

제 1 차 년 도
중 간 보 고 서

GOVP 19603273

664.725

L 2937

v.1

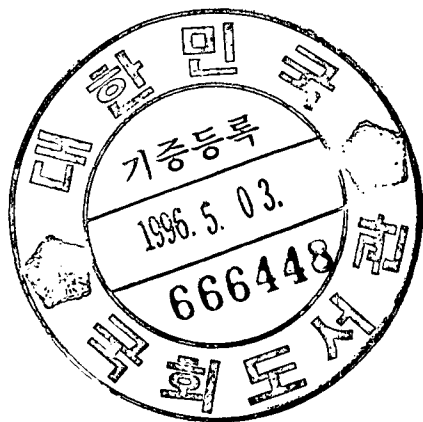
국내산 보리의 기능성 신소재 및
신제품 개발에 관한 연구

Studies on the Development of Fiber-Enriched Flour Fractions
and New Food Product by Utilizing Domestic Barley

연구기관

한국식품개발연구원

농림수산부



제 출 문

농림수산부장관 귀하

본 보고서를 “국내산 보리의 기능성 신소재 및 신제품 개발에 관한 연구”
과제의 중간보고서로 제출합니다.

1995. 12. 18.

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 석 호 문

연 구 원 : 김 성 수

연 구 원 : 조 미 경

협동연구기관명 : 선 문 대 학 교

협동연구책임자 : 이 영 택

협동연구기관명 : 농 촌 진 흥 청

협동연구책임자 : 박 문 응

협동연구기관명 : (주) 정 원 산 업

협동연구책임자 : 장 철 호

요 약 문

I. 제 목

국내산 보리의 기능성 신소재 및 신제품 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

- 보리는 매년 소비량의 감소로 최근 생산량이 감소하고 있는 실정이나 최근 보리의 대표적인 식이섬유인 베타-글루칸(β -glucan)이 체내 혈중 콜레스테롤을 저하시킨다고 알려져 있는 등 영양학적 기능성이 매우 우수함
- 국내산 보리로 부터 기능적 특성을 가지고 있는 식이섬유소(β -glucan)를 신소재로 이용할 수 있는 기술을 개발하는 한편 보리의 영양성을 부각하고 편의성 및 기능성을 부여한 새로운 무공해 가공식품(즉석 미숫가루, 건강식 보리국수, 식이섬유 음료 등)으로 개발할 필요성이 있다고 봄
- 따라서 당해 년도에는 보리의 제분방법 및 기능성 식이섬유를 활용할 수 있는 중간소재로의 농축기술을 확립하고 보리 미숫가루의 품질을 개선하고자 함

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 보리의 제분방법 및 신소재 농축기술

- 보리의 품종별 제분방법에 대한 영양성분, 입도분포, 표면구조, 전분손상도, 점

조도특성 및 기타 이화학적 특성분석등 기초적인 연구

- 보리의 기능성 식이섬유인 베타-글루칸함량을 높일 수 있는 도정방법을 확립하고 보리가루를 체질(sieving)함에 의해 베타-글루칸 함량을 농축할 수 있는 신소재 제조기술을 개발

2. 보리 미숫가루의 품질개선

- 미숫가루원료로 사용되는 보리가루의 이화학적 특성분석 및 미숫가루의 향미증진을 위한 볶음전 처리,볶음시간등 볶음조건을 확립
- 미숫가루의 분산성을 저해시키는 미립자를 사전 제거하므로서 분산성을 개선할 수 있는 방안을 확립
- 압출성형기의 사용에 의한 미숫가루제조공정의 단순화시도 및 분산성 증진을 위한 과립화기술의 개발
- 보리 미숫가루의 저장중 품질변화를 조사

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 보리의 제분방법 기술개발

정맥기를 사용하여 도정한 정맥(pearled barley)은 원맥(whole barley)에 비해 단백질, 지질, 회분, 불용성식이섬유 함량이 감소하였으나 수용성식이섬유, β -glucan의 함량은 약간 증가하였다.

제분기의 종류 및 제분방법에 따라 보리가루 입자의 크기 분포에서 차이를

나타내 Jet mill의 입자크기가 가장 작았으며 그 다음으로 Pin mill과 Cyclone sample mill의 입자크기가 작았고 Ball mill에 의한 보리가루가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 원맥을 분쇄하여 제조한 보리가루는 정맥을 분쇄한 보리가루보다 입자크기가 크게 나타났다. 보리가루의 입자크기는 기능적 특성에 주요 영향을 미쳐 결합력, 수분흡수력, 전분손상도, 반죽의 물성들이 변화되며 pasting 성질, 제빵, 제면특성등 가공적성에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 정맥가루는 원맥가루에 비해 L값이 높았으며 a 와 b값이 낮았는데 이는 정맥에 의해 강층이 제거되므로 어두운 색상이 제거되고 강층(과피, 호분층)에 존재하는 적황색을 나타내는 색소들(carotenoids, xanthophylls, anthocyanins) 또한 제거되었기 때문이었다. 제분기의 종류별로 만들어진 보리가루들의 색도는 입자가 작은 보리가루일수록 색상이 밝게 나타나는 경향을 보여 입자크기와 밀접한 관계를 보여주었다. 원맥을 제분하여 제조한 보리가루는 정맥을 제분한 보리가루보다 전분손상도가 낮았으며, 제분기형태별로 제조된 보리가루의 전분손상도를 조사한 결과 입자크기가 작을수록 전분손상도는 높은 경향을 나타냈다.

Jet mill에 의해 초미세 분쇄된 보리가루는 전분손상도가 매우 높아(15.1%) 다른 제분기에 의한 보리가루와 기능적 특성에서 큰 차이를 줄 것으로 여겨졌으며 Cyclone mill과 Pin-mill에 의해 제조된 보리가루는 손상전분의 양이 5.3%와 4.9%로 적당하였고 Fitz-mill은 가장 낮게 나타났다. 전분입자들은 제분과정중 기계적 손상을 받게 되고 손상을 받은 전분은 손상을 받지 않은 전분과는 여러가지 면에서 다른 특성을 지녀 제분기의 형태에 따라 보리가루의 적합한 가공용도를 모색해야 할 필요가 있을 것으로 생각된다.

보리가루의 표면구조는 전분입자, 단백질, 세포벽 물질등으로 구성된 입자의

형태 및 크기를 관찰할 수 있었다. 보리가루의 주로 작은 전분입자들과 주름진 세포벽 물질들로 관찰되었다.

보리가루의 손상전분은 수분흡수지수(WAI)와 수분용해도지수(WSD)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 보리가루에서는 전분손상도가 높을수록 흡수되는 수분의 양이 증가하게 되는데 전분손상도가 가장 높은 Jet mill에서 가장 높은 WAI값을 나타냈다. 수분용해도지수는 역시 전분손상도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내 Jet mill에서 가장 높게 나타났으며 Ball mill과 Roller mill에서 낮았다.

보리가루의 호화 특성을 amylograph를 사용하여 측정한 결과 보리가루의 점조도는 입자가 크게 분쇄된 Fitz mill에 의해 가장 낮았으며 Pin mill과 Cyclone sample mill에서 높게 나타났다. 그러나 아주 미세하게 분쇄된 Jet mill은 호화가 빨리 진행된 반면 점도의 상승은 크지 않아 지나친 전분의 손상 점도를 떨어뜨리는 것으로 사료되었다.

2. 보리의 신소재 농축기술 개발

보리의 기능성 식이섬유인 베타-글루칸 함량을 높일 수 있는 도정방법을 확립하고 보리가루를 체질(sieving)함에 의해 베타-글루칸 함량을 2-4배 높임으로서 식이섬유가 농축된 신소재 제조기술을 개발완료하였고 성인병예방을 위한 가공제품의 중간소재로 사용할 수 있는 방안을 모색중이다.

보리의 품종별 성분을 분석한 결과 겉보리보다 쌀보리의 β -glucan 함량이 높았으며 쌀보리중에서는 찰보리(수원 291)가 메보리(무등쌀보리)보다 β -glucan 함량이 높게 나타났다. 보리의 기능성 식이섬유인 β -glucan을 농축

하기 위해 보리의 도정과정중 β -glucan 함량을 조사하였으며, 쌀보리의 경우 도정을 약 90%에서 가장 높았고 겉보리는 85%에서 가장 높았으며 더 이상의 도정에서는 별 차이를 보이지 않았다.

보리를 밀제분시 사용하는 Buhler test mill을 사용하여 bran, short, break flour, reduction flour로 분리한 바 flour의 β -glucan 함량은 낮은 반면 bran과 short에서는 원맥보다 높은 농도로 존재하였다. Short와 bran을 체질함으로써 원맥의 1.8배까지 β -glucan이 농축된 분획을 얻을 수 있었다.

한편 쌀보리를 도정하여 β -glucan이 가장 높은 도정상태에서 분쇄한 뒤 농축공정에 따라 순차적으로 체질함으로써 다량의 전분질을 제거하여 β -glucan 함량이 25%까지 농축된 분획을 얻을 수 있는 방법을 개발하였다.

3. 보리 미숫가루의 품질개선

미숫가루원료로 사용되는 보리가루의 이화학적 특성분석을 완료하고 미숫가루의 향미증진을 위한 볶음전 처리, 볶음시간등 볶음조건을 확립하였다. 원료의 수분함량, 볶음온도, 볶음시간을 달리하여 각 처리구별로 볶은 보리의 색도, 체적을 조사하고 색깔, 향미 그리고 맛에 대한 관능평가를 실시한 결과 원료보리의 볶음전 수분의 조절은 그다지 영향을 미치지 않으며 적정볶음조건으로는 볶음온도 200℃에서 볶음시간은 10분정도로 설정하는 것이 바람직하였다.

한편 시판되고 있는 각종 미숫가루를 수집하고 각각의 향미, 입도분포, 분산성 등의 특성조사를 완료하고 입자크기가 분산성에 미치는 영향을 명확히 하였다. 시판되고 있는 미숫가루를 대상으로 각 제조회사별 제품의 분산성에 대

한 현황을 살펴 보았으며 이를 기초하여 미숫가루의 분산성증진방안을 확립하고자 하였다. 입도별로 분리하여 얻은 분획들에 대한 분산성을 측정하여 본 결과 200메쉬 이하의 미립자 구성비가 높을수록 미숫가루의 분산성은 낮아지는 경향임을 알 수 있었다. 미숫가루의 분산성은 분말의 입자크기가 작을수록 떨어지며 100 mesh와 140 mesh 사이에서 가장 좋은 것으로 나타났다. 결과적으로 미숫가루는 전통적인 방법에 의해 제조하여 200 mesh를 통과하는 미분말은 제거한 후 200 mesh 이상의 분말만을 사용하여 분산성을 높일수 있다고 판단되었다.

전통적인 방법으로 미숫가루를 제조할 경우 여러 단계를 거쳐야 하는 공정의 번거로움이 있어 이와 같은 공정을 단순화시키고자 수침,증자,건조의 3단계 공정을 압출성형이라는 하나의 단일처리공정으로 대체코저 시도하였다. 압출성형기의 사용에 의한 미숫가루제조공정의 단순화를 시도하였을 뿐 만 아니라 분산성 개선을 고려한 바 압출성형방법에 의해서는 미숫가루의 분산성이 크게 개선되지 못하는 것으로 나타났다.

부산물로서 발생하는 200메쉬이하의 미분말은 별도의 용도로 사용되어져야 하며 분산성이 특히 나쁜 200메쉬 이하의 미분말화된 미숫가루를 대상으로 과립화에 의한 분산성증진을 모색한 결과 분산성증진을 위한 과립화기술을 개발하였다. 미숫가루의 과립화를 위해서는 200메쉬이하의 미분말을 사용하여 고속회전시 결착제와의 상호접촉면을 높이기 위해 회전속도가 빠르고 회전칼날의 수가 많은 혼합기를 사용하고 결착제로서 6-16 Bx정도의 감초추출액을 15%수준으로 사용하는 방법이 바람직한 것으로 판단되었다.

조제한 미숫가루를 P.E+PET 필름에 일정량씩 충전한 다음 5℃, 35℃ 및 60℃하에서 저장시일의 경과에 따른 색깔, 향, 맛등의 관능적 특성을 조사하였다. 37℃에서 저장한 미숫가루의 경우 관능적 평가치가 완만한 감소추세를

보여 60일이 경과해서야 대조구에 비해 다소 품질이 떨어진 것으로 나타났다. 60℃에서 저장한 경우에는 37℃보다 관능평가치의 감소폭이 다소 컸으며 30일 까지 품질이 크게 떨어지지 않는 것으로 나타났다.

결론적으로 보리의 제분방법 및 신소재 농축기술 연구결과로 얻어진 1차년도 기초자료들은 차기연도의 기능성강화 신제품개발에 직접 활용가능하며, 지금 까지 미숫가루의 가장 큰 단점인 분산성이 좋지 못한 문제점을 200메쉬 이하의 미립자만을 제거함에 의해 크게 개선할 수 있는 손쉬운 방안이 본 연구수행결과로 마련됨에 따라 소규모 산지 가공업체들에서도 실용화 가능할 것으로 예상된다.

여 백

SUMMARY

I. Title

Studies on the Development of Fiber-Enriched Flour Fractions and New Food Products by Utilizing Domestic Barley

II. Objective and Significance

Despite potentially high productivity, the production of barley has decreased drastically mainly due to its reduced consumption. However, β -glucans as constituents of dietary fiber have been implicated as a component, possibly responsible for the hypocholesterolemic effect of barley.

Because of the beneficial effect of barley in human diets, interest has been stimulated in developing new types of convenience foods based on the results of the nutritional and functional studies on barley.

The objectives of this project were to develop β -glucan enriched fractions from barley, utilizing as fiber-enriched foods, or as a food additive and to develop new types of convenience foods(parched barley powder, barley noodles, fiber-enriched barley beverages)

Developing new types of health food with nutritionally positive function using barley may increase international competitiveness for barley products, thus leading to stable production of domestic barley crop.

III. Scope

1. Physicochemical characteristics of barley varieties prepared with different grinders were investigated. Those included proximate composition, particle size distribution, color, water absorption index(WAI), water solubility index(WSI), surface appearance, damaged starch, and pasting characteristics.
2. Milling technologies including pearling, milling, and sieving procedures were newly developed by which the β -glucan content of barley flour fractions was increased approximately 2-4 folds.
3. Various processing technologies for making parched barley powder were investigated to improve the overall quality characteristics; pretreatments prior to roasting, various roasting conditions, improved methodology for good dispersibility, introduction of extrusion in addition to conventional processing, etc.

IV. Major results and Recommendation

1. Development of milling technology for barley

During the pearling process of barley, protein, lipid, ash, and IDF contents were decreased, while SDF and β -glucan contents were increased slightly.

Depending on milling methods and types of grinder used, there were

differences in particle size distribution of barley flour. Flour particle size was smaller in the following order of Ball mill, Pin mill, Cyclone sample mill and Jet mill. Particle size of whole barley flour was coarser than that of pearled barley flour.

As a result of color and color difference meter readings, L value of pearled barley flour was higher than that of whole barley flour, while a and b values were lower. This indicated that the pearling process eliminated yellow-reddish pigments(carotenoid, xanthophylls, anthocyanins) present in barley bran layers.

Color(brightness) of barley flour was closely related with the particle size of barley flour.

Since grinding pearled barley produced finer particle size in flour, pearled barley flour had slightly higher damaged starch compared to whole barley flour.

Damaged starch(%) in pearled barley flour was the highest in Jet mill among flours prepared with different grinders. Flours prepared with Cyclone mill and Pin mill had reasonable amount of damaged starch. Flour produced by Fitz mill showed the lowest amount of damaged starch.

