을 위한 단백질 시료를 조제하였고, 시료를 조제하여 1차 전기영동을 400V에서 6시간 전개시킨 후 2차 전기영동은 12% SDS-PAGE로 1시간 시행하였다. 그 다음 전기영동이 끝난 gel을 silver staining하여 A) 대조군 B)

고분밀을 처리한 대식세포의 단백질 조성을 비교하였다. 또한 대식세포에 고분밀을 처리한 세포(B)와 처리하지 않은 세포(A)로부터 단백질을 분리하여 mini-2D gel 을 걸었으며, 전기영동 후 gel을 silver staining하여 단백질 분포를 비교하였다

라. 동물실험을 통한 면역 증강 기능성 확인

1) Rat 복강 대식세포의 식작용 활성 측정

우리밀의 건강 기능성을 생체내에서 증명하기 위하여 실험동물에게 우리밀인 고분밀과 수입밀인 ASW를 섭취시킨 후 복강세포를 분리하고 대식세포의 식작용 활성을 측정하여 면역 증강 효능을 검증하였다.

PBS를 rat의 복강에 주입한 후 용액을 다시 주사기로 모아 조직 배양 플레이트에 배양액을 섞어 CO₂ incubator에서 배양한 후, 3시간 후에 부착하지 않는 세포들을 PBS로 2번 세척하고 배양액을 넣어 밤새 배양하였다. Yeast를 5 μ l(0.2mg/ μ l)씩 넣고 식작용을 유도하였으며, 1시간 후에 대식세포내의 yeast를 세어 식작용의 정도를 확인하였다.

마. 면역증강 기능성 fraction의 가공적성 규명

1) 액상에서의 가공적성 규명

가) 원료 배합 및 순서

시제품은 우리밀 EA 추출물의 함량을 40mg 및 80mg으로 하여 여기에 치커리 엑기스, 둥굴레 엑기스, 배과즙의 함량을 다르게 조절하여 만들었으며 각 제품들은 난수포 방식에 의하여 479, 608, 364, 215로 나타냈다 (Table 5-1).

Table 5-1. The mixing ratios of materials for manufacturing of Woorimill beverages

	479	608	364	215
우리밀 추출물	40mg	80mg	40mg	80mg
Sugar ester	20mg	40mg	20mg	40mg
치커리(8 brix)	3	3	5	5
등굴레(0 brix)	76.61	76.61	73.61	73.61
대추(3 brix)	2	2	2	2
당귀(3 brix)	6	6	6	6
배과즙(69 brix)	8	8	10	10
올리고당(74 brix)	4	4	3	3
비타민 C	0.015	0.015	0.015	0.015
구연산	0.015	0.015	0.015	0.015
구연산 나트륨	0.3	0.3	0.3	0.3
안식향산 나트륨	0.06	0.06	0.06	0.06
Total	100	100	100	100

각 제품들의 원료 배합 비율 및 제조 방법은 먼저 우리밀 추출물은 지용성이므로 50% 알콜에 현탁시킨 다음 유화제인 sugar ester를 넣어 충분히 유화시켜 유화액을 만든 후 알콜을 휘발시킨다. 표에서와 같이 등굴레, 대추, 치커리, 당귀 및 배과즙은 100분율로 환산하여 혼합하였고, 기타 올리고당 등 식품첨가물은 시중에서 구입하여 100분율로 환산한 다음 혼합하였다. 여기에 앞에서 용해시킨 우리밀 추출물을 넣은 후 다시 3시간 동안 열탕 교반하여 제조하였다.

나) 우리밀 음료 제조 공정

우리밀 음료를 제조·개발하기 위한 시제품의 제조 공정은 Fig. 5-2와 같다. 정수과정은 1급 상수도를 탈이온하여 사용하였고, 시료의 용해 및 유화과정에서 밀 추출물이 알콜 용해성이므로 알콜을 적당한 비율로 희석하여 녹인 다음 유화제를 첨가하여 시료와 유화제를 충분히 유화시킨 후 알콜을 증류하여 제거시킨 것에 첨가물을 가하였다. 이때 알콜 농도는 50%, 75%, 95%로 조정하였고 용해성은 큰 차이가 없었으며 본 실험에서는 50%로 희석하여 용해시켰다. 유화제는 sugar ester S-160을 사용하였으며, 이것은 HLB 15~16 정도의 설탕 지방산 에스테르로서 음료용 유화제로 적합하다고 사료된다. 올리고당 등 식품첨가물은 식품의약품 안전청의 규정에 준하여 첨가량을 계산하여 혼합하였다.

다) 관능검사

우리밀 음료 시제품에 대한 관능 검사는 남녀 10명으로 구성된 관능 검사원에 의해 5점 기호 척도 시험법으로 평가하였다. Fig. 3의 관능검사 양식에서 보는 바와 같이 각각의 제품에 대한 색깔, 향기, 맛 그리고 전체적인 만족도에 대한 평가는 매우 나쁘다를 1점, 나쁘다 2점, 좋지도 나쁘지도 않다 3점, 좋다 4점, 아주 좋다를 5점으로 표시하여 평균값을 산출하였다.

라) 통계처리

개발된 시제품에 대한 관능검사 결과는 ANOVA로 분석한 후 Student's t-test로 시료간의 유의성을 검증하였다.

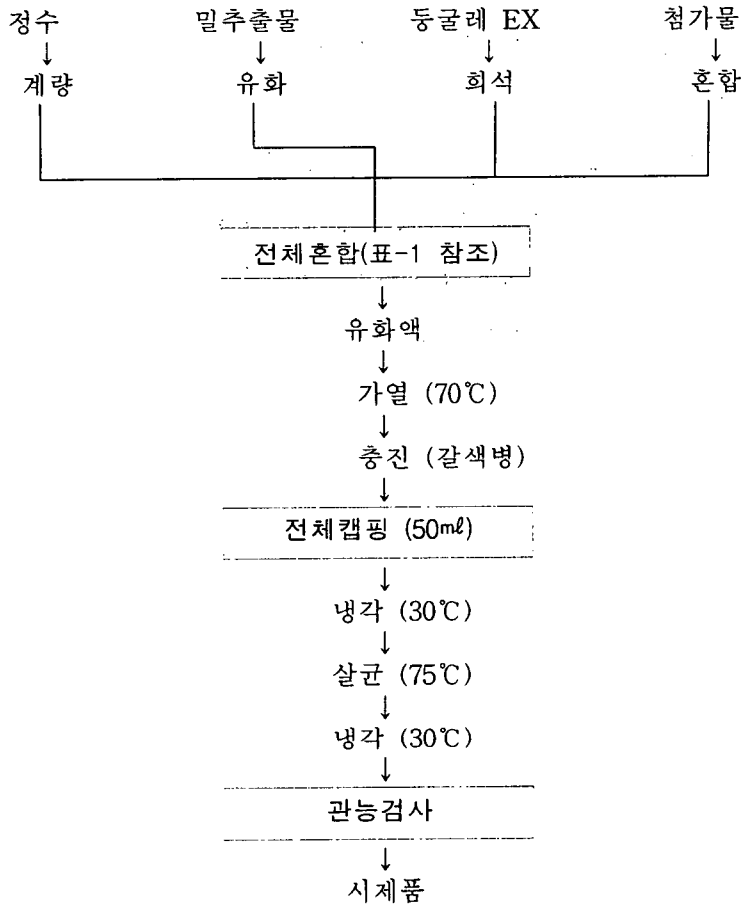


Fig. 5-2. Scheme of the manufacturing process for Woorimill beverages

2) 빵에서의 가공적성 규명(면역기능 물질이 함유된 우리밀 빵)

가) 원료 배합 비율

면역 기능 물질이 함유된 우리밀 빵을 제조하기 위하여 3가지 시제품을 제조하였다. 원료의 배합 비율은 우리밀 670g, 강력분 300g, 솔잎가루 30g, 설탕 150g, 소금 15g, S-500 10g, 버터 100g, 이스트 40g, 계란 3개, 우유 200g, 물 150g, 요구르트 65g이었고, 시제품을 제조한 후 모양에 따라 우리밀 모닝빵, 우리밀 댕기빵, 우리밀 건강빵으로 하였다.

나) 우리밀 빵 제조 공정

우리밀 빵을 제조·개발하기 위한 시제품은 원료 배합 → 공정 → 분할 → 굽기 → 포장의 순으로 제조하였다.

먼저 버터를 제외한 모든 재료를 정확히 저울로 무게를 달고, 저속에서 3분간 혼합한 후 버터를 첨가하였고, 이를 고속에서 5분간, 중속에서 다시 3분간 혼합하였다. 혼합된 재료는 50분간 1차 발효시킨 후 제품의 모양에 따라 우리밀 모닝빵은 25g, 우리밀 댕기빵은 60g, 우리밀 건강빵은 300g씩 분할하여 10분간 중간 발효한 후 성형하였고, 다시 30분간 2차 발효하였다. 발효가 끝난 제품은 150℃~180℃에서 우리밀 모닝빵은 15분, 우리밀 댕기빵은 20분, 우리밀 건강빵은 25분간 잘 구운 후 서늘한 곳에서 식히고 냉각 포장하여 시제품을 완성하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 암예방 천연 기능성 소재를 이용한 우리밀 가공 제품개발

선발된 기능성 소재 모두가 Ames test상에서 최소 30~90% 이상의 돌연변이 억제 효과를 나타내었으며 그 순위는 돌미나리=쑥>케일=솔잎>돌나물>냉이>달래=신선초>컴프리=다시마 순이었다.

표 5-2. 본 실험에 사용된 식물 소재의 암발생 억제력 측정 실험.