Scanning electron microscopy(SEM) was performed on barley flours, and the SEM of the flour samples demonstrated different sizes and shapes of particles consisting of starch granules, protein, and cell wall materials.

Damaged starch tended to affect water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI). Water absorption index and water solubility index had a tendency to increase with increased damaged starch present in flours.

Pasting characteristics of barley flours were determined using Amylograph. Pasting viscosity was relatively high in Pin-milled and Cyclone-milled flours. Viscosity was lowest in coarsely ground flour by Fitz mill.

2. Development of fiber-enriched barley flour

There were varietal differences in β -glucan content. Hull-less barley samples had higher β -glucan content than hulled barleys. Waxy hull-less(Suweon 291) was found to have higher β -glucan content than non-waxy hull-less barley(Mudeung). Changes in β -glucan content during pearling process were investigated. β -Glucan contents increased considerably upto 90% pearling yield for hull-less barleys and upto 85% for hulled barleys and thereafter they remained relatively unchanged.

Barley samples were milled using Buhler testing mill to produce bran, short, break flour and reduction flour. β -Glucan content was higher in the bran and short fractions and further concentration of β -glucan could be made by successive sieving of the bran and short fractions. In the meanwhile, β -glucan enriched fractions could be produced by grinding, sieving and fractionating the pearled barley which was previously prepared as the highest β -glucan content.

3. Quality improvement of parched barley powder

Optimum roasting conditions were evaluated by testing different roasting temperatures and times. 200°C was found to be the optimum temperature and the roasting time was 10 min, based on the results of the sensory characteristics such as color, flavor and taste. Pretreatment of tempering (addition of water) before roasting did not affect much.

Commercially available parched barley powder samples were collected and the dispersibility of the samples were tested. The particle size of parched barley powder appeared to be the major factor affecting dispersibility. Fine particles less than 200 mesh included in the parched barley powder seemed to lower the dispersibility of the samples. Dispersibility of parched barley powder in water was decreased with decreased particle size, and the particle size between 100 mesh and 140 mesh showed the best performance in terms of dispersibility.

Extrusion processing was introduced to simplify the conventional processing and/or to increase the dispersibility. However extrusion processing was not very effective on improving the dispersibility of parched barley powder. Fine particles less than 200 mesh were granulated to enhance dispersibility.

Changes in quality during storage were tested at 5°C, 35°C and 60°C. Quality characteristics were evaluated organoleptically, and decreased very slowly.

여 백

CONTENTS

Summary	11
Introduction	21
Materials and Methods	25
A. Materials	25
B. Experimental methods	25
1. Barley milling and β -glucan enrichment	25
a. Preparation of barley flours	25
b. Physicochemical analyses of barley flours	26
c. Milling of barley	26
d. Fractionation of barley flour by sieving	27
2. Quality improvement of parched barley powder	29
a. Preparation of parched barley powder	29
b. Sieve classification	30
c. Granulation	30
d. Extrusion processing	30
e. Measurement of dispersibility	30
f. Sensory evaluation	31

Results and Discussion	33
A. Barley milling and β -glucan enrichment	33
1. Physicochemical characteristics of barley flours	36
a. Proximate composition	36
b. Particle size distribution	37
c. Color	39
d. Damaged starch	41
e. Surface appearance	42
f. Water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI)	44
g. Pasting characteristics	46
2. β -Glucan enrichment	49
B. Quality improvement of parched barley powder	58
1. Optimum roasting conditions	64
2. Enhancement of dispersibility	70
3. Granulation of parched barley powder	82
a. Determination for conditions of granulation	82
b. Development of granulation technique for fine particles	84
4. Changes in quality during storage	87
References	91

목 차

요 약 문	3
Summary	11
제 1 장 서 론	21
제 2 장 재료 및 방법	25
제 1 절 재료	25
제 2 절 실험방법	25
1. 보리의 제분방법 및 신소재 농축	25
가. 보리가루의 제조	25
나. 보리가루의 이화학적 특성	26
다. 보리의 제분	26
라. 보리가루의 체질에 의한 분리	27
2. 보리 미숫가루의 품질향상	29
가. 미숫가루의 제조	29
나. 입도분포	30
다. 과립화	30
라. 압출성형	30
마. 미숫가루의 분산성	30
바. 관능검사	31

제 3 장 결과 및 고찰	33
제 1 절 보리의 제분방법 및 신소재 농축기술	33
1. 보리의 제분방법 기술개발	36
가. 일반성분	36
나. 입도분포	37
다. 색도	39
라. 손상전분	41
마. 표면구조	42
바. 수분흡수지수 및 수분용해도지수	44
사. 보리가루의 호화특성	46
2. 보리의 신소재 농축기술개발	49
제 2 절 보리 미숫가루의 품질개선	58
1. 적정 볶음조건의 확립	64
2. 보리 미숫가루의 분산성 및 용해성 개선	70
3. 미숫가루의 과립화기술개발	82
가. 과립화조건 검토	82
나. 미분말 미숫가루의 과립화기술개발	84
4. 저장중 보리 미숫가루의 품질변화	87
참고문헌	91

제 1 장 서 론

인류가 보리를 식용으로 하기 위한 경작의 역사는 기원전 7000년 경으로 거슬러 올라가며¹⁾ 우리나라의 경우에도 보리는 일찌기 기원전 1500년경 중국으로부터 전래되었을 가능성이 있고 확실하게는 기원전 108년경 전래되었을 것으로 추정²⁾되고 있어 보리의 재배역사는 대단히 길다. 고대 그리스와 로마의 점투사들은 힘과 정력을 얻기 위하여 보리로 만든 빵을 섭취하기도 하였다. 그러나 유럽에서는 한 때 보리로 만든 빵은 가난한 사람들의 주식으로 이용되어졌고 따라서 보리는 가난의 상징이기도 하였으나 밀과 귀리가 풍부해지고 감자가 보급됨에 따라 보리는 빵의 원료로서는 더 이상 사용되지 않고 주로 사료나 양조용으로서만 이용되어져 온 반면 한국,일본등지에서는 근년에 이르기까지 빵이 아닌 밥의 형태로 쌀과 함께 주식으로서의 보리가 이용되어져 왔다.

이와 같이 보리는 70년대 까지만 하더라도 쌀과 더불어 국민의 기본식량으로서 큰 몫을 차지하였으나 80년대에 들어서면서 국민의 식량소비구조가 변화됨에 따라 식용으로서의 보리소비가 크게 줄어들게 되어 1인당 소비량은 1980년의 13.9 kg에서 1990년도 1.6 kg으로 격감하게 된 반면 맥주보리는 가공용으로 전량 소비되므로 생산량은 1980년의 87,205 M/T에서 1990년의 130,077 M/T으로 오히려 증가하게 되었다.³⁾ 이와 같은 사실은 보리의 보다 효율적인 소비촉진을 위해서는 보리를 이용한 가공식품의 개발이 절대 필요한 것이라 생각된다.

곡류중 특히 보리와 귀리는 베타 글루칸을 많이 함유⁴⁾하고 있으며 이는 보리식이섬유의 대표적인 성분으로서 배유나 호분층세포벽에 주로 존재하고 있

다. 보리의 베타 글루칸은 물에 가용성인 것과 비가용성의 것이 존재하므로 수용액을 만들고 따라서 점성을 나타내므로 맥주의 경우에는 여과속도를 느리게 하고 또는 혼탁을 일으키기도 하며 비열량원인 관계로 베타 글루칸의 함량이 높으면 사료로서의 가치가 저하되는등의 바람직하지 못한 문제점⁵⁾을 나타내기도 한다. 그러나 최근 식이섬유에 관한 관심이 높아져 가고 있고 특히 보리의 대표적인 식이섬유인 베타-글루칸(β -glucan)이 체내 혈중 콜레스테롤을 저하시킨다고 알려져 있는등 영양학적 기능성이 매우 우수하여 보리의 식품학적 가치는 한층 높아지게 되었다.^{6, 7)} 지금 까지 국내의 보리가공에 관해서는 압맥, 할맥외에 제분, 맥아, 밀가루에 대체 가능한 복합분 이용제품인 제빵, 제면, 제과 및 조리식품등에 대한 연구가 있으나 보다 기초적이고 체계적인 연구를 통해 제품의 품질향상을 도모하고자 하는 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 국내 잠재 생산가능성은 높으나 매년 소비량의 감소로 최근 생산량이 격감하고 있는 보리에 대해 영양성을 부각하고 편의성 및 기능성을 부여한 새로운 무공해 가공식품(즉석 미숫가루, 건강식 보리국수, 식이섬유음료 등)으로 개발할 필요성이 있다고 본다. 보리농사를 통한 농업소득은 매우 적으나 국내산 보리의 기능적 특성을 부각시키고 편의성을 높인 새로운 제품으로 개발한다면 3-4배 이상의 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 보리는 겨울철 유희지 이용, 산소공급, 국내농업보호 측면에서도 재배의 중요성이 크게 인식되고 있어 적절한 가공 소비방안이 마련될 경우 국내산 보리의 안정적 생산을 유도할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 우선 원료로서의 보리가루를 제조할 때 제분방법 및 제분기의 종류가 보리가루의 기능성에 미치는 영향을 조사하여 보리를 이용한 가공제품개발시 기초자료로 활용코져 함과 동시에 보리를 이용한 가공제품중 일차적으로 우리고유의 전통식품으로서 오래전 부터 애용되어져 오고 있기는

하지만 분산성이 좋지 못하여 물에 타서 먹을 경우의 번거로움 때문에 현대인들로 부터 점차 외면당하고 있는 미숫가루에 대해 생산현장에서도 쉽게 적용할 수 있는 품질개선방법을 개발하고 보급하고자 하였다.

여 백

제 2 장 재 료 및 방 법

제 1 절 재 료

본 실험에 사용한 보리는 농촌진흥청 작물시험장 맥류과와 (주)정원할맥에서 제공한 겉보리(을보리, 진광)와 쌀보리(수원 291, 무등쌀보리)품종으로서 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 원맥(whole barley)과 정맥기로 도정(도정률 68%)한 정맥(pearled barley)을 제분을 위한 시료로 사용하였다.

제 2 절 실험방법

1. 보리의 제분방법 및 신소재 농축

가. 보리가루의 제조

보리 가루는 원맥과 정맥(도정율 68%)한 시료에 대해 제분기(분쇄기)의 종류를 달리하여 제조하였다. 제분기로는 Cyclotec sample mill(0.5mm screen), Pin mill(경창기계 공작소, model SC-1B), Ball(jar) mill(정신기업사, JM 1437), Roller mill(C.W. Brabender Instruments, Inc.) 및 Jet mill(Alpine 100 AFG, Germany)을 사용하여 분쇄하였다.

나. 보리가루의 이화학적 특성

보리시료의 일반성분은 AACC 방법⁸⁾에 따라, 수분함량은 Air-oven법 (AACC 44-15A)으로, 조단백질은 KJELTEC AUTO 1030 Analyzer(Tecator Co., Sweden)를 사용하여 Micro-Kjeldahl법(AACC 46-13)으로, 회분은 건식 회화법(AACC 08-01)으로 분석하였으며 조지방은 Soxhlet법⁹⁾으로 측정하였다. 수용성식이섬유함량(SDF), 불용성식이섬유함량(IDF), 총식이섬유함량(TDF)은 Prosky 등의 방법¹⁰⁾에 따라 total dietary fiber assay kit를 사용하여 측정하였다. β -Glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes¹¹⁾의 방법에 의하여 측정하였다.

보리가루의 입도분포는 100g의 보리가루를 40 - 325 mesh screen을 사용하여 Ro-Tap Testing Shaker에서 20분간 shaking한 후 측정하였다. 시료의 색도는 Color and color difference meter를 이용하여 표면색도값인 L, a, b값을 측정하였다. 보리가루의 전분손상도는 AACC법(76-31)에 따라 Megazyme starch damage assay kit를 사용하여 측정하였다. 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해도지수(WSI)는 Anderson의 방법¹²⁾으로 측정하였다. 보리가루의 호화 특성은 amylograph를 사용하여 측정하였다. 보리가루의 표면구조는 JOEL JSM-5400 Scanning Electron Microscope(JOEL Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 15 kV의 가속전압에서 1,000배로 관찰하였다.

다. 보리의 제분

보리를 Buhler 시험용 제분기를 사용하여 제분하였다. 종피와 배유가 쉽게 분리되도록 수분함량을 13%로 24hr tempering하였다. Break분 3종류(B1, B2, B3)와 Reduction분 3종류(R1, R2, R3)가 생산되고 Bran과 Short가 분리되

었다.

라. 보리가루의 체질에 의한 분리

β -Glucan이 농축된 보리가루의 제조를 위하여 제분기에 의해 제분된 보리가루를 standard sieves(20 cm-diam., US Tylor Co., 60 - 325 mesh)를 사용하여 1시간 동안 행하였다.

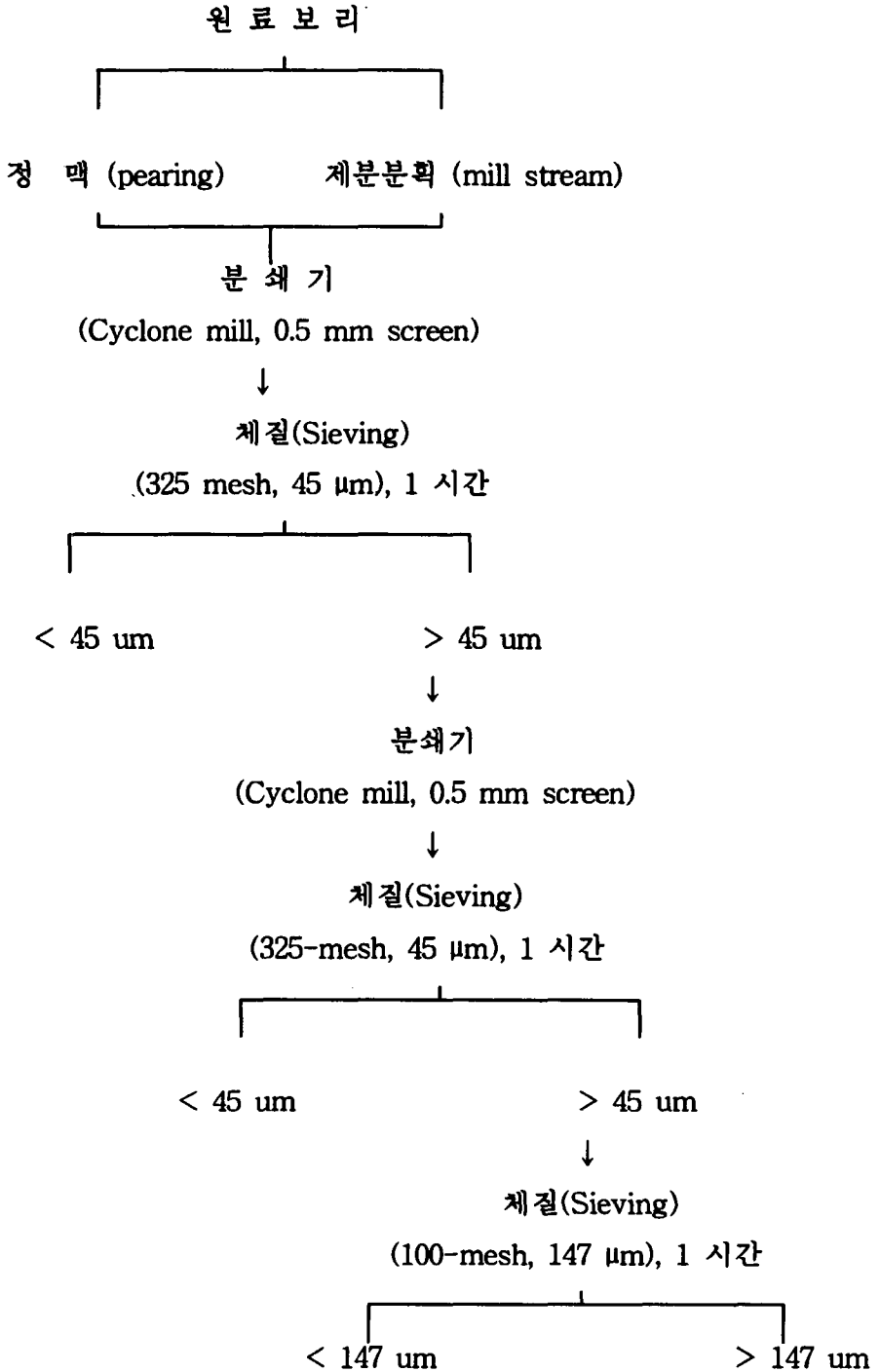


그림 1. 보리의 분쇄 및 체질 (Ro-Tap shaker에서 1시간)

2. 보리 미숫가루의 품질향상

가. 미숫가루의 제조

도정한 보리(도정률 68%)를 실온에서 12시간 수침시켜 호화에 필요한 수분을 충분히 흡수시킨 후 스팀으로 40분간 증자하고 45~50℃에서 15시간 정도 열풍건조시켰다. 건조 후 200℃정도로 온도를 조절된 볶음장치(동원기기상사)를 사용하여 45 rpm 정도의 속도로 저어가면서 15분간 볶아 미숫가루에 적합한 향미와 색깔을 발현시킨 다음 Roller mill(경창기계)로 일차 조분쇄하고 Pin mill(140 mesh)로 최종분쇄하여 미숫가루를 조제하였다. 보리 미숫가루의 제조공정은 그림 2에 요약되어 있다.

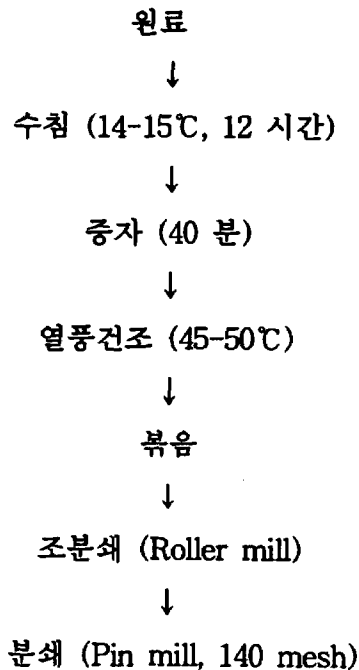


그림 2. 보리 미숫가루의 제조 공정

나. 입도분포

미숫가루의 입도분포는 보리가루의 이화학적 특성에서 기술한 방법에 따라 40-200 mesh screen을 사용하여 Ro-Tap Testing Shaker(Tyler 사)로 20 분간 shaking한 후 체를 통과하는 분획의 중량비로 나타내었다.

다. 과립화

미숫가루중 200메쉬의 체를 통과하는 미세분말에 대해 분말포도당을 중량비로 25%첨가하고 잘 혼합한 다음 결합제로서 15%정도의 물 또는 6-16° Bx 의 감초추출액을 spray로 분사시켜가며 혼합기에서 고속으로 회전시켜 과립화하고 50℃에서 건조하였다.

라. 압출성형

미숫가루제조 공정을 단순화하고 분산성 증진을 도모하기 위한 방법으로 압출성형을 시도하였으며 이때 사용한 압출성형기로 (주)남성산업에서 제작한 쌍축압출성형기(FESTINA FX 40)를 사용하였다. 이 압출성형기의 제원은 주 스크류 직경이 44 mm이며, 스크류의 최대 회전속도는 430 rpm이고, 스크류축에 대한 최대 허용압력은 150 bar이며, 장치의 최대 허용온도는 200℃였다. 원료는 약 350g/분으로 일정하게 투입하였고, 압출성형조건은 스크류속도 250 rpm, 가수율 17%, 압출성형온도 150℃로 조절하였다.

마. 미숫가루의 분산성

시료 분말 5g 을 40 ml의 물에 넣고 stirrer로 30초간 저은 후(200 rpm) 30 메쉬로 여과하여 통과한 고형분의 무게로 측정하여 %로 표시하였다.

바. 관능검사

미식가루 시료의 관능검사는 관능요원 8 - 11명으로 색깔, 향(주로 산패취), 맛 및 종합적기호도의 항목에 대하여 5℃에서 저장한 시료를 대조구로 5점 비교법으로 실시하였다. 평가 결과 종합적 평가에 대한 관능검사치가 2점에 이르는 시점을 저장수명으로 하였으며 본 시험에서 사용한 관능검사표는 표 1과 같다.

표 1. 관능검사표

날짜 :

이름 :

다음 각 sample을 대조구와 비교하여 각 항목에 대하여 아래 기준에 따라 채점하여 주십시오.

5점 : 대조구와 같다.

4점 : 대조구와 거의 같다.

3점 : 대조구와 다소 차이가 있다.

2점 : 대조구보다 나쁘다.

1점 : 대조구보다 매우 나쁘다.

항목 \ 시료 No	265	197
색깔		
향		
맛		
종합적기호도		

여 백

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 보리의 제분방법 및 신소재 농축기술

가공식품의 대부분은 분립체로서 분립체기술의 발달은 직접 식품의 고품질화에 밀접한 관련을 갖고 있다. 분쇄란 고체분자간의 결합력을 끊어주는 조작으로 분쇄기는 원료인 고체를 쉽게 가공처리할 수 있게 하는 장비로서 분쇄의 목적을 열거하면 다음과 같다. 즉 일정한 입도까지 분체로 하는 것, 성분을 분리하기 위하여 필요한 입도까지 이르게 하는 것, 혼합을 쉽게 하도록 하는 것, 건조와 용해를 쉽게 하도록 하는 것 등이다.¹³⁾

분쇄는 압축,전단,충격,마찰,비틀림등의 물리적 힘에 의해 이루어지지만 한가지 작용만으로 분쇄되는것이 아니고 이들 여러 가지 작용의 조합으로 이루어지게되며 일반적으로 분쇄기의 에너지효율은 대단히 낮아 1%에도 미치지 못하는 것으로 알려져 있다. 분쇄기에 의해 만들어진 분체입자는 원리적으로 균일한 입자경을 갖고 있지 않다. 즉 입자의 크기 뿐 만 아니라 형상,비중,표면 특성등에도 분포가 있게 된다. 뿐 만 아니라 보리와 같은 곡류의 경우에도 이를 분쇄하여 분립체로 하게 되면 입자의 크기에 따라 여러가지 물리적특성이 달라지게 된다.

감각적 구별로서 사박사박 흐르기 쉽고 다루기 쉬운 것은 입체로, 끈적끈적하거나 흐물흐물하여 다루기 힘들게 된 것은 분체로 간주하는 것이 일반적인 견해이며 입경으로서는 100μ 또는 10μ 을 경계로 하여 그 보다 큰 쪽을 입체로, 작은 쪽을 분체로 간주하기도 한다. 즉 분체는 개개의 성질을 지나므로 대량으로 되게 되면 고결하기도 하고 액체와 같이 흐르기도 하며 기체와 같이

흘날리기도 하는 복잡한 거동을 나타낸다.

분체입자들은 입자경이 작아질 수록 부착력이 크지게 되며 따라서 미세한 가루가 될 수록 끈적끈적하게 달라붙거나, 막히거나, 굳어지게되는 현상을 일으킨다. 부착력을 나타내는 점선은 입자경 30μ 부근에서 중력선과 교차를 하게되며 이를 평형입자경이라 하고 여기서 입자에 작용하는 부착력과 중력이 일치하게 된다. 따라서 이 입자경을 경계로 하여 그 이상에서는 중력지배를 받게 되고 그 이하에서는 부착력지배가 되기 때문에 이 입자경을 가지고 입체와 분체의 경계로 삼는 것이 합리적이다. 따라서 평균적으로 $30-50\mu$ 부근을 경계로 하여 그 이상의 입자나 그 이하의 입자에서는 거동에 큰 차이가 있게 된다. 뿐만 아니라 분쇄가 진행되면 고체의 결정구조가 변하기도 하며 화학적, 물리적변화중에서 현재 명확히 인정되고 있는 현상은 분쇄에 따른 고체의 무정형화, 즉 결정구조가 파괴되어 명확한 결정구조를 나타내지 못하는 현상이다.¹⁴⁾ 특히 전분입자들은 제분과정중 기계적 손상을 받게 되고^{15,16)} 손상을 받은 전분들은 손상을 받지 않은 전분들과는 여러 가지 면에서 다른 특성을 가지며¹⁷⁾ 밀가루의 경우에는 물흡수력, 탄산가스 발생력, 반죽성, 빵의 체적, 색깔 및 조직등이 손상전분의 량에 의해 영향을 받게 된다.^{16,18,19,20)}

한 편 전분입자의 크기 및 배유부의 단백질 함량에 따라서도 전분손상정도가 달라지게 되고 소입자는 대입자 보다 제분시 손상을 적게 받으며²¹⁾ 배유부의 단백질함량이 높을 수록 제분시 전분입자들을 보호하게 됨에 따라 손상도가 적게 되는 것으로 알려져 있다.²²⁾ 일반적으로 손상을 받지 않은 전분분자는 분자간의 강인한 수소결합에 의해 냉수에 불용이며²³⁾ 이들 전분현탁액들은 호화과정중 아밀로오스가 우선적으로 용출²⁴⁾되는 반면 제분시 전분에 대한 물리적손상은 전분분자들 사이의 수소결합의 파괴를 초래하여 그 결과 유리 하이드록실그룹의 증가와 함께 물에 대한 전분입자의 성질을 변화²⁵⁾시켜 손상을

받은 전분은 냉수에서 팽윤력의 증가를 나타내게 된다.²⁶⁾ 또한 과도하게 제분된 밀가루의 경우 냉수에 추출되는 물질의 량 또한 증가하며^{15,27)} 이들 냉수추출물의 구성성분중 회분 및 단백질 함량은 실질적으로 큰 변화가 없으나 전분 구성 물질의 량은 증가하는 것으로 보고²⁸⁾되어 있고 특히 제분시 물리적 손상에 의해 냉수에 용해되는 전분물질들의 거의 대부분은 전분의 구성성분중 아밀로펙틴에 가까운 고분자물질임이 알려져 있다.²⁹⁾

보리는 쌀, 밀등 다른 곡류와 마찬가지로 식용으로 사용할 경우 과피, 종피, 호분층등 외부층을 형성하고 있는 물질을 도정하여 비타민, 무기질등 영양성분의 손실에도 불구하고 섬유질에 의한 거친 조직감을 감소시켜 식감을 높일 수 있다. 보리는 특히 기능성 식이섬유인 β -glucan의 함량이 높아 건강식품의 좋은 소재로서 알려져 있으며 따라서 보리를 이용한 가공제품의 형태를 다양화 할 필요성이 있다. 따라서 본 시험에서는 보리가공제품(제빵, 제과, 제면, 스넥식품등)의 원료로서 보리가루를 제조할 때 제분방법 및 제분기의 종류가 보리가루의 기능성에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되어 겉보리와 쌀보리등 보리류의 제분방법이 보리가루의 일반성분, 입도분포, 색도, 전분손상도, 수분흡수지수, 수분용해도지수, 표면구조 및 호화특성등에 관한 기초적인 자료를 도출하여 이들 결과를 활용한 보리가공제품의 품질개선및 개발연구를 수행하였다.

1. 보리의 제분방법 기술개발

가. 일반성분

정맥기를 사용하여 도정한 정맥(pearled barley)은 원맥(whole barley)에 비해 단백질, 지질, 회분, 불용성식이섬유 함량이 감소하였으나 수용성식이섬유, β -glucan의 함량은 약간 증가하였다(표 2).

표 2. 원맥, 정맥, 맥강의 화학적 성분특성

(단위: %)

항 목	원 맥	정 맥	맥 강
Moisture	8.7	8.6	15.8
Protein	12.8	10.8	17.3
Fat	2.2	0.6	6.7
Ash	1.8	0.8	4.8
SDF	4.8	5.6	6.4
IDF	11.1	4.2	35.3
TDF	15.9	9.8	41.7
β -Glucan	5.4	5.5	3.4

나. 입도분포

분쇄된 곡물에는 여러가지 크기의 입자가 집합되어 있으므로 전체 구성입자의 크기는 입도분포(size distribution)로서 표시하며 제분기의 종류 및 제분방법에 따라 입자크기가 달라지게 된다.

표준체를 이용하여 측정한 입자분포는 표 3과 같이 제분기의 종류에 따라 보리가루 입자의 크기 분포에서 차이를 나타내 Jet mill의 입자크기가 가장 작았으며 그 다음으로 Pin mill과 Cyclone sample mill의 입자크기가 작았고 Ball mill에 의한 보리가루가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 원맥을 제분하여 제조한 보리가루는 정맥을 제분한 보리가루보다 입자크기가 크게 나타났다 (표 4).

표 3. 제분기의 종류별 보리가루의 입도분포

(단위 : 중량 %)

제 분 기	체의 크기(메쉬)						
	+40	+60	+100	+140	+200	+325	-325
Fitz mill	12.5	29.7	10.6	5.0	3.3	19.8	17.3
Pin mill	0.4	1.1	7.8	9.1	6.1	35.6	30.6
Cyclone mill	0.7	7.4	11.8	8.2	5.9	39.3	23.9
Ball mill	23.2	17.2	5.44	3.9	2.4	11.4	35.4
Roller mill	-	0.5	25.7	14.7	6.6	23.4	23.5
Jet mill	-	-	0.2	0.4	15.0	28.3	50.0

*제분후 30분간 체질(sieving)

표 4. 원맥 및 정맥가루의 입자크기

	원 맥	정 맥
입자크기(mesh)		
+40	0.4	0.5
-40, +100	57.1	22.6
-100, +140	37.8	24.5
-140, +200	2.8	48.1
-200	-	1.9

* Pin mill로 제분후 10분간 체질

입도분포는 측정방법에 의해 차이를 나타낼 수 있는데 현미경법과 표준체법은 오래전부터 곡물의 입도분포를 측정하는데 사용되어 왔고 최근에는 전기저항법, 공기역학법이 개발되어 사용되고 있다³⁰⁾. 표준체법은 간편하고 단시간에 측정할 수 있는 장점이 있으나 입자가 뭉치거나 구멍을 막아서 체를 통과하지 못할 경우가 발생하는데 이러한 sieve blinding은 입자의 크기와 형태에 영향을 받는다. 따라서 체질(sieving)에 의한 입자크기는 실제의 입자분포보다 크게 나타날 수 있다. 또한 체(sieve)를 통과하는 가루의 양은 시간과 관계하며 그 밖에 수분함량, 지질성분의 존재 여부, 입도분포, 입자표면의 거친 정도에 영향을 받는다.^{31,32)} 밀가루의 경우 연질밀가루는 경질밀가루보다 거친 입자표면을 가지므로 경질밀가루보다 덜 자유롭게 움직인다.