식물추출물	TA-98		TA-100	
	B-[α]-P	Trp-P-1	B-[α]-p	Trp-P-1
돌 미 나 리	+++	+++	+++	+++
냉 이	++	+++	++	+
달 래	++	+++	+	+
쑥	+++	+++	+++	+++
케 일	++	+++	++	+
신 선 초	++	++	++	+++
돌 나 물	++	++	++	+
컴 프 리	+	++	+	++
솔 잎	++	+++	+++	+
다 시 마	++	+	+	+

+ : 억제효과 30% ~ 60%

++ : 억제효과 61% ~ 90%

+++ : 억제효과 91% 이상

초미세 분말화한 5%의 기능성 소재가 첨가된 우리밀 밀가루 제품(10종)을 대상으로 간암 세포주를 이용한 항암 기능성 실험을 수행한 결과 및 설명은 표 5-3에 나타나 있다. 5%의 항암 기능성 식물 소재를 우리밀가루에 첨가한 상태에서 간암 세포주(Hep 3B)에 대한 억제 효과는 13.53~27.11%(추출물 1mg/ml 기준)을 보였는데 억제 효과순으로 보면 신선초>솔잎>쑥>미나리>석채>다시마>케일>달래>냉이 순으로 나타났다. 기능성 소재 첨가량이 많아질수록 억제효과는 높아지는 것으로 나타났으나 개발하고자 하는 것이 약이 아니라 식품(또는 식품 재료)이므로

계속적인 섭취를 통해 항암 효과는 증진될 것으로 판단된다.

5%의 미나리첨가 우리밀가루 추출물의 경우 0.5mg/ml 첨가에서 15.22%의 억제 활성을 나타내었고 1.0mg/ml 첨가시에는 19.13%의 억제활성을 보였다. 케일첨가 우리밀 추출물의 경우는 0.5mg/ml 첨가에서 12.26%, 1.0mg/ml 첨가에서 17.12%의 억제효과를 나타내었다. 그리고, 냉이첨가 우리밀 추출물의 경우도 1.0mg/ml 첨가에서 13.53%, 달래첨가 우리밀 추출물의 경우에도 1.0mg/ml 첨가시에 16.28%의 억제활성을 보이므로써 각 시료 모두 농도의 증가에 따른 억제활성의 증가를 나타내고 있으나 비교적 약한 편이었다. 5%의 신선초 첨가 우리밀가루 추출물을 제외한 컴프리, 다시나 및 솔잎첨가 우리밀추출물의 Hep3B간암세포 억제효과는 시료농도 증가에 따라 억제 효과의 증가를 나타내어 1.0mg/ml 첨가에서 각각 15.22%, 18.40% 및 20.30%의 억제를 보였다. 그리고 신선초 첨가 우리밀가루 추출물의 경우는 0.75mg/ml 첨가 까지는 8.25%의 낮은 억제를 보였으나 1mg/ml 첨가시 27.11%의 비교적 높은 억제효과를 나타내었다. 5%의 석채 첨가 우리밀가루 추출물의 경우 0.25mg/ml 첨가시 12%의 Hep3B세포의 억제효과를 나타내었으며 농도 증가에 따라 농도의존성을 보여 1.0mg/ml첨가에서는 18.767%의 억제효과를 보였으며 쪽과 우리밀 추출물 첨가의 경우도 같은 경향을 나타내었으나 수입밀 추출물의 경우는 매우 약한 억제 효과를 나타내어 1.0mg/ml 첨가에서도 1.76%의 억제효과를 보였다. 이상 12종류의 시료추출물중에서 mg/ml첨가에서 가장 높은 억제효과를 나타낸 것은 신선초, 쪽, 솔잎을 함유한 우리밀가루 추출물로 나타났다. 공시 시료 모두 비교적 억제활성이 낮게 나타난 이유는 첨가된 산채 및 해조류의 양이 소량이기 때문인 것으로 사료되며 첨가량이 증가된다면 억제 효과는 높아질 것으로 사료된다.

표 5-3. 항암기능성 식물소재가 첨가된 우리밀가루 추출물의 간암 세포주에 (Hep3B)대한 억제 효과(SRB ASSAY)

시료 첨가량 (mg/ml)	냉이	미나리	달래	케일	컴프리	신선초	다시마	솔잎	석채	썩
0.25	4.12	5.71	6.34	8.35	4.76	2.11	5.84	9.73	12.00	9.87
0.5	10.36	15.22	6.76	12.26	14.90	5.50	7.82	12.42	15.17	12.68
0.75	10.68	16.81	7.82	13.74	15.12	8.25	10.89	13.64	18.13	16.70
1.0	13.53	19.13	16.28	17.12	15.22	27.11	18.40	20.30	18.76	19.34

우리밀 항암 기능성 과자 시제품에 대한 관능검사는 표 5-4과 같이 미나리 3.8% 첨가시 가장 높았으며 케일을 7.6% 첨가시 총점이 8.93으로서 가장 낮았다.

표 5-4. 우리밀 항암 기능성 과자 시제품에 대한 관능 검사 결과표. (n = 50)

구 분	향 기	맛	느 낌	총 점
신선초 3.8%	3.24	3.07	3.17	9.48
신선초 7.6%	3.32	3.01	2.77	9.10
냉 이 3.8%	4.76	4.51	4.17	13.44
냉 이 7.6%	4.01	4.56	4.10	12.67
다시마 3.8%	4.63	4.47	4.16	13.26
다시마 7.6%	4.52	4.50	4.67	13.69*
솔 잎 3.8%	4.50	4.54	4.27	13.31*
솔 잎 7.6%	3.49	4.17	4.03	11.69
케 일 3.8%	3.21	3.31	3.07	9.59
케 일 7.6%	3.06	3.11	2.76	8.93
달 래 3.8%	4.52	4.56	4.59	13.67*
달 래 7.6%	3.17	4.10	4.11	11.38
석 채 3.8%	4.50	3.49	4.51	12.50
석 채 7.6%	3.41	3.14	4.08	10.63
미나리 3.8%	4.56	4.59	4.93	14.08*
미나리 7.6%	4.17	4.63	4.76	13.56
컴프리 3.8%	3.14	3.46	3.50	10.10
컴프리 3.8%	3.11	3.36	3.17	9.64

우리밀 항암 기능성 국수과자 시제품에 대한 관능검사는 표 5-5과 같이 썩 5% 첨가시 총점이 13.98로서 가장 높았으며 석채를 3% 첨가시 총점이 8.56으로서 가장 낮았다.

표 5-5. 우리밀 항암 기능성 국수 시제품에 대한 관능 검사 결과표.

구 분	향기	맛	느낌	총점
신선초 3%	3.21	2.98	3.21	9.40
냉 이 4%	4.59	4.61	4.48	13.68*
썩 5%	4.76	4.69	4.53	13.98*
다시마 5%	3.41	4.14	4.01	11.56
솔 잎 5%	4.64	4.58	4.39	13.61*
케 일 3%	2.76	2.99	3.14	8.89
달 래 3%	3.67	2.48	2.41	8.56
석 채 3%	2.47	2.66	2.51	7.64
미나리 3%	3.42	3.64	3.54	10.60*
컴프리 5%	3.14	3.61	2.98	9.73

2. 간기능 개선 능력을 가진 천연소재를 이용한 우리밀 가공제품 개발

ADH 활성 측정결과(Fig. 5-3, 4) 물추출물에서는 녹두, 흰콩, 표고버섯, 콩나물 오가피가 효과적으로 효소활성을 유도하였으며, 에탄올추출물에서는 인진썩, 표고버섯, 오가피가 효과적으로 활성화인자로서 작용하였다.

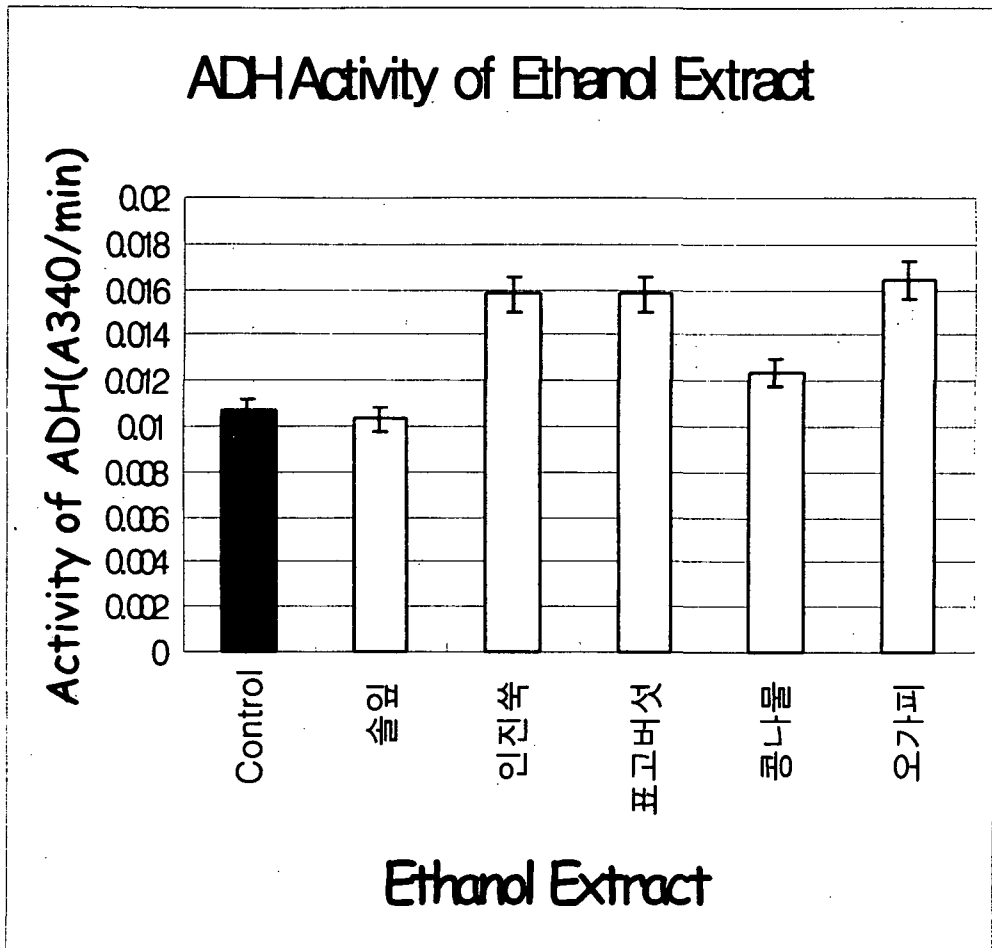


Fig. 5-3. Effect of ethanol extracts on the cytosolic alcohol dehydrogenase (ADH) activity of rat liver. The values are mean \pm SD of 4 determinations. Significantly different from the control value by the Student's T-test (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)