보리입자의 대부분은 38-44 μ 범위에 있으며 보리가루는 밀가루보다 작은입

자들이 상대적으로 많은 것으로 보고하였고 bran flour (Brewer's grain)의 입자분포 범위는 125-400 μ (평균 입자크기는 250 μ) 였고 또한 고단백질 보리가루의 평균 입자크기는 50 μ 였다고 보고³³⁾한 바 있다.

보리가루의 입자크기는 기능적 특성에 주요 영향을 미쳐 결합력, 수분흡수력, 전분손상도, 반죽의 물성들이 변화되며 pasting 성질, 제빵, 제면특성등 가공적성에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 특히 작은 입자들이 아마 보리가루의 수분의 흡수와 다른 기능적 특성에 영향을 미치는데 이는 입자들의 표면적이 크기 때문일 것이다. 금 등³⁴⁾은 쌀가루 제조시 제분기의 종류 및 제분방법에 따라 입자크기가 달라지게 되며 입자크기에 따라 호화도, 결합력, 수분흡수력, 전분손상도, 반죽의 물성들이 변화되어 이러한 특성들은 pasting 성질, 젤강도, 제빵, 제면특성등 가공적성에 큰 영향을 미치는 것으로 보고한 바 있다.

다. 색도

Color and color difference meter로 색도를 측정한 결과 정맥가루는 원맥가루에 비해 L값이 높아 밝게 나타났으며 원맥이 정맥에 비해 어두운 것은 보리의 강층에 melanin 계통의 색소를 포함하기 때문이며 도정(pearling)에 의해 강층이 제거되어 어두운 색상이 제거된다.

원맥은 +a value 와 +b value를 나타냈으며 보리는 강층(과피, 호분층)에 적황색을 나타내는 색소들(carotenoids, xanthophylls, anthocyanins)이 존재하는 것으로 알려져 있으며 도정후 이들 적황색 색소들이 제거되어 정맥은 a 와 b 값이 낮게 나타났다(표 5). 보리종실은 보통 anthocyanins를 포함하고 있어 과피에 적색을 띠고 호분층에 청색을 나타낸다고 하였으며^{33,35)} 일부 노란색

색소(+b value)를 포함하여 강층을 정맥(pearling)에 의해 제거해 줌으로써 이러한 색소들을 제거해 준다.

표 5. 분쇄원맥 및 정맥과 맥강의 색도

항 목	원 맥	정 맥	맥 강
L(색의 밝기)	83.7	90.0	69.0
a(적 색 도)	1.11	0.61	2.53
b(황 색 도)	10.2	7.29	14.7

L(100 white, 0 black); a(+ red, - green); b(+ yellow, - blue)

제분기의 종류별로 만들어진 보리가루들의 색도는 입자가 작은 보리가루일 수록 색상이 밝게 나타나는 경향을 보여 (표 6) 입자크기와 밀접한 관계를 보여주었다. 쌀가루의 색도 역시 쌀가루의 입자가 미세하여 짐에 따라 색의 밝기를 나타내는 L값은 증가하고 a(적색도) 와 b(황색도)값은 감소하여 쌀가루의 입도와 밀접한 관계가 있다고 보고³⁶⁾한 바 있다.

표 6. 제분기의 종류별 보리가루의 색도

제 분 기	색 도		
	L	a	b
Fitz	88.7	0.92	7.63
Pin	90.4	1.24	6.64
Cyclone	89.2	1.00	6.57
Roller	90.1	0.75	7.03
Ball	90.6	0.54	6.40
Jet	91.8	0.65	5.50

라. 손상전분

보리가루의 입자크기가 작을수록 전분손상도가 높은 경향을 나타냈다 (표 7). 또한 표 4에 나타나 있듯이 원맥을 제분하여 제조한 보리가루는 정맥을 제분한 보리가루보다 입자크기가 큰 것으로 나타났다.

Jet mill에 의해 초미세 분쇄된 보리가루는 전분손상도가 매우 높아(15.1%) 다른 제분기에 의한 보리가루와 기능적 특성에서 큰 차이를 줄 것으로 여겨졌다. 쌀의 제분시 Jet mill은 전분손상도가 매우 높아 적합하지 못한 것으로 알려져 있다³⁴⁾. Roller mill에 의해 제분된 보리가루의 손상전분 양은 5.5%로 Jet mill을 제외한 다른 mill보다 높았다. 이는 Roller mill에 의해 보리가 가지고 있는 전분질 이외의 다른 섬유성 물질들이 부산물로 제거되어 상대적으로 손상된 전분의 양이 늘어났기 때문인 것으로 판단되었다. Cyclone mill과 Pin-mill에 의해 제조된 보리가루는 손상전분의 양이 5.3%와 4.9%로 적당하였

으며 Fitz-mill은 가장 낮게 나타났다. 수분첨가(tempering)처리하여 Ball mill에 의해 제분한 경우 전분손상도가 3.8%로 비교적 낮게 나타났다. 쌀제분시 습식제분은 건식제분에 비해 낮은 전분손상도 값을 보여주며³⁴⁾ 건식제분은 손상전분의 양을 많게 하므로 습식제분이 권장되나 공정상의 문제 및 비용면에서 개선이 요구되고 있다³⁷⁾.

전분입자들은 제분과정중 기계적 손상을 받게 되고 손상을 받은 전분은 손상을 받지 않은 전분과는 여러가지 면에서 다른 특성을 가져 제분기의 형태에 따라 보리가루의 적합한 가공용도를 모색해야 할 필요가 있을 것으로 생각된다.

표 7. 제분기 종류별 보리가루의 전분손상도, 수분흡수지수 및 수분용해도지수

제분기	전분손상도(%)	수분흡수지수	수분용해도지수
Fitz	3.5	202.2	5.32
Pin	4.9	209.3	6.42
Cyclone	5.3	204.1	6.09
Roller	5.5	191.5	5.33
Ball	3.8	211.7	4.92
Jet	15.1	274.4	10.13

마. 표면구조

보리가루의 표면구조는 그림 3과 같으며 전분입자, 단백질, 세포벽 물질등으로 구성된 입자의 형태 및 크기를 관찰할 수 있다. 보리가루의 matrix는 주름진 세포벽 물질들과 작은 전분입자들로 관찰되었다.

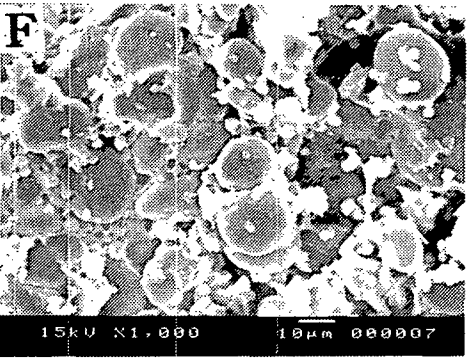
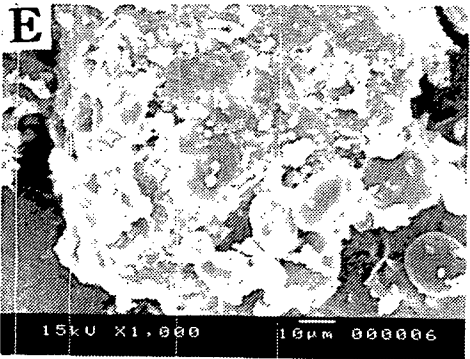
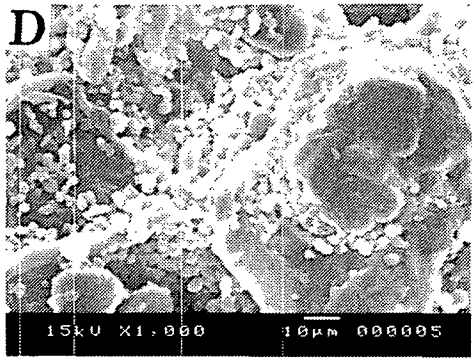
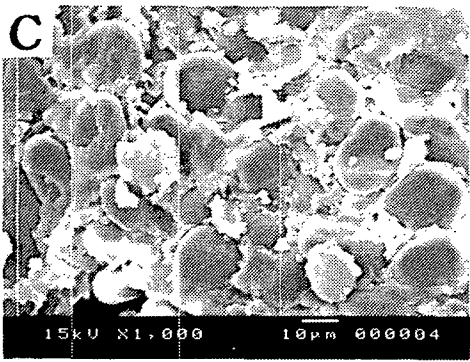
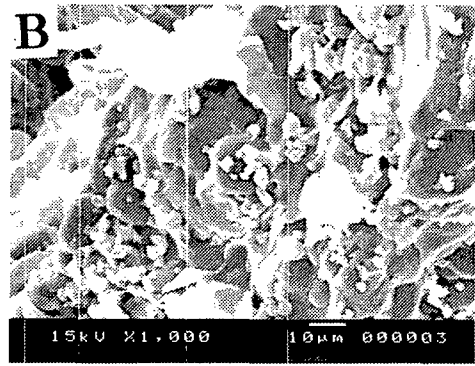
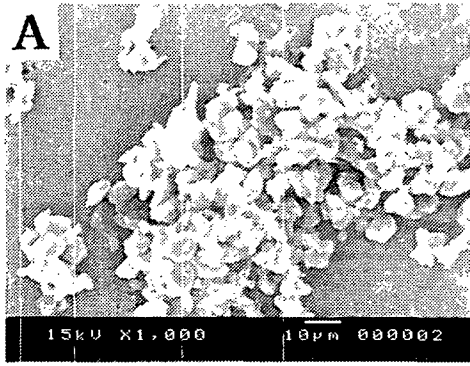


그림 3. 제분기의 종류별 보리가루의 표면구조

A, Jet; B, Cyclone; C, Roller; D, Ball; E, Pin; F, Fitz

보리전분은 밀전분과 마찬가지로 큰 lenticular granules 와 작은 spherical granules로 구성되어있는데³⁸⁾ 전분의 크기에 있어 직경이 10-15 μ 로 큰 입자와 2-5 μ 로 작은입자를 포함한다³⁹⁾. 분리된 쌀보리 전분의 경우 13-20 μ 정도의 입자가 전체의 약 70%를 차지하고 있다. 보리전분은 5 μ 정도의 작은 입자가 체적에 있어서는 전체의 10% 정도에 불과하지만 그 수에 있어서는 90%이상을 차지하며 이들 소입자들은 전분의 분리, 정제시 소실되기 쉬운 것으로⁴⁰⁾ 알려져 있다.

SEM에 의하면 보리가루는 대부분 작은 전분입자들이 관찰되고 세포벽 물질들이 돌출된 flour matrix를 보여주었다. 보리가루 matrix는 밀가루와 대조적인 것으로 나타났는데 밀가루 matrix는 다양한 크기의 전분입자가 조밀하게 배열된 것으로 관찰되었다.³³⁾ 쌀가루의 경우 입도가 큰 경우 전분입자들이 단백질 및 기타 세포물질들에 의해 두꺼운 막으로 덮여 있어 개개의 전분입자를 관찰하기 어려웠으나 입자가 미세하여 짐에 따라 이들 물질들 역시 미세하여져 전분입자의 관찰이 용이하였다.³⁷⁾

바. 수분흡수지수 및 수분용해도지수

수분보유력(WHC), 알칼리수분보유력(AWRC), 수분결합(water binding), 수분흡수(water absorption), 수분보유능력(water holding ability) 등은 서로 비슷한 의미로 사용된다.⁴³⁾

손상전분은 곡분의 수분흡수에 중요한 역할을 한다^{34,41)}. 보리가루의 손상전분은 수분흡수지수(WAI), 수분용해도지수(WSI), 수분보유력(WRC) 및 알칼리수분보유력(AWRC)에 영향을 미치는 것으로 나타났다 (표 7, 8). 수분흡수지수는 Roller mill에 의해 제분한 보리가루에서 가장 낮았으며 이는 Brabender roll mill에 의해 보리가루의 섬유소물질들 특히 β -glucan이 상당량 제거되었

기 때문인 것으로 판단되었다. 보리의 비전분 다당류물질인 β -glucan 이 WHC 와 AWRC³³⁾ 에 영향을 미친다고 알려져 있다. Roll mill 이외의 보리 가루에서는 전분손상도가 높을수록 흡수되는 수분의 양은 증가하게 되는데 전분손상도가 가장 높은 Jet mill에서 가장 높은 WAI값을 나타냈다. 수분용해도 지수 역시 Ball mill과 Roll mill에서 낮았으며 Jet mill에서 가장 높았다. 수분용해도지수는 전분손상도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈다. WSI는 전분손상도가 가장 높은 Jet mill에서 가장 높게 나타났다. Jet mill은 수분흡수지수가 가장 높았고 수분용해도지수 역시 높아 손상된 전분의 영향을 직접적으로 받았다.

수분흡수현상은 주로 전분의 무정형 부분에서 발생하며 수분흡수량이 증가할수록 전분의 결합력이 약해진다. 또한 물을 흡수할 경우 생전분의 직경은 약 10% 증가한 반면 손상전분은 50% 정도 증가하는데, 이는 손상전분이 많은 양의 물을 흡수하기 때문으로 생각된다

표 8은 AWRC와 증류수를 이용한 WRC의 결과이며 두 방법 모두 비슷한 경향이었으며 AWRC가 WRC보다 약간 높게 나타났다. 알칼리수분보유력(AWRC)은 원래 서로 다른 밀가루의 수분보유특성을 측정하기위해 사용되어져 온 방법으로 distilled water retention capacity(수분보유력)과 밀접한 관련이 있으며 제빵시 반죽의 수분흡수력과 밀접한 관계를 가지고 있다.

원맥보리가루와 제분된 보리가루의 WHC 보다 정맥보리가루의 WHC가 높았으며⁴²⁾ 또한 정맥보리가루의 AWRC도 원맥보리가루보다 높게 나타났다.

표 8. 제분기 종류별 보리가루의 AWRC 및 WRC

제분기	Water retention capacity	
	Alkaline water	Distilled water
Fitz	199.5	182.4
Pin	220.3	203.3
Cyclone	205.6	193.3
Roller	187.5	174.0
Ball	196.3	189.1
Jet	309.8	269.2

사. 보리가루의 호화특성

전분은 온도상승 그리고 흡수율 증가에 따라 팽윤되어 micelle이 파괴되고 호화된다. 표 9는 제분기의 종류별로 제조된 보리가루의 호화 특성을 amylograph를 사용하여 측정한 결과이다.

표 9. 제분기 종류별 보리가루의 아밀로그래프에 의한 점조도 특성

제 분 기	호화개시온도 (℃)	96℃	점 조 도	
			20분 경과후	50℃ 냉각
Fitz	68	108	308	525
Pin	61	288	473	765
Cyclone	61	270	433	735
Roller	65	183	398	595
Ball	65	170	450	685
Jet	60	223	353	580

6가지 보리가루의 호화개시온도는 60-68℃로 8℃의 차이를 나타내었다. Fitz mill의 경우 호화개시온도가 68℃로 가장 높았고 Ball mill, Roller mill 65℃, Pin mill, Cyclone mill 61℃, Jet mill이 60℃로 낮아져 미세하게 분쇄된 보리가루는 일찍 호화가 시작되고 거칠게 분쇄된 보리가루는 호화가 늦게 개시되는 경향을 보여주었다. Ball mill은 Fitz mill보다 입자가 크지만 초기호화온도가 낮은것은 수분첨가(tempering) 효과인 것으로 여겨졌다. 이는 쌀가루의 입자가 미세하여 짐에 따라 전분의 팽윤이 적게 일어나서 호화개시온도가 낮아지게 된다는 금등의 결과³⁴⁾와 유사하였다. 호화온도는 보리가루의 입자가 작을수록 그리고 손상된 전분의 양이 많을수록 낮게 나타나는 경향을 나타냈다.