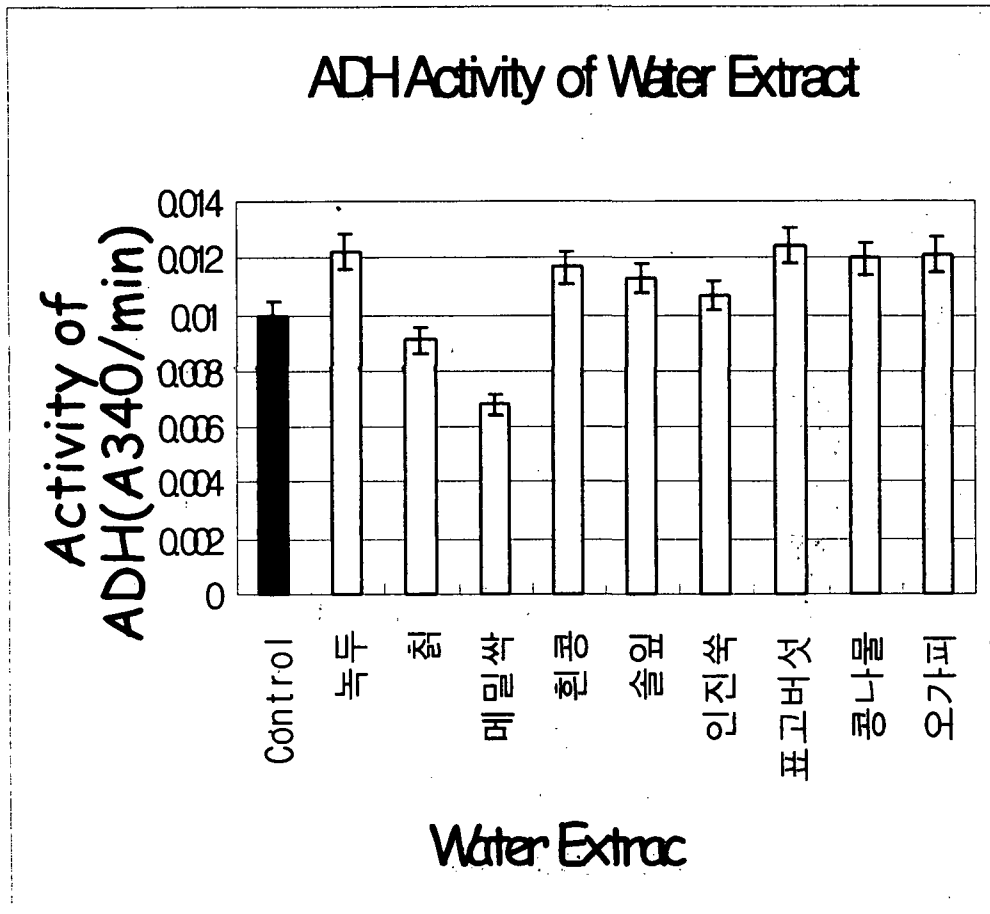


Fig. 5-4 Effect of water extracts on the cytosolic alcohol dehydrogenase(ADH) activity of rat liver. The values are mean \pm S.D. of 4 determinations. Significantly different from the control value by the Student's t-test (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$)

GOT 활성 측정결과(Table 5-6, 7) 에탄올추출물에서는 솔잎추출물이 효과가 있었으며 물추출물에서는 표고>솔잎>오가피>흰콩 순으로 효과가 있었다.

GPT 활성 측정결과(Table 5-6, 7) 에탄올추출물에서는 솔잎>오가피>콩나물>인진썩>표고버섯 순으로 물추출물에서는 솔잎>오가피>표고버섯 순으로 효과가 있었다.

Table 5-6. Effect of ethanol extracts on GOT and GPT activity in the primary hepatocytes after CCl₄-induced toxification.

Extract	GOT (karmen/ml)	GPT (karmen/ml)
Control	192.57 ± 2.65	78.01 ± 2.07
솔잎	176.75 ± 5.369 *	49.55 ± 3.05 **
인진쑈	208.57 ± 3.22	68.32 ± 2.41 *
표고버섯	205.87 ± 3.38	72.67 ± 6.07 *
콩나물	195.87 ± 4.01	67.36 ± 4.44 *
오가피	200.57 ± 8.47	55.11 ± 3.45 **

The cell were exposed to CCl₄(50 μ l)/DMSO(50 μ l) at 2hrs. after incubation with each extract of 20mg in 3ml medium. The values are mean \pm S.D. of 4 experiments in the same condition. Significantly different from the control value by the Student's T-test (*: p < 0.05, **: p < 0.01)

Table 5-7. Effect of water extracts on GOT and GPT activity in the primary hepatocytes after CCl₄-induced toxification.

Extract	GOT (karmen/ml)	GPT (karmen/ml)
Control	176.09 ± 2.69	93.84 ± 2.52
녹두	185.70 ± 7.41	106.58 ± 2.20
취	183.28 ± 1.40	101.11 ± 4.76
메밀쌈	189.39 ± 8.67	107.30 ± 5.15
흰콩	165.75 ± 5.51 *	95.48 ± 3.38
솔잎	155.42 ± 1.90 **	82.18 ± 5.22 **
인진쑈	191.91 ± 1.42	92.10 ± 1.18
표고버섯	151.47 ± 12.95	88.60 ± 3.16 *
콩나물	149.68 ± 1.11 **	91.01 ± 6.72
오가피	159.07 ± 6.39 **	82.61 ± 4.05 **

The cell were exposed to CCl₄(50 μ l)/DMSO(50 μ l) at 2hrs. after incubation with each extract of 20mg in 3ml medium. The values are mean \pm S.D. of 4 experiments in the same condition. Significantly different from the control value by the Student's T-test (*: p < 0.05, **: p < 0.01)

Fatty acid synthase 활성저해 검색결과(Table 5-8, 9) 물추출물에서는 메밀싹, 인진쑥, 솔잎, 흰콩 추출물이 효과적으로 fatty acid synthase 활성을 억제 하였다. 특히 인진쑥은 함암효과가 있는 것으로 알려져 있어 항암 및 지방간 억제에도 동시에 효과가 있을 것으로 사료된다. 한편 흰콩의 단백질은 in vivo에서 지질저하효과가 알려져 있으며, in vitro에서도 비슷한 효과를 나타낸다. 특히 콩단백질은 밀가루의 제품가공능력을 향상시켜줄 수 있는 자원으로 알려져 있어 유용한 첨가물이 될 것으로 생각된다. 에탄올추출물에서는 솔잎, 인진쑥, 콩나물의 저해효과가 높았다.

Table 5-8. Effects of the extracts against the activity of liver fatty acid synthase

Sample	amount/assay (μ g/ml)	Specific activity (NADP ⁺ /min/mgprotein)	% of control	
Control(n=2)	100	1.2742 \pm 0.04249	100.0	
Water extract	메밀싹	100	1.0613	90.42
	어성초	100	1.2237	104.25
	오갈피	100	1.0378	88.41
	인진쑥	100	0.9995	85.15
	취	100	1.2913	110.01
	녹두	100	1.3210	112.54
	흰콩	100	1.2088	102.98
	표고버섯	100	1.3060	111.26
	솔잎	100	1.3561	115.53
	콩나물	100	1.2088	103.0
Ethanol extract	표고버섯	200	0.9286	79.11
	어성초	200	0.8226	70.08
	인진쑥	200	0.2655	26.62
	콩나물	200	0.9494	80.88
	오갈피	200	1.5302	130.36
	메밀싹	200	1.3091	111.53
	솔잎	200	1.2824	109.25

Table 5-9. Effects of ethanol extracts of the activity of liver fatty acid synthase

Sample	amount/assay (μ g/ml)	specific activity (nmol NADP ⁺ /min/mgprotein)	% of control	
Control(n=7)	-	1.3028 \pm 0.10665	100.0	
Ethanol extract	10	1.1851	90.97	
	표고버섯	20	1.2000	92.11
	50	1.0554	81.01	
	10	1.2560	96.41	
	어성초	20	1.0791	82.83
	50	0.8021	61.57	
	10	0.8108	62.24	
	인진쑈	20	0.6075	46.63
	50	-	-	
10	1.0850	83.28		
콩나물	20	1.0349	79.44	
	50	0.6935	46.32	
	Control(n=5)	-	1.2742 \pm 0.04249	100.0
오갈피	10	1.0613	83.29	
	20	1.1232	88.15	
	50	-	-	
메밀싹	10	1.1263	88.39	
	20	1.1823	92.79	
	50	-	-	
솔잎	10	0.7194	56.46	
	20	0.4834	37.94	
	50	-	-	

HMG-CoA reductase 효소활성저해 검색결과(Table 5-10) 솔잎, 콩나물에서 저해효과가 관찰되고 있다.

Table 5-10. Effects of the extracts against the activity of liver HMG-CoA reductase

Samples		amount/assay (μ g/ml)	Specific activity (pmol NADP ⁺ /min/mgprotein)	% of control
Control(n=3)			2274 \pm 23.4	100.0
Water extract	메밀싹	100	2050	90.1
	어성초	100	2150	94.5
	오갈피	100	2350	103.3
	인진쑈	100	1980	87.8
	쑈	100	2010	88.4
	녹두	100	2570	113.0
	흰콩	100	1940	85.3
	표고버섯	100	2250	98.9
	솔잎	100	1860	81.8
	콩나물	100	1920	84.4
Ethanol extract	표고버섯	100	2075	91.2
	어성초	100	2060	90.6
	인진쑈	100	1910	84.0
	콩나물	100	2190	96.3
	오갈피	100	2120	93.2
	메밀싹	100	2030	89.3
	솔잎	100	1880	82.7

우리밀 기능성 과자 시제품에 대한 관능검사는 표 5-11과 같이 표고버섯 5% 첨가시 향기, 맛 및 느낌등에서 우수하여 총점이 12.83로서 가장 높았으며 솔잎 3% 첨가시 총점이 10.22로서 기호성이 다소 떨어졌다.