8% slurries에서 거칠게 제분된 보리가루(Fitz mill)는 미세하게 제분된 보리가루(Pin mill, Cyclone mill)에 비해 높은 온도에서 초기점도의 상승을 보여주었으며 호화과정중에 낮은 점조도와 50℃로 냉각한 후에도 낮은 점조도를 나타냈다.

보리가루의 pasting viscosity는 입자가 큰 Fitz mill이 가장 낮았으며 Pin mill과 Cyclone mill에서 높게 나타났다. 그러나 아주 미세하게 분쇄된 Jet mill은 호화가 빨리 진행된 반면 점도의 상승은 크지 않아 지나친 전분의 손상은 점도를 떨어뜨리는 것으로 사료되었다. Roller(Brabender) mill에 의한 보리가루는 입자크기로 부터 예상되는 점도보다 수치가 낮았으며 이는 섬유소의 양이 감소하였기 때문인 것으로 판단되었으며 낮은 setback값을 나타냈다. 또한 Ball mill에 의한 보리가루는 입자크기가 크지만 수분첨가(tempering)에 의한 효과로 점도가 높아진 것으로 사료되었다.

보리가루의 호화양상은 보리의 종류에 따라 차이를 나타낸다.⁴⁴⁾ 보리전분의 호화개시온도는 대체로 겉보리가 53℃, 쌀보리는 57℃, 그리고 호화완료온도는 겉보리는 59℃, 쌀보리는 62.6℃ 였다고 보고된 바 있다. Buhler test mill에 의하여 제분한 보리가루(쌀보리가루 수율:69 및 74, 겉보리가루 수율 각 61%)의 amylogram을 살펴본 결과 전반적으로 쌀보리가루>겉보리가루>밀가루 순의 경향을 보인다고 하였다. 그리고 이들의 호화온도는 73-75℃, 최고점도온도는 85-88℃의 범위이며, 쌀보리들에서 약간 높음을 알 수 있었다⁴⁵⁾

또한 보리가루의 분획별 호화개시온도가 달라 원맥보리가루(barley meals)의 pasting 온도는 69℃이고 보리가루(flour fractions)는 64-66℃, 그리고 정맥보리가루(pearled meal fractions)는 54-57℃ 였다. 보리전분의 호화온도는 51-60℃, 보리가루의 호화온도는 53-86℃ 사이⁴⁶⁾였다고 하였다. 보리가루 분획별 최고점도는 원맥보리가루(barley meals)가 250-295 BU, 제분된 보리가루

(flour fractions)는 260-335 BU, 그리고 정맥보리가루(pearled meal fractions)는 775-1060 BU 였으며 밀가루는 460 BU 였다.

최고점도는 보리가루 시료에 존재하는 비전분 성분에 의해서도 영향을 받는 것으로 나타났으며 이는 원맥보리가루와 제분된 보리가루의 swelling power가 상대적으로 낮고 정맥보리가루의 swelling power가 높은 것을 제시해 주었다. 따라서 본 실험에 사용한 정맥보리가루의 swelling power는 대체로 β -glucan에 의해 야기된 것으로 판단되었다. β -Glucan은 또한 냉각후에 더 점도가 높은 gel 그리고 높은 setback viscosity를 보여주었다³³⁾. 또한 높은 최고점도는 높은 수분흡수력과 알칼리수분보유력과도 일치하는 것으로 사료되었다.

2. 보리의 신소재 농축기술 개발

보리의 주요 식이섬유 성분인 β -glucan은 곡립내 세포벽의 약 70%를 구성하는 mixed-linked (1→3),(1→4)- β -D-glucan으로서 인체내에서 콜레스테롤을 저하시키는 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 보리는 β -glucan이 풍부해 일반적으로 hulled barley는 2-8%의 β -glucan 함량을 가진다고 보고된 바 있다.

밀가루와 달리 국내에서는 보리류의 제분방법에 관하여 충분히 연구되지 못한 실정이다. 보리를 가루로 분쇄함에 있어서는 우선 정맥기로 도정하여 정맥을 만든후 제분하거나 겉보리 또는 쌀보리를 직접 밀 제분시설에서 가공하

는 두가지 측면을 생각할 수 있다. 전자의 경우는 수율의 문제와 2중가공의 번거로움이 있으며 후자의 경우 적절한 tempering 및 mill 조작이 필요하다.

보리의 제분시 문제점으로 보리배유의 특성이 woolly 한 데 있으며 보리 제분시 고찰할 점으로 적합한 품종의 선택, tempering 수준 및 roll setting을 들 수 있다. 김⁴⁷⁾과 최등⁴⁵⁾은 보리의 tempering 조건과 보리와 밀의 제분성 차이에 대하여 보고하였고 제분분획별로 성분을 분석하여 보고한 바 있다.

보리의 기능성 식이섬유인 β -glucan을 농축하기 위하여서는 우선 보리를 가루로 제조하여야 하며 보리를 품종별로 구분하여 성분을 분석한 결과는 표 10과 같다. 2조 겉보리인 진광보리와 6조 겉보리인 울보리의 베타-글루칸 함량은 각각 3.9% 와 4.9% 였으며 이에 비해 쌀보리의 β -glucan 함량은 수원 291이 7.1%, 무등쌀보리가 5.6%로 겉보리 보다 높았다. 쌀보리중에서는 찰성(수원 291)은 메성(무등쌀보리)보다 β -glucan 함량이 높았다(표 10). 겉보리 품종들의 총식이섬유함량이 19-24%로 쌀보리의 총식이섬유함량 18-20% 보다 높았으며 이는 껍질을 가지고 있는 겉보리가 쌀보리에 비해 불용성 식이섬유의 함량이 높았기 때문이었다.

표 10. 보리품종별 화학적 성분 특성

(단위:%)

성 분	겉 보 리		쌀 보 리	
	울보리	진 광	수원 291	무 등
수 분	9.7	10.9	9.3	10.6
단 백 질	13.4	11.7	15.3	12.4
지 질	2.9	3.3	3.6	2.5
회 분	2.3	2.4	2.0	2.2
베타 글루칸	4.9	3.8	7.1	5.6
불용성식이섬유	17.6	14.6	9.7	14.4
가용성식이섬유	5.9	3.9	8.1	5.9
총 식이섬유	23.5	18.5	17.8	20.3

보리의 도정(pearling) 중 β -glucan의 함량의 변화를 살펴본 결과는 그림 4와 같다. 쌀보리의 경우 도정을 약 90%까지 β -glucan 함량이 증가하였고, 겉보리는 85%까지 현저히 증가하였으며 더 이상의 도정에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 쌀보리가 겉보리에 비해 초기 β -glucan 함량이 높아 β -glucan 농축에 유리한 것으로 나타났으며 찰성 쌀보리와(수원 291)와 메성 쌀보리(무등쌀보리)의 도정중 β -glucan 함량은 표 11에 나타나 있다. 도정을 71-74%에서 β -glucan 함량이 원맥에 비해 1.1-1.2 배 정도 높게 나타났다.

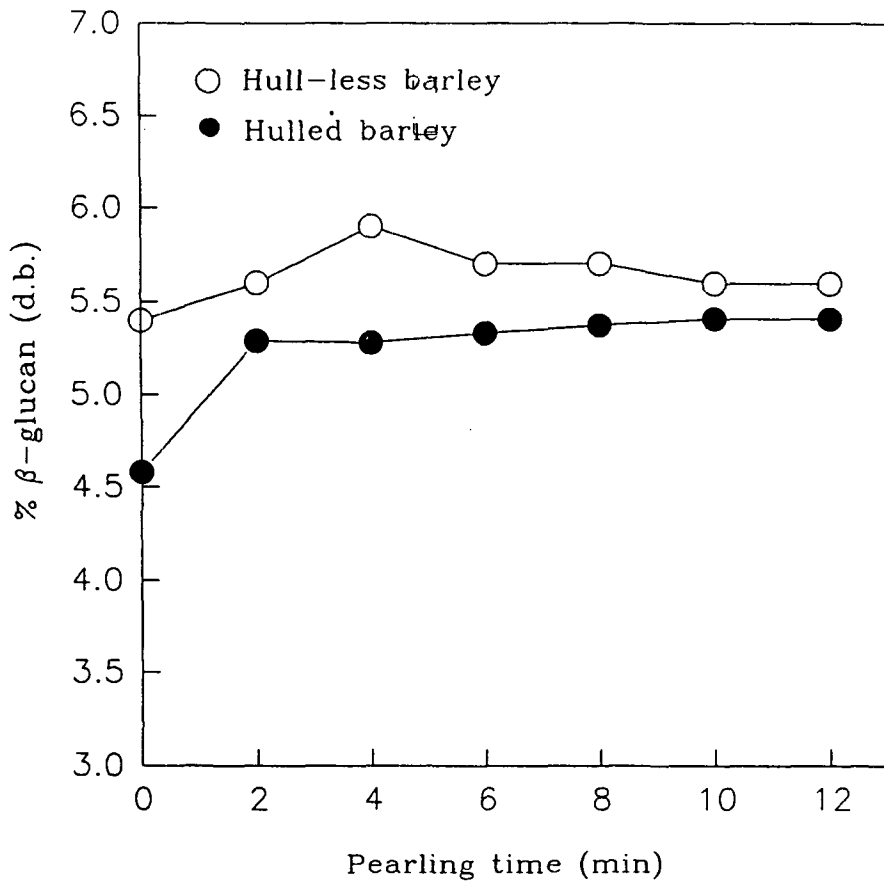


그림 4. 도정도별 베타-글루칸 함량변화

표 11 . 쌀보리의 도정(pering)중 β -glucan 함량

도정시간(분)	정맥율		β -glucan 함량	
	무등쌀보리	수원 291	무등쌀보리	수원 291
1	97.3	96.6	5.5	7.4
2	94.7	93.5	5.6	7.5
4	90.6	88.1	5.6	7.4
6	86.0	83.1	5.8	7.6
8	82.2	78.6	5.9	7.8
10	77.7	75.1	5.8	8.3
12	73.5	70.5	6.3	8.7
14	70.0	66.9	5.7	8.7

쌀보리는 β -glucan 함량이 높을 뿐 만 아니라 우리나라의 경우 재배조건, 단당순이액, 생산추세 등으로 보아 다른 원료보다 유리하다. 또한 기존 제분 공장의 시설을 활용할 수 있는 등 복합분 원료로서의 전망이 제시된 바 있다.^{45,47)} 보리의 기능성 식이섬유인 β -glucan의 제분 분획별 함량분포를 조사하기 위해 현재 밀제분에 이용되고 있는 Buhler test mill을 사용하여 제분하여 보았다. 보리류의 제분성은 겉보리쌀, 쌀보리쌀, 쌀보리, 겉보리의 순으로 좋으나, 겉보리쌀과 쌀보리쌀은 정곡인 까닭에 1차 도정, 2차 제분의 두단

계 가공과정을 거쳐야 하므로 가공비용이 과중하게 되어⁴⁷⁾ 원맥을 이용하는 것이 유리하며 베타-글루칸 함량이 높은 쌀보리를 원료로 사용하였다.

보리도 밀과 마찬가지로 수분첨가(tempering) 조건에 따라 제분수율에 차이를 나타내며⁴²⁾은 겉보리는 수분 15%에서 24시간, 쌀보리는 14%에서 48시간, 겉보리쌀과 쌀보리쌀은 수분 13%에서 48시간 tempering 처리하는 것이 가장 높은 제분수율을 나타낼 수 있다고 하였다. 보리를 tempering 처리하지 않은 원료와 13%에서 24시간 tempering 한 후 제분한 후의 제분수율을 측정한 결과는 표 12와 같다. 보리를 Buhler 시험용 제분기를 사용하여 제분한 결과 break분 3종류(B1, B2, B3)와 reduction분 3종류(R1, R2, R3)가 생산되고 bran과 short가 분리된다. Break flour와 reduction flour를 합한 보리가루의 수율은 21% 정도로 매우 낮았으며 쌀보리의 제분시 tempering은 보리가루의 수율에 큰 영향을 주지 못한 것으로 나타났으며 종피와 배유가 쉽게 분리되도록 하여 bran의 양을 증가시켰다.

보리의 식품적이용을 위해 밀제분에 사용되는 제분기를 사용할 수 있으며 Bhatt⁴⁹⁾는 보리가루의 수율은 70%정도나 되었다고 하였다. 원맥의 β -glucan 함량은 4.3-11.3% 였으며 보리가루는 3.9-9.0%, 그리고 bran에는 4.9-1.5% β -glucan이 포함되어 bran에 약 1.3배의 β -glucan이 농축할 수 있었다. 또한 mill을 조절함으로써 거칠거나 미세한 보리가루나 보리 bran을 만들어낼 수 있다고 하였다.

Knuckles 등⁵⁰⁾은 보리와 귀리를 제분 및 체질에의해 β -glucan 이 농축된 분획을 얻었고 제분 및 기류분급에 의해 6-23%의 β -glucan을 함유하는 barley fractions를 얻을 수 있었다고 하였다.

표12. Buhler 시험용 제분기에 의한 보리의 제분수율

(단위 : %)

제 분 분 획 (mill stream)	Tempering(x)		Tempering(o)	
	무등쌀보리	수원291	무등쌀보리	수원291
Bran	39.3	22.0	49.1	34.2
Short	39.5	56.7	30.4	47.2
Break flour	6.7	6.9	7.6	6.7
Reduction flour	14.6	14.4	13.0	11.9

최등⁴⁵⁾은 보리는 밀과는 달리 가루가 뭉쳐지기 때문에 제분이 어렵고 제분 시 이를 완화하기 위해 체를 굵은 것으로 사용한다고 하였다. 배유의 세포벽 물질은 전분으로부터 분리되어 short fraction에 남게되는데 배유 점성 물질의 양이 제분율과 밀접한 관계가 있어 제분과정중 점성이 높은 배유의 세포벽 물질이 전분으로부터 분리되고, 이것이 short fraction으로 모여지므로 배유점성 물질이 많으면 short가 많아지게 된다. 보리가루(flour)의 β -glucan함량은 원맥(raw barley)에 비해 낮은 반면 bran과 short에서는 원맥보다 높은 농도로 존재하였다(표 13).

보리의 식이섬유는 sieving에 의해 간단하게 농축할 수 있다. 원맥가루, 정

맥가루, 제분분획별 가루를 standard sieve(20 cm-diameter, US Tyler Co.)를 사용하여 1시간 동안 체질하여 분리하였다.

325 mesh 스크린(45μ opening)을 사용하면 전분입자($<40\mu$)를 제거할 수 있으며 보리가루에는 많은 양의 전분입자들이 존재하기 때문에 325mesh 스크린을 통과하는 양이 많을수록 스크린에 남는 가루의 β -glucan 함량은 증가하게 된다.

Short와 bran으로 부터 체질에 의해 원맥의 1.8배까지 함유하는 분획을 얻을 수 있었다(표 14).

표 13. Buhler 시험용 제분기에 의한 보리가루의 분획별 베타-글루칸 함량 (단위 : %)

분획(Mill stream)	수원 291	무 등
Raw	7.1	5.6
Bran	8.0	5.3
Short	8.6	7.0
Break flour	3.2	3.0
Reduction flour	3.0	2.4

표 14 . 분쇄한 short와 bran의 체질에 의한 베타-글루칸 함량

(%)

체의크기 (mesh)	수 원 291		무 등	
	Ground shorts	Ground bran	Ground shorts	Ground bran
325	0.8	1.0	0.9	1.1
-60	9.7	10.5	9.3	5.9
+60	11.6	11.7	10.1	7.3

상기방법에 의한 다단계 체질로써 β -glucan을 농축할 수 있으며 β -glucan의 농축과정은 그림 1에 제시된 바 있다. 수원 291의 short는 8.6%의 β -glucan을 함유하여 원맥의 7.1% 보다 1.21배 높았으며 이 short를 분쇄기 (Cyclone mill, 0.5 mm screen)로 분쇄한 후 325 mesh로 체질하여 전분질을 제거하고 60 mesh 이상에 남는 부분의 β -glucan 함량을 측정한 결과 11.6%로 원맥보다 1.63배 증가되었다. 무등쌀보리의 short는 7.0%를 함유하여 원맥보다 1.25% 증가하였으며 325 mesh 체질에 의해 1.8배 이상 농축을 할 수 있었다. 메성 쌀보리인 무등쌀보리가 찰성 쌀보리인 수원 291보다 체질에 의한 β -glucan의 농축도가 높게 나타났다.

한편 쌀보리를 도정하여 β -glucan이 가장 높은 도정상태에서 분쇄한 뒤 그림 1 과 같은 공정으로 체질에 의해 β -glucan을 농축한 결과는 표 15와 같다.

전분질을 제거하므로써 β -glucan 함량이 25%까지 농축된 분획을 얻었으며 원맥의 β -glucan 함량보다 3.5배 정도까지 농축할 수 있는 방법을 개발하였다.

표 15. 체질(Sieving)에 의한 β -glucan의 농축

	무등쌀보리	수원 291
원맥	5.6	7.1
정맥	6.3	8.7
> 325 mesh(45 μ m)	10.	15.6
> 325 mesh(45 μ m)	15.	22.6
>100 mesh(147 μ m)	17.5	24.8

제 2 절 보리 미숫가루의 품질개선

미숫가루는 음청류중 미시류에 해당하는 우리나라의 전통음료로서 찰밥을 찌서 말려 볶아서 고운가루로 한 것이며 보리쌀로 만들면 보리미숫가루라 한다.⁵¹⁾ 미숫가루가 언제 부터 이용되어 왔는지에 대해서는 정확히 알 수 없으나 삼국유사에 기재되어 있기를 “신라 경덕왕 19년에 쌀 20두를 찌 말리어 이로서 양식을 삼아.....” 명산편력에 들어갔다는 이야기가 있어 쌀을 찌 말려 미

시트가루로 만드는 가공법이 이때에 이미 실시되고 있음을 말해 주고 있어 그 역사는 대단히 오래된 것임을 알 수 있다.⁵²⁾ 이들 미시트가루는 찹쌀미시, 멥쌀미시, 보리미시, 완두미시등이 오래 전부터 보편화⁵³⁾되어 있었으며 곡물을 찌서 말리고 볶아서 가루로 한 점으로 인하여 저장성, 간편성 및 영양성이 우수하여 장기여행시 또는 비상시의 대용식으로도 사용되어 왔을 뿐 아니라 꿀물에 타서 음료로도 애용되어져 온 우리나라 전래 음료의 하나이다.

현재 미시트가루는 한국전통식품의 하나로 지정되어 이에 대한 표준규격이 제정(규격번호 T026-1995)되어 있고 그 적용범위를 “쌀, 보리, 콩등과 같은 국내산 곡류와 두류를 주 원료로 하여 세척, 증자, 볶음, 분쇄등의 공정으로 분말화한 미시트가루”로 규정하고 있다.

이와 같이 미시트가루의 경우 원료로서 주로 곡류 또는 두류를 사용하고 소화성을 높이기 위한 증자등 가열처리과정 뿐 만 아니라 고소한 향미의 증진을 위해 볶음등의 처리과정을 포함하고 있어 기호성의 면을 중시하여 왔음을 알 수 있다. 한 편 곡류와 두류를 이용한 간편식, 영양식으로 최근 선식, 설식등의 이름을 한 분말상제품들이 시중에 많이 시판되고 있으며 이들 선식류를 미시트가루와 명확한 구분을 하기는 어려우나 선식의 경우에는 기호성의 면보다는 한끼의 식사를 대신할 수 있는 대용식으로 간주되어오음에 따라 미시트가루 보다는 당연히 영양적인 면을 중시하여 가공처리된 것으로 생각된다. 그러나 이들 두가지 형태의 식품 모두 근본적으로 곡류와 두류를 주 원료로 한 분말상의 편이식품이라는 공통점을 갖고 있고 전통식품이라는 것 역시 일반적인 가공식품과 마찬가지로 시대적 상황, 기호성의 변화등과 같은 사회적여건에 따라 점차 변화되고 변형되어져 가는 것이므로 미시트가루와 선식을 명확히 구분하여 취급하기에는 어려움이 많다. 특히 선식의 경우 문헌상 기록된 것은 찾아 보기 어렵지만 오래전 부터 사찰의 스님들이 여름철 3개월, 겨울철 3개월

의 참선중(결재기간)에 먹어왔던 음식을 지칭하는 것이라 할 수 있다. 선식원료로서 구비해야 할 조건은 채식 즉 육식이 아닐 것과 오신채 즉 마늘, 양파, 파, 부추등과 같은 자극성있는 5종류의 향신채소가 들어있지 않을 것으로 정하고 있다. 뿐만 아니라 선식의 조제시에는 정신적인 면으로서 기(氣)의 개념을 도입하고 있다. 즉 각종 식물성 재료를 상호혼합할 때 하루는 불을 생각하면서 저어가며 혼합한 것은 양기(陽氣)를, 다음 날엔 물을 생각하면서 혼합한 것은 음기(陰氣)를 발현한다하여 선식을 섭취할 경우에도 하루는 양(陽)의 것을 먹고 그 다음 하루는 음(陰)의 선식을 섭취하고 있어 사용원료의 제약성에 덧붙여 음양오행의 원리를 도입시킨 형이상학적 식품으로 볼 수 있다. 즉 광의의 선식이란 절에서 스님들이 참선중 에너지 공급을 목적으로 먹는 음식을 가르키지만 협의의 선식이란 식물성재료만의 혼합으로 영양의 균형을 갖춘 편이성있는 분말상식품으로 볼 수 있다.

이와 같이 선식을 식품학적으로 정의를 내리는 것은 관련자료의 미비로 대단히 어렵기는 하지만 위에서 언급한 점으로 미루어 볼 때 선식이란 다음과 같은 특성을 지니고 있는 것으로 생각된다. 즉 일반대중들이 일상적으로 섭취하는 음식과는 달리 육류가 들어 있지 않은 순수 식물성원료를 소재로 한 음식이며 특히 마늘, 양파, 파와 같은 자극성 강한 채소는 함유되어 있지 않고 기타 양념류가 가미되지 않아 원료가 가지고 있는 자연 그대로의 맛을 나타내므로 대단히 담백한 맛을 내는 식품의 하나로 생각된다. 뿐만 아니라 여러가지 종류의 곡류, 두류등을 함께 잘 혼합하여 조제된 것이므로 각종 비타민, 무기질등이 풍부하고 특히 원료중 콩과 깨를 혼합사용하므로써 식물성식품만의 섭취시 부족되기 쉬운 단백질, 지방질을 보완하게되며 육류가 들어있지 않으므로 식육제품의 과다섭취로 인한 비만, 고혈압등의 성인병을 유발시킬 우려가 없어 성인용식품으로서는 바람직한 조성을 하고 있는 것으로 생각된다.

현재 선식이란 이름으로 상품화된 제품들의 사용원료로서는 찹쌀, 보리, 현미, 울무, 검정콩, 들깨, 흑임자등 7가지 재료를 같은 비율로 혼합하는 것을 기본으로 하여 적절히 그 량을 가감하기도 하며 그 밖에 건조채소류를 혼합하기도 하여 태평선식, 칠곡선식등의 이름으로 시판되고 있고 그 밖에 수 많은 업체에서도 이와 유사한 원료조성을 갖는 제품들이 분말영양식, 분말건강식, 팔보식, 설식등의 이름으로 시중에 판매되고 있다.

한 편 현재 시판되고 있는 미숫가루의 사용원료조성을 보면 각 업체마다 각기 구성에 차이가 있으나 대부분 찹쌀, 보리, 현미, 울무, 들깨, 콩, 검정콩등을 주원료로 하고 그밖에도 썩, 참깨, 조, 수수, 밤, 땅콩, 옥분등을 첨가하기도 하고 있어 선식 또는 설식류들과 상당부분 유사한 특성을 하고 있으므로 미숫가루나 선식 모두 곡류를 주성분으로 하여 기호성과 편이성을 높인 분말상 편이식품의 하나로 간주된다.

현대의 식생활에서는 특히 맛을 중요시하므로서 식이섬유를 특히 많이 함유하고 있는 곡류의 외피부분을 도정 또는 기타의 정제과정에서 제거하는 일이 많다. 즉 쌀의 경우에도 주로 과피, 종피, 호분층을 제거한 정백미를 상식하고 있고 밀의 경우에도 호분층까지의 밀기울을 제거한 배유부만을 분쇄한 밀가루를 식용으로 사용하고 있게 되므로 이들 정백미나 밀가루는 식이섬유의 급원으로서 충분한 역할을 수행하지 못하게 된다.

구미 선진국의 경우 곡류로 부터 얻고 있는 식이섬유의 섭취량감소는 근대 사회로 접어들어 곡류의 정제기술이 발달한 결과 고도로 정제된 곡류를 식용으로 하게 된 것에 기인한다.

곡류의 식이섬유는 히포크라테스시대에 이미 밀기울이 변비에 유효한 정장작용을 한다는 것이 알려져 왔고 실제로 이들 곡류의 외피를 부말화하여 식이 중에 인위적으로 첨가하고 동물실험한 결과 그 생리작용의 대부분은 대변량의

증가, 변비의 개선등이 인정되고 있다. 그러나 이들 불용성식이섬유의 경우 허혈성 심질환, 동맥경화등의 위해인자로 되는 혈청 콜레스테롤농도를 저하시키는 효과는 없는 것으로 보고⁵⁴⁾되어 있다. 국내의 식생활에 있어서도 현곡상태 또는 정백도가 낮은 곡류의 섭취가 요구되고 있으나 현대의 식생활에서는 식미상 정백도가 높은 것을 선호하고 있어 곡류의피로부터 생리적으로 유효한 식이섬유성분을 분리하여 인위적으로 식품에 첨가할 필요성이 대두되고 있고 미국 암협회에서는 건강한 성인의 경우 하루 25-35 g정도의 식이섬유를 권장⁵⁴⁾하고 있다.

그러나 보리의 경우에는 맛의 향상을 위해 식이섬유가 풍부한 곡류의 외피를 도정을 통하여 제거한 경우에도 배유내 세포벽에 포도당이 β -1,3 과 1-4 결합을 통하여 직쇄상 분자구조를 취하는 베타 글루칸이 상당량 함유되어 있고 이들 베타-글루칸은 지방간 및 혈청 콜레스테롤 농도의 상승을 억제하는등 비만에 수반되는 증상을 완화한다는 것이 확인되어 있어 성인병과 관련된 식이섬유의 급원으로서 대단히 중요한 소재의 하나임이 점차 입증되어져 가고 있다.

현재와 같은 풍요의 시대에 있어서 식품의 경우에도 맛의 추구는 피할 수 없는 시대적 현상인 것으로 생각되며 따라서 전통적으로 기호식으로 애용되어져 오던 미숫가루의 섭취는 특히 현대인들에게 성인병예방 차원에서도 권장되어야 할 필요성이 있을 것이라 생각된다.

미숫가루의 제조공정은 원료→수침→증자→건조→볶음→분쇄→미숫가루와 같은 공정으로 이루어져 있다. 수침하여 원료곡류중에 물을 흡수시킨 다음 증자하는 것은 전분의 호화를 유도하기 위함이며 건조, 볶음등의 공정은 편이성을 도모하고 원료곡류에 부족한 향미를 고온열처리에 의해 풍미를 생성시켜 기호성을 증진시키기 위함이다. 따라서 미숫가루 제조공정에 있어서 맛등 품

질을 결정하는 가장 중요한 것은 원료곡류에 함유된 전분의 호화와 적절한 볶음처리에 의한 향미의 증진기술이라 할 수 있다. 또한 미숫가루의 품질에 가장 크게 문제시되고 있는것 중의 하나가 물에 분산시킬 경우 숟가락 또는 용기의 벽면등에 쉽게 붙어지지 않는 미숫가루의 작은 덩어리들이 남아있게 되므로 완전한 분산을 위해서는 상당한 시간 정성을 들여 숟가락으로 휘저어야 하는 번거로움이 있다는 것이다. 따라서 보리미숫가루의 품질을 높이기 위해서는 분산성을 증진해야할 필요성이 있다.

앞서 언급한 바와 같이 미숫가루는 한국전통식품의 하나로서 이에 대한 표준규격이 제정되어 있다. 그러나 아직 미숫가루에 대한 기초적이고 폭넓은 연구가 이루어진 바 없어 전통미숫가루의 품질을 객관적으로 나타낼 수 있는 품질기준이 관능품위,수분,대장균군의 유무등에 대해서만 품질기준의 항목으로 설정되어 있고 특히 관능품위의 경우 미숫가루고유의 풍미를 지니고 있어야 하며 이미,이취가 없어야 한다로 되어 있어 대단히 주관적인 면에 치우치고 있다. 그러나 실제 미숫가루를 섭취시 가장 번거로운 일 중의 하나는 앞서 언급한 바와 같이 물과 함께 저울 때 물에 잘 풀어지지않고 따라서 숟가락이나 용기의 벽면에 덩어리진채 남아있게 되는 분산성이 좋지 못한 문제점인 것으로 생각되며 따라서 미숫가루의 품질지표로서 분산성에 객관적인 측정방법이 확립되어져야 할 필요성이 있다.

미숫가루의 제조에 사용된 원료보리로서는 “보리의 제분방법 및 신소재 농축”에 관해 전술된 재료와 동일하며 원료보리가루의 특성은 표 2에 제시한 바 있다. 미숫가루제조공정을 단순화하고 분산성 증진을 도모하기 위한 방법으로 압출성형을 시도하였으며 이때 사용한 압출성형기로 (주)남성산업에서 제작한 쌍축압출성형기(FESTINA FX 40)를 사용하였다. 원료는 약 350g/분으로 일정하게 투입하였고, 압출성형조건은 스크류속도 250 rpm, 가수율 17%,

압출성형온도 150℃로 조절하였다. 미숫가루의 분산성은 시료 분말 5g 을 40ml의 물에 넣고 stirrer로 30초간 저은 후(200 rpm) 30메쉬로 여과하여 통과한 고형분의 무게로 측정하여 %로 표시하였다.