표 5-11. 기능성 과자에 대한 관능검사 결과

(n=38)

구 분	향 기	맛	느 낀	총 점
콩나물 3%	4.53	4.01	3.16	11.70
콩나물 5%	4.32	4.16	3.40	11.88
인진숙 1%	3.96	3.16	4.04	11.16
인진숙 3%	3.62	3.01	3.71	10.34
솔 잎 1%	4.17	3.64	3.86	11.67
솔 잎 3%	3.27	3.26	3.69	10.22
녹 두 3%	4.09	4.08	3.66	11.83
녹 두 5%	4.44	4.06	3.97	12.47*
흰 콩 3%	3.76	4.11	4.14	12.01*
흰 콩 5%	4.16	4.07	4.56	12.79*
표고버섯 3%	4.14	4.04	4.54	12.72*
표고버섯 5%	4.27	4.19	4.37	12.83*

* 평균 12점 이상을 표시하였음

우리밀 기능성 빵 시제품에 대한 관능검사는 표 5-12과 같다. 과자 시제품 결과와 동일하게 표고버섯 5% 첨가시 향기, 맛 및 느낌등에서 우수하여 총점이 12.95로서 가장 높았으며 솔잎 3% 첨가시 기호성이 다소 떨어졌다.

표 5-12. 기능성 빵에 대한 관능검사 결과

(n=38)

구 분	향 기	맛	느 낀	총 점
콩나물 3%	4.16	3.94	3.60	11.70
콩나물 5%	4.45	4.45	3.19	12.09*
인진숙 1%	3.94	3.27	4.11	11.32
인진숙 3%	4.02	3.21	3.27	10.50
솔 잎 1%	4.33	3.77	3.94	12.04*
솔 잎 3%	3.36	3.24	3.77	10.37
녹 두 3%	4.17	4.12	3.84	12.13*
녹 두 5%	4.45	4.26	3.91	12.26*
흰 콩 3%	4.13	4.08	4.06	12.27*
흰 콩 5%	4.14	4.24	4.12	12.50*
표고버섯 3%	4.08	4.46	4.16	12.70*
표고버섯 5%	4.24	4.56	4.15	12.95*

* 평균 12점 이상을 표시하였음

3. 우리밀 고유의 면역 기능성 물질을 이용한 간기능개선용 가공 제품개발

가. 우리밀로부터 면역기능성 물질의 검색

1) PBS 및 EA 추출물 수율

우리밀 6종과 수입밀 2종에 대한 용매 추출물을 제조하여 얻은 각 추출물의 수율은 Table 5-13과 같다. 표에서 보는 바와 같이 PBS 추출물은 탐동밀>DNS>ASW>은파밀>알찬밀>고분밀>그루밀, 수원 267호 순이었고, EA 추출물은 수원 267호> ASW>DNS>그루밀>은파밀>알찬밀>탐동밀>고분밀 순이었다.

Table 5-13. The yield of PBS and EA extract from wheats

Kinds	PBS extract obtained from 50g wheats(ml)	EA extract obtained from 200g wheats(g)
Korean wheat		
Eunpa	75	1.37
Gueru	68	1.54
Alchan	74	1.34
Topdong	85	1.32
Gobun	72	1.12
Suwon 267	68	2.97
Imported wheat		
ASW	78	2.09
DNS	80	1.80

2) Macrophage(J774 cell line)을 이용한 대식세포 활성 검색

분리된 각 분획물의 대식 세포 활성을 확인하기 위하여 yeast를 이용한 식작용을 확인·비교하였다. PBS로부터 추출된 물질의 대식세포 식작용 활성을 측정 한 결과는 Fig. 5-5와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 우리밀중 고분밀을 제외한 다른 5종의 식작용 활성은 어떠한 stimulus도 넣지 않은 대조군에 비해 약간 낮은 활성을 나타냈으나, 고분밀은 대조군과 비교해 약간 높은 활성을 보였다. 그러나 수입밀인 ASW와 DNS의 식작용 활성은 대조군의 50~60% 수준에 불과한 아주 낮은 활성을 보였다.

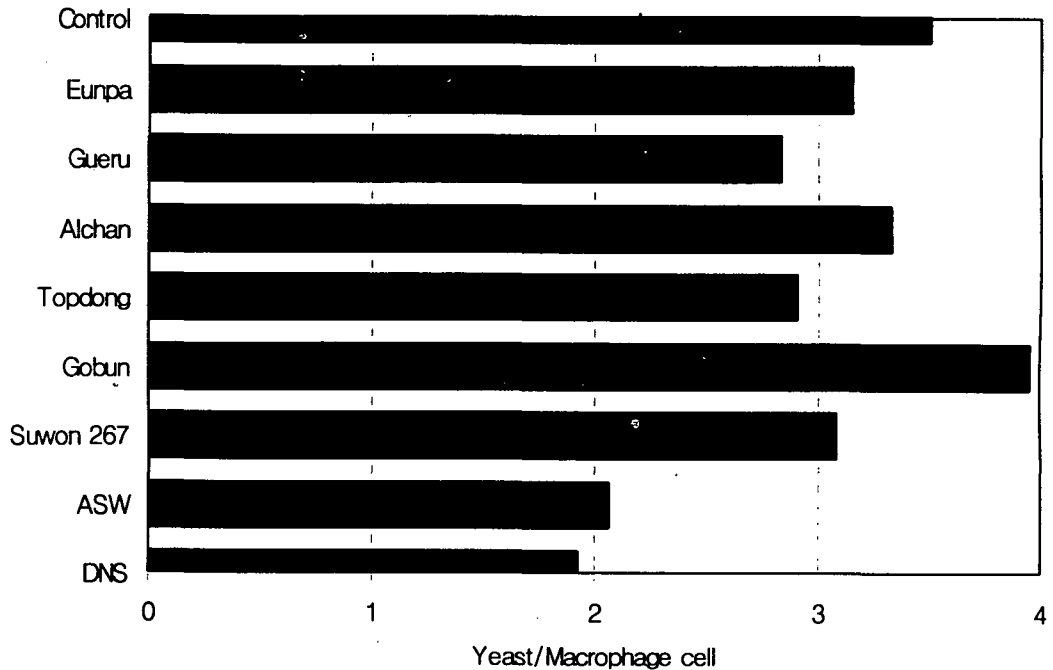


Fig. 5-5. Phagocytic activity stimulated by PBS extract of wheats

우리밀 6종과 수입밀 2종에서 추출한 EA 추출물의 식작용 활성은 Fig. 5-6과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 우리밀은 6종 모두 어떠한 stimulus도 넣지 않은 대조군이나 positive control인 ethanol 첨가군에 비해 높은 식작용 활성을 나타냈으며, 특히 그루밀, 알찬밀, 고분밀은 훨씬 높은 식작용 활성을 보였다. 그러나 수입밀인 ASW 및 DNS는 대조군과 ethanol 첨가군에 비해 아주 낮은 식작용 활성을 보였다.

이상의 결과로 각종 용매로 부터 추출한 물질의 대식세포 식작용 활성을 비교했을 때 EA>PBS 순으로 식작용 활성을 보여 EA 용매로 부터 추출한 물질의 식작용 활성이 가장 높다는 것을 확인할 수 있었다.

EA 추출물의 대식세포 식작용 활성이 높은 정도를 순위로 나타내면 고분밀>알찬밀>그루밀>탑동밀≒수원267≒은파밀 순이었고 수입밀인 ASW와 DNS는 대조군보다 낮은 대식세포 식작용 활성을 보였다.

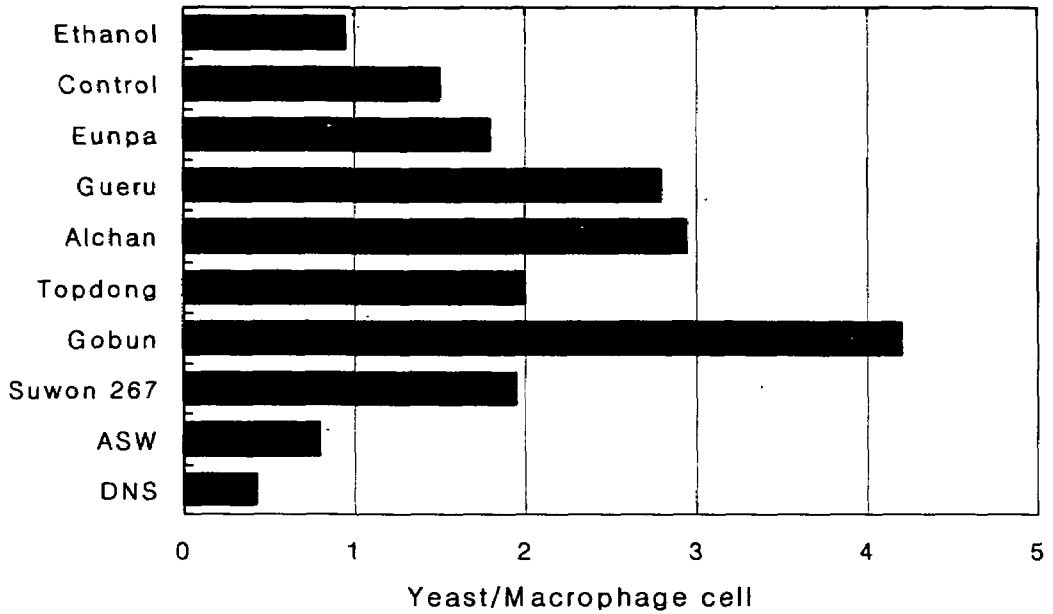


Fig. 5-6. Phagocytic activity stimulated by EA extract of wheats

이러한 결과는 우리밀 6종 가운데 식작용 활성이 가장 강한 것으로 알려진 고분밀과 ASW의 EA 추출물에 대한 식작용 활성을 형광 현미경을 통하여 촬영한 결과에서도 확인할 수 있었는데, Fig. 5-7에서 보는 바와 같이 고분밀을 첨가한 대식세포의 식작용 활성이 대조군이나 ASW에 비해 훨씬 왕성한 것을 볼 수 있었다.

결과적으로 우리밀과 수입밀의 각종 용매 추출물에 대한 식작용 활성을 비교했을 때 PBS 추출물 보다는 EA 용매로 추출한 성분의 식작용 활성이 대조군에 비해 훨씬 높게 나타났으며, 수입밀 보다는 우리밀의 식작용 활성이 더 높았고, 특히 우리밀중 고분밀의 식작용 활성이 가장 강한 것을 확인할 수 있었다.