1. 적정 볶음조건의 확립

전분의 호화란 전분립에 물을 가하고 가열하면 어느 온도이상에서 전분립은 불가역적으로 크게 팽윤하여 다량의 물을 흡수하고 호화한다. 이 때 전분입자의 미세한 조직구조는 파괴되어 복굴절성이나 결정구조를 소실하게 된다. 이때의 온도를 호화온도라 하며 일반적으로 50-70℃의 것이 많다. 호화는 인접하는 포도당기 사이의 직접적인 수소결합, 또는 물을 개재한 간접의 수소결합이 고온에서 불안정하게 됨과 동시에 열에너지를 얻어 운동이 활발하게 된 물 분자에 의해 파괴되어 일어난다. 따라서 수소결합을 파괴하는 강알칼리,염화아연,요소,dimethylsulfoxide등의 화학약품의 존재하에서는 가열처리없이도 호화를 일으킨다. 그러나 물의 존재하에서 호화를 일으키기 위해서는 적어도 30% 이상의 물이 필요하지만 고온고압하에서 처리하여 상압하로 급격히 방출하는 것과 같은 압출성형이나 gun puffing등과 같은 특수한 환경하에서는 수분이 극단적으로 적은 경우에도 호화는 일어난다.⁵⁶⁾

일반적으로 전분이 구성성분의 대부분을 차지하는 곡류의 맛은 전분이 어떤 특별한 맛을 나타내지 않기 때문에 과일,채소등과 같이 유리당,유기산등의 함량이 비교적 높아 원료 농산물자체의 독특한 맛이 강한 것과는 달리 별다른 맛을 나타내지는 않는다. 따라서 breakfast cereal, 미숫가루등과 같은 곡류가 주성분인 가공편이식품의 경우 원료로 사용되는 곡류의 약한 맛특성을 보강하

기 위해 볶음처리와 같은 가열공정이 필요하다. 볶음은 일반적으로 200℃ 정도의 고온하에서 이루어지므로 이와 같은 고온하에서는 원료에 함유되어 있던 미량의 환원당, 아미노산 또는 단백질등이 상호작용하여 Maillard반응에 의한 이차적인 향미물질과 갈색색소를 생성하게 되므로 비교적 무미건조한 곡류의 맛을 향상시킬 수 있게 된다. 특히 보리의 경우에는 보리쌀을 수침, 증자하고 건조 후 볶음처리를 거치지 않고 분쇄하여 분말로 한 미숫가루의 경우 보리 특유의 아린 맛이 강하여 이와 같은 형태의 분말상제품은 기호성이 크게 떨어지는 단점을 갖게 된다.

Extrusion cooking은 일반적으로 저수분상태에서 이루어지므로 과량의 물과 함께 가열처리하지 않고서도 전분의 호화를 유도할 수 있으므로 공정의 간편성, 에너지절약등의 측면에서 최근 식품가공분야에서 널리 이용되고 있는 기술의 하나이다. 저수분계에서는 호화온도는 고온측으로 이행하게 된다. 예를 들면 감자전분의 경우에는 호화온도는 수분함량이 60%이상에서는 65℃이지만 수분 50%에서는 80℃, 25%에서는 100℃이상으로 되게 된다. 열분석에 의한 결과를 보면 수분함량이 80%정도로 높은 경우에는 1개의 흡열피크가 확인되며 이 온도는 결정성을 보이는 북글질의 소실온도에 일치한다. 그러나 수분 64%에서는 흡열피크 보다 더 고온측에 별도의 용해피크가 나타나며 더욱 수분함량을 감소시키면 흡열피크는 더욱 작아지게 되고 수분 50%이하에서는 소실되고 만다. 이와 함께 용해피크는 크지게 되고 또 고온측으로 이동하게 된다.

Extrusion cooking은 극도로 수분함량이 낮은 계에 상당하므로 완전한 호화를 위해서는 압출성형기의 배럴온도가 160℃ 이상을 필요로 한다. 전분의 압출성형기에 의한 물성변화에는 열과 동시에 전단력도 영향을 미친다.

그러나 저수분에서 고전단력이 걸릴 경우에는 전분의 저분자화 즉 텍스트

린화가 일어나게 되며 이와 같은 제품은 발효원료등에 사용할 때는 발효속도를 빠르게 하는등의 장점이 있지만 이와 같은 높은 열교환성은 모든 식품가공에 적합한 것은 아니며 어떤 종류의 식품재료 특히 스낵계 식품의 제조에는 충분한 주의가 필요하다. 즉 전분의 미셀은 배럴내의 기계적인 마찰,스크류나 배럴표면과 전분의 접촉면에 있어서의 마찰 및 전분의 내부마찰로 쉽게 손상을 받게 되는데 전분 미셀의 붕괴는 씹을 때 덱스트린화된 물질이 치아나 잇몸에 부착되는 불쾌감을 발생시키기도 하므로 미숫가루의 경우에도 이와 같은 현상의 방지에 주의할 필요가 있다.

전통적인 방법으로 미숫가루를 제조할 경우에는 앞서 언급한 바와 같이 수침, 증자, 건조, 볶음, 분쇄등의 여러 단계를 거쳐야 하는 공정상의 번거로움이 있어 본 시험에서는 이와 같은 공정을 단순화시키고자 수침, 증자, 건조의 3단계 공정을 압출성형이라는 하나의 단일처리공정으로 대체코저 시도하였다.

그러나 압출성형공정에 있어서는 고온·고압하에서 단시간으로 호화가 일어나므로 향미의 증진을 도모하기 위해서는 별도의 볶음공정은 필요한 것으로 생각되어 원료보리는 사전에 볶음처리를 실시하였다. 즉 우선 원료보리 특유의 아린 맛을 경감시키고 기호성을 증진시키기 위해 원료 보리를 200℃의 온도에서 일정시간 볶음처리하였다.

보리는 볶는 과정중에 보리성분중 탄수화물, 단백질등의 열분해와 갈색화반응에 의해 갈색물질이 생성되고 여러가지 향미물질도 동시에 생성된다. 이때 생성되는 갈색물질의 양과 볶음보리 조직내의 갈색화정도 및 향미성분의 생성은 볶음방법, 볶음온도, 볶음시간등과 같은 볶음조건 뿐 만 아니라 원료로 사용되는 보리의 품종, 입도, 수분함량등에 따라서도 차이가 있으며 갈색화가 적절하게 진행되었을 때는 바람직한 향미성분이 발현되지만 과도하게 갈색화가 진행되면 탄냄새가 강하게 생기고 상품으로서의 가치를 상실하게 된다. 따라

서 적절한 수준으로 갈색화를 유도할 필요가 있으며 이를 위하여 볶음온도 및 시간에 따른 색깔의 변화를 조사하는 것은 중요하다.

일반적으로 곡류를 볶음처리할 경우 여러 범위의 온도를 설정할 수 있으나 너무 낮은 온도하에서는 볶음에 장시간이 소요되고 높은 온도에서는 시간은 단축되지만 급격한 물리화학적 반응에 의하여 볶음시간을 적절히 조절하기가 대단히 어렵게 된다. 본 시험에서는 이와 같은 점을 감안하여 140-200℃ 사이의 온도범위하에서 예비실험을 통하여 적정 온도를 살펴 본 결과 미숫가루제조를 위한 보리의 볶음온도로서는 200℃부근의 온도범위대가 작업상 가장 바람직하다는 결과를 얻어 이 후의 실험에서는 볶음온도를 200℃로 설정하였다.

또한 보리를 볶게 되면 보리곡립내부에 존재하는 수분이 급격히 발산하게 됨에 따른 조직의 팽화현상도 동반하게 되므로 볶음처리전 원료보리의 수분함량을 10%, 17% 및 25% 수준으로 각각 조절한 다음 200℃에서 일정 시간 볶은 후 볶은 보리의 색깔변화를 색차계를 사용하여 조사하였으며 동시에 체적의 팽창율을 조사한 결과는 표 16과 같다.

표 16. 보리의 수분함량 및 볶음시간별 보리곡립의 색도 및 체적의 변화

수분함량 (%)	볶음시간 (분)	색도			체적 (cc/g)
		L	a	b	
10	4	68.15	1.42	13.46	1.26
	6	68.03	2.58	14.45	1.33
	8	64.10	4.50	15.08	1.36
	10	59.00	5.37	15.08	1.41
	12	43.69	6.50	10.82	1.47
17	4	66.10	1.50	13.74	1.18
	6	66.33	2.32	14.65	1.24
	8	65.40	4.13	16.12	1.33
	10	58.88	5.76	15.83	1.38
	12	53.03	6.89	15.15	1.42
25	4	64.79	2.27	14.56	1.23
	6	67.58	2.11	14.87	1.27
	8	65.56	4.56	17.12	1.40
	10	61.81	7.35	17.75	1.49
	12	51.92	8.20	15.28	1.57

각 처리구별 모두 정도의 차이는 있지만 볶음정도가 진전됨에 따라 색의 밝기를 나타내는 L값은 낮아지고 적색도를 나타내는 a값은 높아지게 되지만 황색도를 나타내는 b값은 초기에는 증가하지만 볶음시간 8-10분 이상에서는 다시 감소하는 경향을 나타내었다.

한편 보리의 볶음조건은 팽화에 영향을 미치며 이와 같은 팽화정도는 보리의 수분함량에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려져 있으나 볶음온도를 200℃로 설정하여 보리를 볶은 본 시험의 결과에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 볶음보리의 체적팽창율은 지속적으로 증가하기는 하지만 원료 보리의 수분함량

에 따른 차이는 그다지 크지 않는 것으로 나타났다.

한편 각 처리구별로 볶은 보리를 색깔, 향미 그리고 맛에 대한 관능평가를 실시한 결과는 표 17과 같다.

표 17. 보리의 수분함량 및 볶음시간별 관능평가

수분함량 (%)	볶음시간 (분)	항 목		
		색깔	향미	맛
10	4	2.0	2.0	2.0
	6	2.3	2.3	2.8
	8	5.3	4.7	4.7
	10	8.3	7.3	6.7
	12	5.0	4.3	2.8
17	4	2.0	2.0	2.0
	6	2.8	2.8	2.0
	8	4.3	4.0	4.5
	10	7.5	7.5	6.7
	12	7.7	5.3	5.3
25	4	2.0	2.0	2.0
	6	2.3	2.0	2.3
	8	4.0	3.8	3.8
	10	6.3	7.0	7.8
	12	7.0	4.5	4.8

표에서 알 수 있는 바와 같이 원료 보리의 수분함량에 관계없이 200℃에서 10분간 볶은 처리구의 것이 모든 항목에서 가장 높은 점수를 보여 색도의 측정결과에서 황색도의 값이 최고치를 나타내는 시간과 잘 일치하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 미숫가루제조를 위한 원료보리의 적정볶음조건으로서는 볶음전 수분의 조절은 그다지 영향을 미치지 않으며 볶음시간은 10분정도로 설정하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

2. 보리 미숫가루의 분산성 및 용해성 개선

호화가 일어나지 않은 원료상태의 보리가루는 물을 가하여 저울 경우에도 숟가락에 달라붙는 성질을 나타내지 않지만 그대로 방치하게 되면 쉽게 물에 용해되지 않는 전분질이 서로 분리되어 뚜렷한 층을 형성하게 된다. 즉 전분의 호화가 이루어지지 않은 상태의 곡물가루는 생전분상태로 있기 때문에 물의 흡수력이 적어 미숫가루가 구비해야 할 물에 분산시킨 후의 적당한 점성 또한 보디감을 부여하지 못할 뿐 아니라 소화성이 좋지 못하므로 미숫가루로서는 그대로 사용할 수 없다. 따라서 오래전 부터 곡류를 이용하여 미숫가루로 가공할 때에는 곡류를 물에 침지시켜 호화에 충분한 수분을 흡수시킨 뒤 증자하여 전분을 호화시킨 다음 건조, 볶음처리하고 분말화시켜 여름철의 음청류로서 또는 보존성,편이성등으로 인하여 여행식,또는 비상식으로 애용되어져 왔다.

미숫가루가 갖는 장점으로서 ① 수분함량이 5%정도로 극히 낮기 때문에 장기저장시에도 미생물에 의한 변질의 우려가 없고, ② 분말상이므로 수송이 용이하고, ③ 물만 타면 즉석에서 바로 시식이 가능하므로 편이성이 높고, ④ 보리이외에도 현미, 콩, 울무, 참쌀등 각종의 곡류 또는 두류를 적절히 혼합함에 의해 한가지 원료만의 사용으로 부족되기 쉬운 영양성분을 상호보완하므로써 영양적으로 균형을 맞출 수 있으며, ⑤ 여름철에는 맛의 증진을 위해 꿀을 첨가하여 시원한 물에 타 마실 경우 갈증해소 뿐 만 아니라 기호음료로서도 훌륭한 전통적인 우리의 음청류중의 하나로 간주된다.

그러나 이와 같은 여러 가지 장점이 있는 반면 아직까지 해결되지 못하고 남아있는 큰 문제점중의 하나는 물에 분산시킬 경우 숟가락 또는 용기의 벽면 등에 쉽게 붙어지지 않는 미숫가루의 작은 덩어리들이 남아있게 되므로 완전

한 분산을 위해서는 상당한 시간 정성을 들여 손가락으로 휘저어야하는 번거로움이 있고 또 이와 같은 점으로 인하여 자판기에서의 판매를 할 수 없게 하는 제약요인이 되고 있다.

미숫가루의 용해성, 분산성과 직·간접으로 관련을 갖는 곡류의 화학성분으로서 전분, 단백질, 지질, 섬유질등을 들 수 있으나 직접적으로 가장 큰 관련을 갖는 것은 전분일 것으로 생각되며 물리적 요인으로서 사용되는 원료의 조성 뿐 만 아니라 미숫가루 입자의 크기 즉 입도일 것으로 생각된다. 그러나 아직 까지 우리의 전통 음식류인 미숫가루에 대한 체계적이고 과학적인 연구는 거의 이루어져 있지 않아 본 시험에서는 우선 시판되고 있는 몇가지 미숫가루를 대상으로 제품의 분산성에 대한 현황을 살펴 보았다.

시판되고 있는 미숫가루 제품들중 보리의 함유량이 65%로 비교적 높은 H사 제품 및 30-40%수준인 C사, T사, S사의 제품에 대한 입도크기를 조사한 결과는 표 18과 같다.

표 18. 보리가 함유된 시판 미숫가루의 입도분포

회사명	체의 크기(mesh)				
	+40	+100	+140	+200	-200
H	-	21.3	22.4	23.1	29.1
T	3.2	32.5	23.1	18.0	16.0
S	1.3	21.7	27.4	25.1	17.1
C	0.3	36.1	18.1	25.5	14.1

대부분의 제품이 100-200메쉬 사이의 입자들이 67-80%를 차지하고 있는 것으로 나타났으나 200메쉬 이하의 미립자의 구성비에 있어서는 H사의 것이 29%정도로 가장 높고 그 밖의 제품들은 14-17%범위로 비교적 낮았다. 이와 같은 미립자들은 미숫가루의 분산성과 밀접한 관련이 있을 것으로 추정되어진다.

따라서 각 회사별 미숫가루에 대한 분산성을 조사한 결과는 표 19와 같다.

표 19. 보리가 함유된 시판 미숫가루의 분산성

회사명	분산성(%)
H	93.8
T	99.3
S	98.8
C	98.6

표 에서 알 수 있는 바와 같이 T사, S사, C사의 미숫가루제품의 분산성은 98.6-99.3%사이로 큰 차이 없이 비교적 분산성이 양호한 것으로 나타났으나 H사의 경우에는 93.8%로 보다 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 앞서의 입도 분포결과 H사의 제품의 200메쉬 이하의 미립자의 비율이 상대적으로 높게 나타난 점과 H사의 제품의 경우 첨가된 보리의 함량이 65%선으로 다른 회사의 제품인 30-40%선에 비해 높은 점과도 밀접한 관련이 있는 것으로 생각되어진다.

미숫가루의 입도와 분산성과의 상호관계를 보다 명확히 하기위하여 시판 미숫가루를 입도별로 분획하여 분획된 분말에 대한 분산성을 측정하여 본 결과는 표 20과 같다.