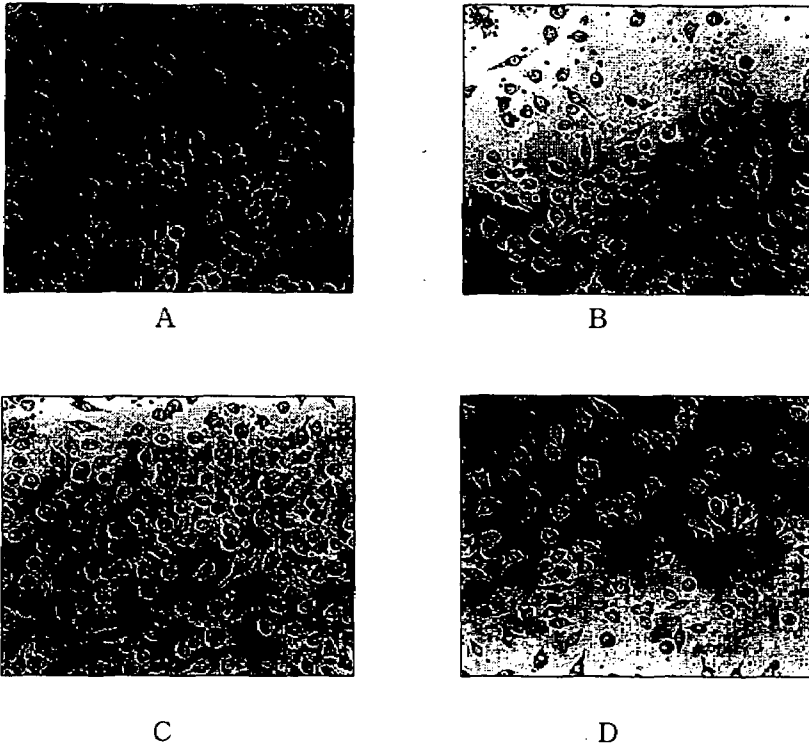


Fig. 5-7. Photograph of phagocytic activity stimulated by EA extract wheats
(Magnification $\times 200$)

- A. J774 macrophage(without yeast addition)
- B. Control(without any stimulus)
- C. Macrophage stimulated by EA extract of Gobun wheat
- D. Macrophage stimulated by EA extract of ASW

3) 대식세포 활성의 최적 조건 결정

대식세포의 식작용을 가장 크게 활성화하는 추출물은 우리밀중 고분밀의 EA 추출물이었으므로, 고분밀과 ASW의 EA 추출물을 중심으로 농도와 반응 시간에 따른 식작용 활성 변화등을 측정하여 실험을 위한 최적 조건을 확립하고자 하였다.

가) 추출물의 농도에 따른 활성 변화(Dose dependent 활성 검색)

농도에 따른 식작용 활성의 차이를 알아보기 위하여 고분밀과 ASW 밀가루 양 0.005mg, 0.05mg, 0.5mg, 5mg, 50mg에서 추출한 EA 추출물을 각각의 배양 접시에 넣고 식작용 활성의 변화를 측정하였다. Fig. 5-8에서 보여지는 바와 같이 고분밀의

EA 추출물은 각 농도별로 대조군에 비해 높게 나타났지만, ASW의 EA 추출물에 대한 식작용 활성은 농도별로 대조군보다 낮았다. 고분밀의 농도에 따른 식작용 활성은 0.005mg, 0.05mg, 0.5mg 농도 범위에서는 대조군과 비교해 별 차이가 없었다. 그러나 5mg 및 50mg 농도에서는 식작용 활성이 크게 증가하였다. ASW는 5mg 이상에서 추출물 첨가 수준에 의한 영향을 받지 않아 각 농도별로 비슷한 식작용 활성을 보였다. 그러므로 고분밀의 대식세포에 대한 식작용 활성은 밀가루 5mg에서 추출한 EA 추출물에서 가장 강하다는 것을 확인할 수 있었다.

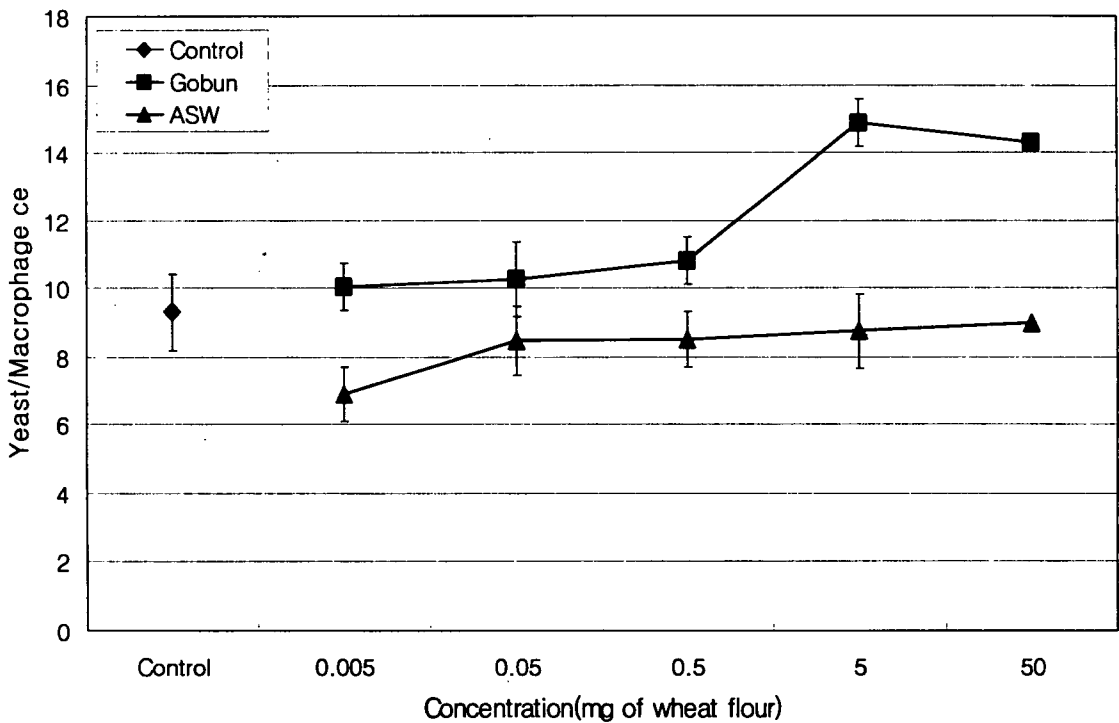


Fig. 5-8. Dose dependent phagocytic activity stimulated by EA extract of wheat

나) EA 추출물 첨가 후 반응시간에 따른 대식세포의 활성 변화(Time dependent 활성 검색)

반응 시간에 따른 식작용 활성의 차이를 알아보기 위하여 식작용 활성이 가장 우수하였던 고분밀과 ASW 5mg에서 추출된 EA 추출물을 대식세포 배양액에 주입

한 후 반응 시간별로 대식세포의 활성을 측정하였다. 그 결과 Fig. 5-9에서 보는 바와 같이 고분밀 EA 추출물을 첨가한 후 식작용 활성은 시간대별로 모두 대조군보다 높았으며, ASW의 EA 추출물을 첨가한 군은 모든 시간대별로 대조군보다 낮았다. 배양 시간에 따른 식작용 활성의 패턴은 고분밀과 ASW가 반응시간에 관계 없이 일정한 양상을 보였으므로 최적의 반응시간은 2시간으로 결정하였다. 결론적으로 고분밀의 EA 추출물을 대식세포에 반응시켜 식작용을 활성화하는 최적의 조건은 농도 5mg, 반응시간 2시간에서 가장 적합함을 확인하였다.

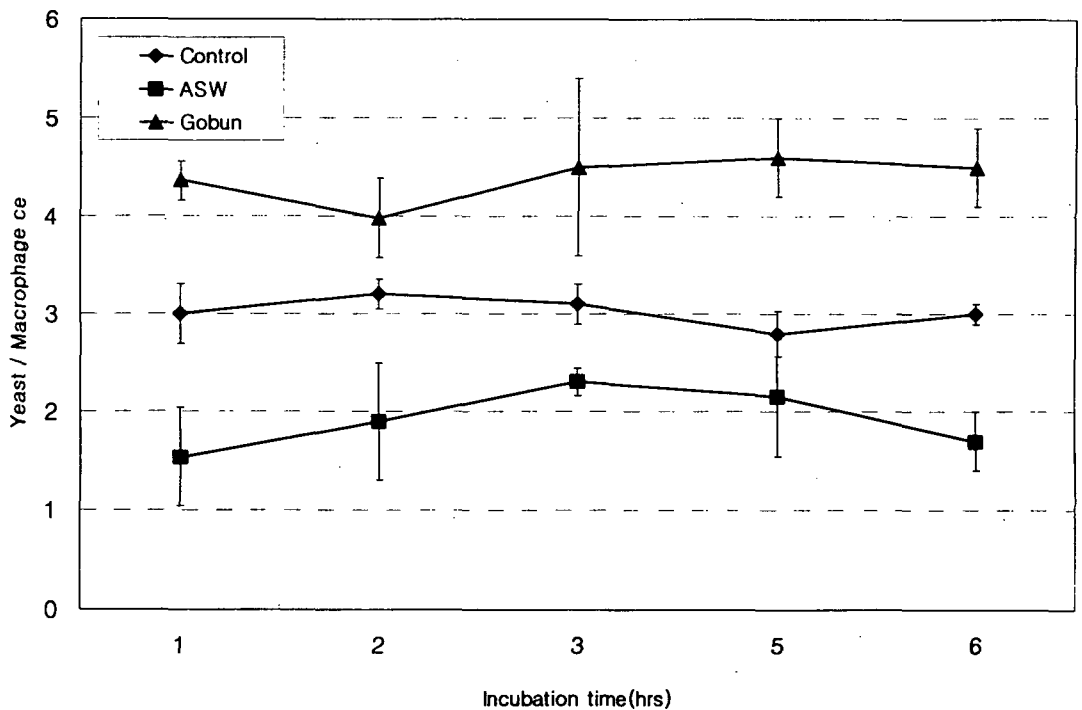


Fig. 5-9. Time dependent phagocytic activity stimulated by EA extract of wheat

4) Column chromatography에 의한 면역 증강 물질의 분리

가) 확인된 추출물의 fractionation

EA 추출물의 정성은 TLC법으로 하였다. 그 결과 Fig. 5-10에서와 같이 ASW와 고분밀의 EA 추출물에서 약 5개 정도의 band를 눈으로 확인할 수 있었다.

한편, 고분밀의 EA 추출물이 가장 대식세포 식작용 활성이 높은 것으로 결정되었으므로 EA 추출물로 부터 각 fraction을 순수 분리하여 정제하기로 결정하였다. 그러나 EA 밀 추출물이 시간이 경과하면서 침전으로 가라 앉는 것을 확인하게 되었고, 먼저 이들 상층과 침전물에 대한 검증을 필요로 하였다. 그 결과 Fig. 5-11에서 보는 바와 같이 고분밀의 상층에한 식작용 활성이 가장 강한 것으로 나타났고, 고분밀의 침전물이나 ASW의 상층 및 침전물의 식작용 활성은 대조군이나 ethanol 첨가군과 비슷한 식작용 활성을 갖는 것으로 밝혀졌다.

앞에서 EA 추출물을 정성한 결과 약 5개의 band를 확인할 수 있었고, 고분밀의 EA 추출물의 상층이 식작용 활성이 가장 강하다는 것을 입증하였다. 따라서 고분밀의 EA 추출물의 상층에서 식작용 활성을 갖는 물질을 순수 분리·정제하였다.

고분밀의 EA 추출물을 column chromatography 방법을 이용하여 정제하였는데, 그 결과 Fig. 5-12에서 보는 바와 같이 각각의 분획은 모두 분리되었으나 나중에 분리 추출되는 3개의 band는 그 양이 너무 적고 정확한 분리가 어려워 일단 3개의 유형으로 나누어(A : 최초 분리 추출물, B : 두번째 분리 추출물, C : 나중에 분리 추출되는 3개 band의 혼합물) 대식세포의 식작용 활성을 확인해 보고자 하였다. 그러므로 1번~3번(fraction A), 4번~7번(fraction B), 8번~17번(fraction C)로 크게 나누어 농축한 후 소량의 ethanol에 용해시켜서 식작용 활성을 측정하였다.

이때 fraction A, B, C 분리 추출물의 수율은 Table 5-14와 같이 fraction A의 수율이 0.85g로 가장 많았고, fraction B는 0.088g로 fraction A의 약 10% 정도이며 fraction C는 0.05g로 가장 낮았다.

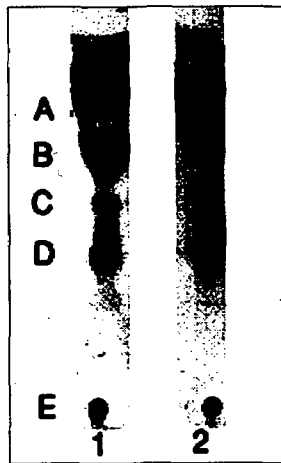


Fig. 5-10. Thin layer chromatography pattern of EA extracts of wheats
 1. Gobun wheat 2. ASW

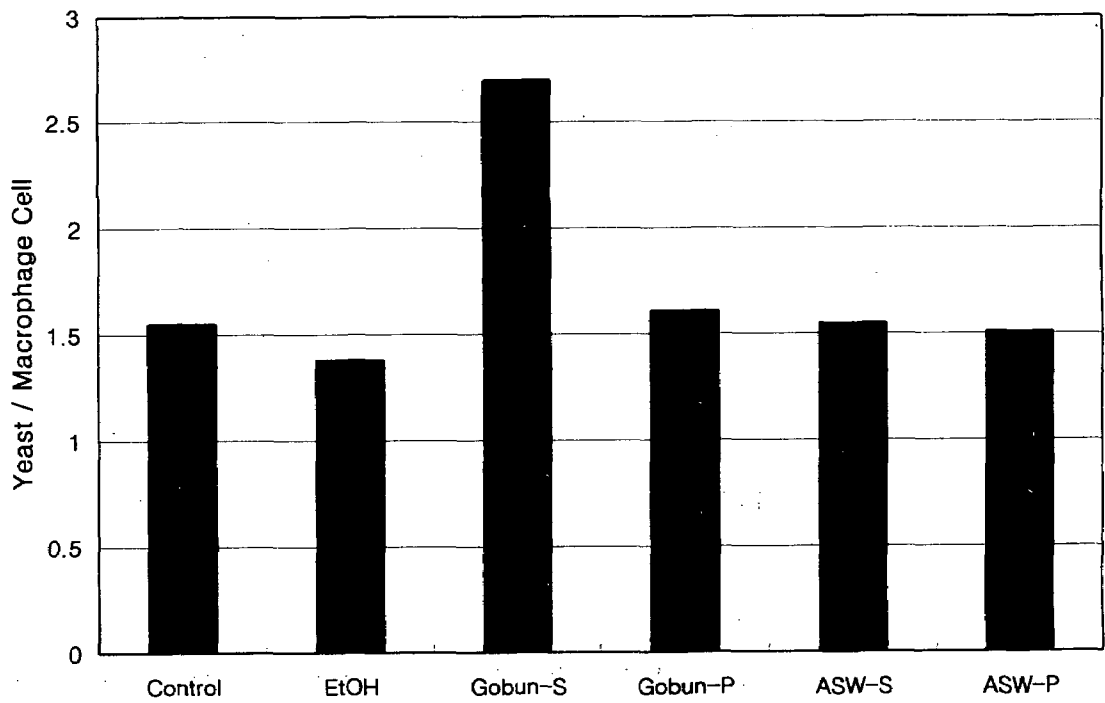


Fig. 5-11. Phagocytic activity stimulated by either supernatant(S) or precipitate (P) of wheat EA extracts

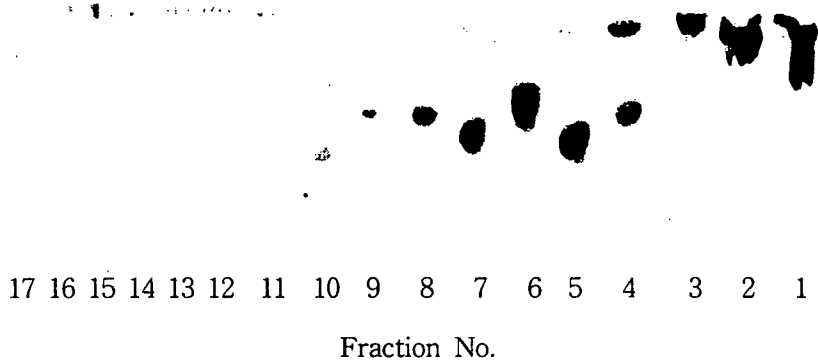


Fig. 5-12. Fraction pattern of wheat EA extract from Gobun wheat by column chromatography

Table 5-14. The yield of fractions separated from EA of Gobun wheat

Kinds of fractions	Yield from Gobun wheat(g).
Fraction A	0.8506
Fraction B	0.0882
Fraction C	0.0541

나) Fraction별 면역 증강 활성 확인(J774 cell line)

앞에서 고분밀의 EA 추출물을 정제하여 fraction A, B, C 세 개의 분리 추출물을 얻었다. 따라서 이들 분리 추출물의 대식세포에 대한 식작용 활성을 측정하여 면역 증강 효능을 확인하였다. Fraction A, B, C에 대한 식작용 활성을 측정한 결과는 Fig. 5-13과 같다. Fraction A와 C의 대식세포 식작용 활성은 대조군이나 ethanol 첨가군(positive control) 보다는 낮았고, 농도가 증가할수록 더욱 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 fraction B의 식작용 활성은 대조군이나 ethanol 첨가군에 비해 높았고, 이를 농도별로 확인해 본 결과 밀가루 30mg에서 추출한 양을 넣었을 때 가장 식작용 활성이 강한 것으로 나타났다. 따라서 fraction B가 대부분의 활성을 가진 분획임을 알 수 있었다.

결과적으로 본 연구의 수행으로 우리밀인 고분밀에 대식세포 식작용 활성이 높

은 물질이 EA 추출물의 fraction B에 존재하는 것을 확인하였으며, 이 성분을 분리·정제하였다

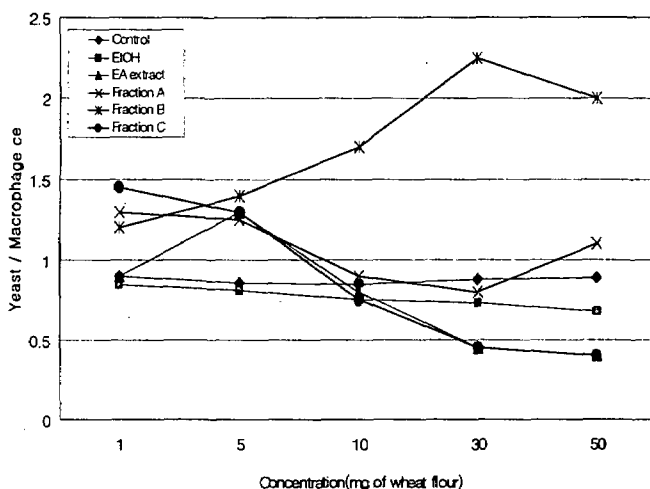


Fig. 5-13. Phagocytic activities of each fraction in EA extract of Gobun wheat

나. 우리밀 EA 추출물의 면역증강 기전 규명

1) 세포막 관련 단백질의 변화 측정

대식세포의 식작용이 우리밀에 의하여 증가되는 기전을 알아보기 위하여 식작용에 조절 작용을 하리라 여겨지는 몇몇 단백질들의 작용을 분석하였다. 대식세포의 식작용은 actin의 재배열이 중요하다는 것이 알려져 있고, actin의 polymerization을 저해하는 cytochalasin을 대식세포에 처리하면 식작용이 현저히 감소하는 것을 관찰할 수 있다. 따라서 actin의 재배열을 조절한다고 알려져 있는 저분자-GTP 결합 단백질들이 우리밀에 의한 대식세포의 식작용의 증가에 관여하는지를 살펴보고, 저분자 GTP-결합 단백질들은 활성형이 되면 GTP가 결합되어 막으로 이동하는 것이 알려져 있으므로 첫째로 저분자 GTPase인 RhoA, Cdc42, Rac1등의 세포막으로의 이동이 우리밀에 의하여 차이가 나는지를 관찰하였다. 그 결과, Fig. 5-14에서 보는 바와 같이 RhoA의 경우 우리밀인 고분밀에 의하여 세포질에 있던 RhoA가 막으로 더 이동하는 것을 볼 수 있었다. 이는 대식세포에서 우리밀에 의한 식작용의 증가가 RhoA의 이동과 관계가 있으리라 여겨진다. 또한 Cdc42의 경우는 대식세

포가 1×10^6 cells/ml 만큼 자랐을 때 다음의 여러 가지 물질을 2시간 동안 반응시킨 후 PBS로 3번 씻어주었다. 세포를 $50 \mu\text{l}$ dissociation buffer(50mM HEPES, 1mM DTT, 0.5uM MgCl_2 , $2 \mu\text{g/ml}$ aprotinin, $2 \mu\text{g/ml}$ leupeptin, pH 7.4)로 회수한 후 sonicator로 세포를 분쇄하여 $100,000g$ 에서 30분 동안 초원심분리하여 막침전물(P)과 상청액(S)을 얻었다. 이를 SDS-PAGE와 western blot을 하여 Cdc42의 막과 상등액에 분포를 알아보았다. 그 결과 Fig. 5-15에서 보는 바와 같이 고분밀을 처리한 경우 대식세포내의 Cdc42의 분포가 ASW에 비해 차이가 나는 것을 관찰하였다. ASW를 대식세포에 처리하였을 때는 Cdc42가 막으로 더 많이 이동하였는데 반하여 우리밀인 고분밀을 처리하였을 때는 Cdc42가 세포질로 더 많이 이동하였다. 따라서 대식세포의 Cdc42의 분포가 밀의 성분에 의하여 차이가 나는 것이 대식세포의 식작용이 차이가 나는 것과 긴밀한 관련이 있다고 생각된다. 두번째로 대식세포의 식작용에 관여한다고 알려져 있는 protein kinase C(PKC)의 이동을 살펴보았다. PKC는 활성화되면 막으로 이동하여 작용한다는 것이 잘 알려져 있다. 따라서 우리밀에 의한 대식세포의 식작용의 증가가 PKC의 이동과 관계있는지를 조사하였다. PKC는 여러 isoenzyme이 알려져 있으나 우선 PKC- α , - β , - γ 항체를 가지고 그 이동을 분석한 결과, PKC- α , - γ 는 잘 관찰되지 않았으나 PKC- β 는 우리밀에 의하여 세포질의 PKC- β 가 세포막으로 이동하는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 5-16).

이상의 결과에서 대식세포의 식작용이 우리밀에 의하여 증가되는 기전에는 RhoA, Cdc42 및 PKC 등이 관여한다는 것을 알 수 있었다. 우리밀의 성분중에 식작용을 증가시키는 것이 막이나 세포질의 수용체에 작용하여 수용체의 신호가 RhoA나 PKC를 경유하여 actin filament를 조절하리라 여겨진다.

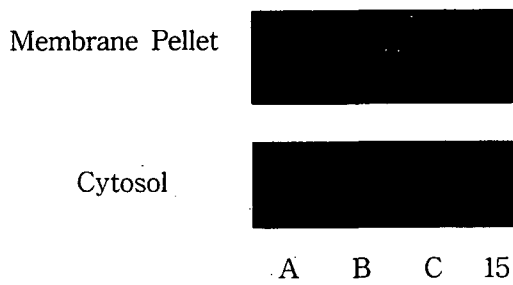


Fig. 5-14. Translocation of Rho A

A : Control(without any stimulus), B : LPS, C : ASW, D : Gobun wheat

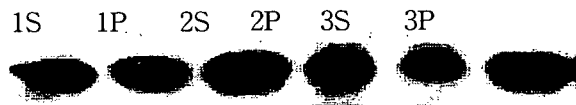


Fig. 5-15. Translocation of CDC-42

1:Control(without any stimulus), 2:Gobun wheat, 3:ASW, S:Supernatant, P: Precipitate

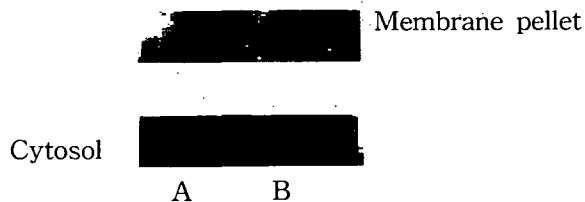


Fig. 5-16. Translocation of PKC- β

A : Control(without any stimulus), B : Gobun wheat

2) 고분밀 처리에 의한 대식세포내 단백질의 변화

고분밀 처리에 의한 대식세포내 단백질의 변화를 측정 한 결과, Fig. 5-17에서 보는 바와 같이 고분밀에 의한 대식세포의 단백질 유형의 변화는 큰 차이는 없었으나 3군데 정도의 단백질에서 차이를 보였다. 1번 점의 단백질은 유리밀인 고분밀을 처리하였을 때 단백질의 양이 증가하였지만, 2번 및 3번 단백질은 고분밀을 처리하였을 때 사라지는 것을 관찰하였다. 이는 유리밀에 의해 대식세포내에 특정 단백질의 기능이 변한다는 것을 암시한다.

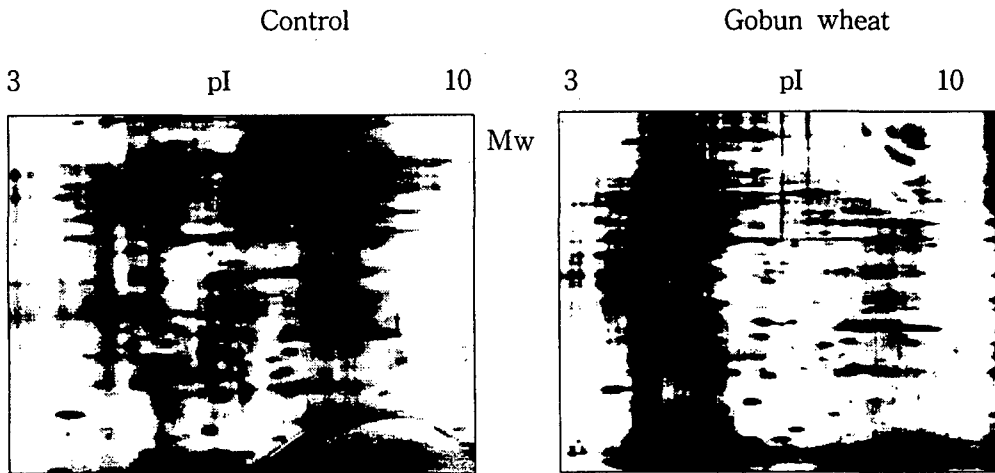


Fig. 5-17. 2D-Gel electrophoresis of macrophage after injecting EA extract of Gobun

다. 동물실험을 통한 면역 증강 기능성 확인

1) Rat 복강 대식세포의 식작용 활성 측정

우리밀인 고분밀과 수입밀인 ASW를 섭취시킨 rat 복강세포를 분리하여 in vivo에서 밀 추출물의 식작용 활성을 살펴본 결과는 Fig. 5-18과 같다. 고분밀과 ASW를 섭취한 rat에서 분리된 복강세포의 식작용 활성은 모두 대조군에 비해 높은 것으로 나타났으나, ASW 보다는 고분밀을 섭취했을 때의 식작용 활성이 훨씬 높다는 것을 생체내 실험에서도 확인할 수 있었다.

결과적으로 우리밀의 식작용 활성은 in vitro에서 뿐만 아니라 in vivo에서도 수입밀보다 훨씬 높다는 것을 다시 한번 확인하였다.

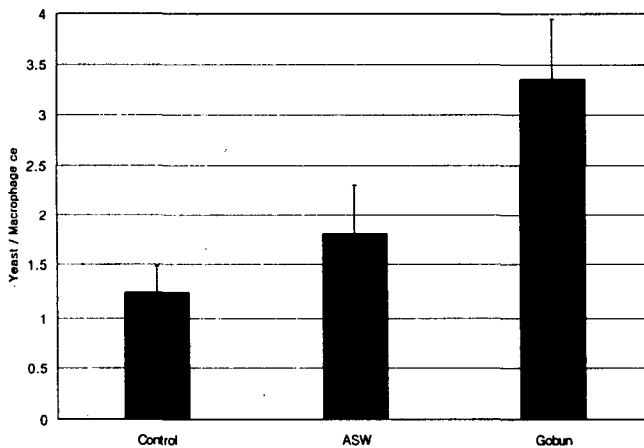


Fig. 5-18. Phagocytic activities of rat peritoneal cell fed Gobun wheat and ASW

라. 면역증강 기능성 fraction의 가공적성 규명

1) 액상에서의 가공적성 규명

가) 이화학적 성질

제조된 시제품에 대한 Brix 및 pH 측정 결과, Table 5-15에서 보는 바와 같이 479와 608 제품의 당도는 10이었고, 364와 215 제품의 당도는 11로 나타났다. 또한 각 제품의 pH는 4.80~4.92 범위로 479의 pH가 약간 높게 나타났다.

Table 5-15. The Brix and pH of Woorimill beverages

Experimental beverage	479	608	364	215
Brix	10	10	11	11
pH	4.92	4.91	4.80	4.81

나) 관능 검사

개발된 시제품에 대한 관능검사 평가 결과는 Table 5-16과 같다. 색깔에 대한 평가에서 제품번호 364가 3.4점으로 다른 제품에 비해 약간 높았고, 608과 215는 2.6점으로 낮게 나타났다. 또한 향기, 맛, 전체적인 만족도에 대한 평가에서 479 제품이 가장 높은 점수를 얻어 4가지 제품중 가장 우수한 제품으로 선정되었다.

Table 5-16. Sensory evaluation of Woorimill beverages

Experimental beverage	479	608	364	215
Color	3.2±0.6 ^{1)ab2)}	2.6±0.7 ^a	3.4±0.8 ^b	2.6±0.5 ^a
Flavor	3.7±0.8 ^b	2.5±0.5 ^a	2.9±0.5 ^a	2.9±0.8 ^a
Taste	3.5±0.8 ^b	3.1±1.1 ^{ab}	3.0±0.8 ^{ab}	2.6±0.9 ^a
Acceptability	3.7±0.5 ^c	3.4±0.9 ^{bc}	2.9±0.7 ^{ab}	2.5±0.7 ^a

¹⁾ Mean±S.D.(n=10)

²⁾ Values in the same column with different superscript letters are significantly different from others at p<0.05 level

본 연구에서 개발된 면역 기능 물질이 함유된 우리밀 솔잎모닝빵, 우리밀 댕기 솔잎빵, 우리밀 솔잎건강빵의 촬영한 결과는 Fig. 5-19와 같다.



우리밀 땡기솔잎빵



우리밀 솔잎모닝빵



우리밀 솔잎건강빵

Fig. 5-19. Photograph of Woorimill breads

제 4 절 연구결과요약

가. 외국밀에 비하여 국산밀의 EA추출물에서 약 2배에서 5배 높은 phagocytic activity가 관찰되었다.

나. 국산밀중에서는 고분밀의 EA추출물에서 가장 높은 phagocytic activity가 인정되었다.

다. phagocytic activity의 효과는 5mg의 밀에서의 EA추출물이 J774 세포와 2시간의 반응시간을 가질때였다

라. 고분밀의 EA추출물에서는 최소한 5개의 분액이 관찰되었으며 특히 b, c, d 분액의 경우 수입밀인 ASW보다 그양이 많았다.

마. 분액중에서 고분밀의 B분액이 이스트에 대한 phagocytic activity가 가장 높았다.

바. 위의 결과 면역물질이 증강된, 즉 phagocytic activity가 높은 우리밀로 만든 음료 및 빵이 개발되었다.

참 고 문 헌

- American Association of Cereal Chemistry Approved Methods. 1983. A.A.C.C
8th ed.
- 農業機械學會. 1985. 農産物の物性, 品質評價および流通に関する総合研究. 農
産物性研究 (第3集) : 128~147.
- Chang C.Y, Iv E.O. 1992. Flavor characterization of breads made from hard red
winter wheat and hard white winter wheat. Cereal Chem. 69(5) : 556~559.
- , Seitz LM, Iv ED. 1995. Volatile flav or components of breads
made from hard red winter wheat and hard white winter wheat. Cereal
Chem. 72(3) : 237~242.
- 조재영, 이홍석, 박근용, 홍병희, 하용웅, 박문웅, 김석동, 박승의. 1994. UR타결과
전작물 생산 수급전략, 한국작물학회 39 (별책 1호) : 7-27.
- 조장환, 박문웅, 민경수, 하호성. 맥주맥의 품질 저위성 원인 구명. I. 기상, 토
양 및 맥주맥의 재배적특성 조사에 의한 적응지대 구분. 한국육종학회지 22(4)
: 348-355
- . 1991. II. 품종보급 년한이 혼종수율, 수량 및 품질에
영향, 한국육종학회지 23(2) : 127-132.
- . 1991. IV. 생산지, 수확시기 및 건조방법이 맥주맥의
품질에 미치는 영향, 한국육종학회지 23(3) : 189-192.
- . 1991. IV. 맥주맥의 검사규격, 계약수매 및 저장조건
과 품질. 한국육종학회지 23(3) : 193-199.
- 조장환, 박문웅, 한옥규, 송인관. 1994. 보리 활망의 유전과 이의 사료 관련 형질에
대한 다면 발현효과. 한국육종학회지 25(4) : 266-277.
- Choe EO, Kang WS, Chang YS. 1993. Kinds and changes in the amount of
flavor compounds formed during storage of the ramyon. Korean J. Food Sci.
Technol. 25(1) : 52~56.
- 최현옥. 1975. 소맥 품질검정법. 작물시험장.

- 최희석. 1998. 우리밀의 가압흡습 특성. 성균관대학교 대학원 석사학위 논문
- Chung, D.S, Pfost H.B. 1967a. Adsorption and Desorption of water vapor by cereal grains and their products, Trans. of the ASAE 10(4) : 549~557.
- Chung G.S. and Kim S.K. 1991. Effect of wheat flour protein contents on Ramyon (deep-fried instant noodle) quality. Korean J. Food Sci. Tech., 23, 6
- 대한제분. 1994. 제면 Seminar.
- Denis AC. 1982. Techniques of analysis of flavors. In food flavors part A. Introduction Morton and Macleod(ed). Elsevier Sci. Pub. Ltd. N.Y.
- Dick J.W., Shelke K., Holm Y. and Loohek. S. 1986. The effect wheat flour quality, formulation and processing on Chinese wet noodle quality, Department of Cereal Science and Technology, North Dakota State Univ. Fargo, ND, USA
- Fagerson I.S. 1969. J. Agric. Food. Chem. 17 : 747.
- 한명규, 장학길, 신호선. 1992. 염소처리가 밀가루의 리올로지 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 24,2
- Han O.K. 1997. Evaluation of flavor components and its difference among wheat varieties and cultivated regions. Department of agronomy, Graduate school, Dankook Univ.
- 한국제분공업협회. 1985. 소맥과 제분공업.
- 홍병희, 박문용, 김석동, 최봉호, 홍은희, 하용웅. 1994. 전작물의 품질 고급화와 다양화 육종전략. 한국육종학회지 26(S) : 16-35.
- 형설출판사. 1993. 식품공학.
- Hougen et al. 1971. Headspace Vapors from Cereal Grains. J. Agric. Food Chem. 19(1) : 182~183.
- 製粉振興會. 1968. 小麥粉のはなし
- Johnson et al. 1966. Chemistry of Bread Flavor. In "Flavor Chemistry", ed.

Amer. Chem. Soc., Washinton D.C.

- 정춘식. 1986. 短粒種 벼의 吸濕平衡含水率 및 吸濕方程式. 성균관대학교 대학원 석사학위 논문
- 鄭昌柱 외 9인. 1990. 農業機械學.
- 김희갑. 1977. 외국산 밀의 제분성에 관한연구. 한국식품과학회지, 9,3.
- 김희갑, 김인숙. 1997. 밀과 밀가루. 한국제분공업협회. pp 467.
- 김희갑, 김성곤. 1985. 소맥과 제분공업, 한국제분공업협회.
- 김성곤. 1986. 밀가루품질, 한국제분공업협회.
- 김성곤. 1990. 제분과 밀가루의 이용, 한국제분공업협회.
- 김성곤, 김홍래, 박정범. 1996. 알카라제가 밀가루의 리오로지와 국수의 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 28, 1.
- 高學均 外3人. 1978. 鄉文社, 農産機械學.
- 이철호, 이현덕, 권오훈, 장학길. 1984. 호주산밀의 제분특성과 밀가루의 물리화학적 성질에 관한연구. 한국농학회지, 27,1.
- 이은섭, 박문웅, 이호진. 1991. 보리의 저장기간과 도정도에 따른 취반특성 변이. 한국작물학회지 36(3) : 227-231.
- 이상금, 신말식. 1995. 첨가물질을 달리한 혼합전분 겔의 텍스처 특성. 한국식품과학회지, 27,6.
- 이상양, 허한순, 송정춘, 박남규, 정우경, 남중현, 장학길. 1997. 국산밀과 수입밀의 국수품질에 관한 연구. 한국식품과학회지. 29(1) : 44~50.
- 李澤守 外3人. 1994. 光文閣, 食品加工貯藏學.
- Maga JA. 1978. Cereal volatiles. J. Agric. Food Chem. 26(1) : 175~178.
- 농림부. 1998. 농림통계연보..
- 농림부. 1994. 농림수산통계연보.
- 남중현, 송현숙, 박문웅, 이춘기, 박형호. 1994. 보리의 수발아 정도가 재발아, 수량 및 품질에 미치는 영향. 한국작물학회지 39(2) : 115-120.
- Oh N.H., Seib P.A., Deyoe C.W. and Word A.B. 1983. Noodles 1. Measuring

- the textural characteristics of cooked noodles. *Cereal chem.* 60, 433.
- 박문웅. 1994. 양질밀 생산과 생산비 절감 기술. *우리밀살리기에 관한 심포지엄 PP 101-114.* 우리밀살리기운동본부.
- 박문웅, 체제천, 김정근, 이춘기. 1994. 쌀보리 품종의 전분함량 및 종실관련 형질. *한국작물학회지* 39(1) : 55-62.
- 박우표, 김재욱. 1990. 대두분 첨가 압출면의 제면특성. *한국농화학회지*, 33,3.
- 농촌진흥청 맥류연구소. 1987. 맥류연구 성과와 새로운 방향.
- Scott, J.H. 1951. *Flour Milling Process*, Chapman & Hall
- 식물환경연구소. 1980-1984. 시험연구보고서 (농산물이용편)
- 식품종합연구소(일본). 1985. 소맥의 품질평가법, 농림수산기술회의 사무국
- 신승녕, 김성근. 1993. 미국밀과 호주밀의 제면적성비교. *한국식품과학회지*, 25, 3.
- Steen, H. 1963. *Flour Milling in America*, Denison & Co.
- Tsugita et al. 1980. Volatile Components after Cooking Rice Milled to Different Degree. *Agric. Biol. Chem.* 44(4) : 835~840.
- Turbin NV, Erkinbaeva RK, Naleev ON, Avdeeva LL, Penner OF. 1990. Baking quality of the grain in new varieties of triticale. *Lenina* 6 : 6~8.
- Yajima I, Yanai T, Nakamura M. 1983. Volatile flavor compounds of boiled buckwheat flavor. *Agric. Biol. Chem.* 47(4) : 729~738.
- 村田敏之 4인. 1996. 穀物の吸水に関する研究. *日本農業機械學會誌* 58(2) : 19~24.
- 豊田浄彦, 前川孝昭, 山沂新吾, 1981. 穀類の吸湿現象に関する基礎的研究. *農業機械學會誌* 43(3) : 459~467.
- K.S.Pアマラトウंगा, 村田敏之 2인. 1995. 眞空下における精白米の吸湿についての研究, *日本農業機械學會誌* 57(5) : 55~63.