표 20. 시판 미숫가루의 입도별 분산성

회사명	체의 크기(mesh)			
	+100	+140	+200	-200
H	99.80	96.04	90.77	84.13
T	99.79	99.49	95.70	95.54
S	99.80	99.85	99.71	96.94
C	99.70	99.68	97.78	89.52

표에서 알 수 있는 바와 같이 100메쉬 정도의 미숫가루인 경우 분산성은 각 회사 모두 99%이상을 나타내 이 정도의 입도일 경우 분산성의 문제는 없는 것으로 보였으나 입도가 점차 작아짐에 따라 분산성은 점차 낮아지는 경향을 나타내었다. 특히 H사 제품의 경우 200메쉬 이하의 분획에서는 분산성이 84%정도의 수준으로 급격히 저하되었으나 보리의 첨가량이 이 보다 상대적으로 낮은 T, S, C사 제품인 경우에는 90-97%정도의 수준으로 200메쉬 이상의 입자들에 비해서는 낮아지기는 하였으나 비교적 분산성이 양호한 결과를 보였다. 보리가 함유된 시판 미숫가루를 대상으로 하여 입도의 크기와 보리의 첨가량과의 측면에서 분산성을 검토한 결과 200메쉬 이하의 미립자 구성비가 높을 수록 미숫가루의 분산성은 낮아지는 경향을 알 수 있었다.

따라서 미숫가루에 사용되는 곡류중 보리의 첨가량이 많은 시료를 대상으로 분산성 증진방안을 확립하게 되면 시판 미숫가루의 분산성문제는 해결될 수 있을 것으로 판단되어 이 후의 실험은 보리만을 대상으로 실시하였다.

현재 시판되고 있는 미숫가루는 분산성이 좋지 못한 문제점이 있어 이를 개선하기 위해 원료의 전처리 과정을 달리하여 실험한 결과는 표 21과 같다. 미숫가루를 전통적인 방법에 의한 제조시 건조방법을 달리하였을 때의 분산성을 비교하였으며 동결건조와 열풍건조방법이 냉장후 열풍건조한 미숫가루에 비해 분산성이 높게 나타났다.

표 21. 보리미숫가루의 건조 전처리방법에 따른 분산성 비교

전처리 방법	분산성(%)
열풍건조(50℃, 하룻밤)	97.46
냉장(5℃)후 열풍건조	90.12
동결건조	97.76

원료→수침→증자→건조*→볶음→분쇄→보리미숫가루

건조 전처리방법을 달리하여 제조한 보리미숫가루를 입도별로 분리하여 분획된 분말에 대한 분산성을 측정하여 본 결과는 표 22와 같다. 200메쉬 이상의 미숫가루인 경우 분산성은 모두 97%이상으로 우수하였으나 200메쉬 이하의 분획에서는 분산성이 94%이하로 떨어졌다.

표 22. 건조 전처리방법을 달리하여 제조한 보리미숫가루의 입도별 분산성

전처리방법	입자크기(mesh)			
	+100	+140	+200	-200
열풍건조(50℃, 하룻밤)	97.97	99.92	99.78	94.09
냉장(5℃)후 열풍건조	98.57	99.91	99.70	92.82
동결건조	98.81	99.89	99.98	93.98

원료→수침→증자→건조*→볶음→분쇄→보리미숫가루

분산성 개선을 위한 가공기술로서 압출성형을 시도하였으며 결과는 표 23과 같다. 전통적인 방법으로 미숫가루를 제조할 경우 여러 단계를 거쳐야 하는 공정상의 번거로움이 있어 본 시험에서는 이와 같은 공정을 단순화시키고자 수침, 증자, 건조의 3단계 공정을 압출성형이라는 하나의 단일처리공정으로 대체 코저 시도하였다. 압출성형에 의한 미숫가루제조시 여러가지 전처리방법을 고려한 바 전처리 방법중에서 원료보리를 볶은 후 분쇄하여 압출성형하여 제조한 미숫가루의 분산성이 가장 좋은(95%) 것으로 나타났다. 그러나 이러한 분산성 증진을 위한 볶음처리과정이 과도한 볶음조건인 것으로 판단되었으며 관능검사 결과 색깔, 향, 맛이 매우 떨어져 제품의 기호성을 고려할 때 볶음조건을 조절할 필요성이 있었다.

표 23. 압출성형에 의한 미숫가루제조시 전처리 방법에 따른 분산성

전처리 방법	분산성(%)
원료보리→분쇄→압출성형→분쇄	88.03
원료보리→볶음→분쇄→압출성형→분쇄	95.18
원료보리→수침→증자→건조→분쇄→압출성형→분쇄	68.65
원료보리→수침→증자→건조→볶음-분쇄→압출성형→분쇄	83.72

압출성형공정에 있어서는 고온,고압하에서 단시간으로 호화가 일어나므로 향미의 증진을 도모하기 위해서는 별도의 볶음공정은 필요한 것으로 생각되어 원료보리를 사전에 적절히 볶음처리하였다. 즉 우선 원료보리 특유의 아린 맛을 경감시키고 기호성을 증진시키기 위해 원료 보리를 200℃의 온도에서 일정 시간 볶음처리하였다. 원료의 볶음시간이 증가할수록 분산성은 향상되지만 관능검사에 의해 평가한 적정볶음 조건인 200℃에서 10분간의 볶음조건으로는 압출성형방법에 의해 미숫가루의 분산성이 크게 개선되지 못하는 것으로 나타났다(표 24).

표24. 원료의 볶음조건별 압출성형에 의한 미숫가루 분산성

볶음조건	분산성(%)
200℃, 6분	52.35
8분	56.23
10분	56.77
12분	63.66

원료보리→볶음*→분쇄→압출성형→분쇄

Extruder 처리공정에서 일어나는 전분의 물리적 손상은 기계적인 마찰에 기인하는 것이므로 이와 같은 마찰을 줄일 수 있는 방법이 연구되고 있다. 즉 여기에는 스크류면적이나 배치등과 같은 장치에 의한 인자와 재료의 이화학적 특성과 관련된 재료의 조성에 의한 인자로 나눌 수 있다. 따라서 장치를 고정시켜 생각할 경우 재료의 조성을 적절히 조정하게 되면 과도한 텍스트린화를 억제할 수 있게 된다. 이를 위해서는 시료의 수분함량을 높이고, 시료에 유지를 첨가하기도 하며, 시료에 계면활성제를 첨가하는 방법등이 강구되어져 있다. 시료의 수분함량을 약 30%이상으로 증가시키면 내부마찰력은 급격히 감소하게 되며 유지의 첨가에서도 유사한 효과를 거둘 수 있다. 즉 시료중에 함유된 수분이나 지질이 윤활제로서의 역할을 하여 extrusion시 발생하는 마찰을 감소시키기 때문이다. suger ester나 monoglyceride와 같은 계면활성제도 유지와 마찬가지로 전분의 기계적인 마찰력감소에 관계하여 물리적 손상방지에 유효한 것으로 알려져 있다.⁵⁶⁾ Extruder cooking에 의한 미숫가루 제조공

정의 단순화를 시도한 본 시험에서는 위에서 언급한 바와 같은 수분함량, 원료 배합비 및 유지 또는 계면활성제의 첨가효과등에 대해서는 검토하지 않았으나 적정 볶음조건인 200℃에서 10분간 볶음처리후 압출성형하여 제조한 미숫가루의 입도별 분산성을 나타낸 결과는 표 25와 같다. 전통적인 방법에 의한 미숫가루의 제조공정과 마찬가지로 압출성형에 의해 제조한 미숫가루 역시 입자크기가 작아질수록 분산성이 떨어졌다.

표 25. 압출성형방법에 의한 미숫가루의 입도별 분산성(%)

	입자크기(mesh)			
	+100	+140	+200	-200
분산성(%)	99.14	75.63	57.48	38.23

적정 볶음조건인 200℃에서 10분간 볶음처리후 압출성형한 미숫가루의 분산성은 55%수준이었으나 그중 200메쉬이상의 분획은 75%로 높아진 반면 200메쉬이하의 미립자 분획은 38%로 떨어졌다. 이러한 미립자 분획은 과립화에 의해서 분산성이 78.2%로 다소 개선될 수 있었다.

미숫가루의 분산성은 분말의 입자크기가 작을수록 떨어지며 100mesh와 140mesh 사이에서 가장 좋은 것으로 나타났다. 결과적으로 미숫가루는 전통적인 방법에 의해 제조하여 200mesh 를 통과하는 미분말은 제거한 후 200 mesh 이상의 분말만을 사용하여 분산성을 높일수 있다고 판단되었다.

표 26은 전통적인 방법에 의해 제조한 보리미숫가루를 200 mesh 이하의 미분말과 200 mesh 이상의 분말로 분리하여 분산성을 측정한 결과다. 또한 정맥을 이용한 보리미숫가루와는 별도로 원맥의 영양성을 고려하여 고식이섬유 미숫가루를 제조하여 같은 방법으로 분산성을 측정한 결과는 표 27과 같다. 고식이섬유 미숫가루는 통상적인 미숫가루에 비해 분산성이 약간 높게 나타났다.

표 26. 미숫가루의 200메쉬 통과에 따른 분산성 (%)

미숫가루	분산성(%)
원 료	94.8
200메쉬 이상	97.0
200메쉬 이하	87.8

표 27. 고식이섬유 미숫가루의 분산성 (%)

미숫가루	분산성(%)
원 료	94.8
200메쉬 이상	97.0
200메쉬 이하	87.8

표 28은 보리미숫가루를 200 메쉬 sieve로 체질하는 동안(시간별) sieve에 남거나 통과하는 가루의 양(수율)을 측정하고 분산성을 측정한 결과이다. 체질이 진행되는 동안 200 메쉬를 통과하는 미분말의 양은 비례적으로 증가하였으며 200 메쉬에 남는 미숫가루의 분산성은 향상되었다.

표 28. 200메쉬 이상의 미숫가루의 시간별 수율 및 분산성(%)

시간(분)	200메쉬 이상		200메쉬 이하	
	수 율	분산성	수 율	분산성
1.5	93.7	98.45	6.3	91.56
3.0	88.0	99.37	12.0	90.48
4.5	81.6	99.41	18.4	92.31
6.0	75.4	99.74	24.5	87.57
8.0	71.0	99.76	29.0	89.15

현재 시판되고 있는 보리함유 미숫가루의 분산성 개선을 확인하고자 H사 제품을 체질하는 동안 시간별 분산성을 측정한 결과는 표 29에 나타나 있으며 10분정도의 체질로 약 15%정도의 미분말이 제거되어 분산성은 94%에서 97%로 다소 개선되었다. 또한 200 메쉬를 통과한 미분말은 dextrin 첨가에 의해 분산성을 다소 개선할 수 있었다(표 30).

표 29. 200메쉬 이상 미숫가루의 시간별 수율 및 분산성(%)

시간(분)	수 율	분 산 성
2.5	94.8	94.9
7.0	88.9	96.6
12.0	84.0	97.2
16.0	79.5	97.9
25.0	68.0	98.6

표 30. Dextrin첨가시 200메쉬 이하 미숫가루의 분산성(%)

Dextrin 첨가량	분 산 성
5%	85.2
10%	89.2
20%	88.2

전통적인 방법에 의해 제조된 미숫가루를 사용하여 200 mesh를 통과하는 미분말과 200 mesh 이상의 분말의 품질에 대해 관능시험을 한 결과 미분말이 제거된 분말은 원래의 보리 미숫가루에 비해 차이가 없었으며 시판제품인 H사 제품보다 기호성이 좋게 나타났다(표 31).

표 31. 미숫가루의 관능검사 결과

시료/항목	색	갈	향	촉	감	맛	종합적기호도
미숫가루							
미립자제거용	7.0	6.5	5.6	5.6	6.5	6.5	6.8
미숫가루	7.1	7.0	6.0	6.0	6.6	6.6	6.8
보리미립자제거	6.8	6.3	5.5	5.5	6.0	6.0	5.9
H사	6.3	5.3	5.5	5.5	4.6	4.6	4.9

3. 미숫가루의 과립화기술개발

가. 과립화조건검토

일반적으로 시중에서 판매되고 있는 과립차의 제조공정은 원료에 적당량의 추출용매(물,에탄올)를 가하여 약 2-3시간 추출후 여과하여 가용성고형분 함량이 60-70 Bx정도가 되도록 감압농축한다. 이 농축액에 포도당등의 부형제를 85%정도 가하고 잘 혼합한 다음 과립기에서 과립화한다. 이 때의 수분함량은 매우 중요하며 수분조건이 맞지않으면 과립형성이 어렵고 수분함량이 과도할 경우에는 서로 달라붙어 제품의 질을 떨어뜨린다.

200메쉬의 체를 통과하는 보리분말은 입자크기로 볼 때 75 μ 이하의 미립자들로서 일반적으로 입체와 분체를 경계로 하는 30-50 μ 보다 크기는 하지만 이들 입자내에는 75 μ 의 것들보다 더 미세한 입자들도 존재할 뿐 아니라 75 μ 의 값은 30-50 μ 과 큰 차이는 없는 값이므로 200메쉬체를 통과한 입자군들은

입체로서 보다는 분체의 개념으로 인식하는 것이 취급상 좋을 것으로 생각된다. 즉 이들 미립자들은 부착력과 정전기력이 크기 때문에 취급에 어려움이 많고 감각적인 특성에 있어서도 앞서 언급한 바와 같이 사박사박 흐르기 쉽고 끈적끈적하거나 흐물흐물하여 다루기 힘들게 된다. 뿐만 아니라 물에 분산시킬 경우 주위로 부터 수분을 신속히 흡수하여 하나의 피막을 형성하므로 그 내부로 더 이상의 수분이 침투되어 균일하게 분산되는 것을 방해하기도 한다. 따라서 이들 미립자들로 구성된 가루는 조립을 통하여 물에 대한 분산성을 높이고자 하였다.

조립이란 입자간에 수분을 첨가하여 가교수분을 부착시키고 그 후 건조시키게 되면 수분이 감소하는데 따라 표면장력에 의한 부착력이 커지기 때문에 입자는 서로 밀어 붙여져서 접촉면적을 증가시키고 따라서 입자간의 거리가 접근되게 되어 분자간의 힘이 충분히 서로 작용할 만한 상태로 까지 이끌어 가게 된다. 이와 같이 되면 완전히 건조되어 수분이 없어지게 된 상태에서도 입자상호간에 강한 응집체를 형성하게 되어 허물어지거나 하지 않는다. 식품공업에서 행하여지는 조립의 목적으로서는 정량을 할 수 없는 것을 계수화할 수 있고, 입도, 밀도등의 차에 의한 분리현상을 막고 성분의 균일성을 유지할 수 있으며 기벽에 부착되거나 덩어리의 생성을 막게 되며 외관이 개선되고 미분말상태에 비하여 조립제품들은 용해되기 쉽고 발진의 방지, 외관의 개선 및 유동성이 양호하여 수송, 포장, 공급등의 자동화, 연속화, 정량화가 용이한 점등을 열거할 수 있다.¹³⁾

본 시험에서는 이와 같은 여러 목적중 일차적으로 용해성 또는 분산성의 개선을 목적으로 미숫가루중 200메쉬의 체를 통과한 미분말을 대상으로 과립화에 의한 품질개선시험을 시도하였다. 그러나 주성분이 전분질로 구성되어 있는 미숫가루의 경우 가용성 유리성분만을 추출하여 여기에 부형제로서 적당량

의 당류를 혼합사용하는 일반적인 방법은 그대로 적용될 수 없었다. 즉 미숫가루의 전분질은 호화, 건조, 볶음공정을 거쳐 얻어진 것이므로 결착제로서 물을 첨가할 경우 이미 호화된 상태로 있는 전분들의 수분흡수력이 대단히 높아 과립화제조에서와 같은 정도의 첨가수분으로서는 미숫가루전체를 균질화로 유도하기가 불가능하였고 설령 과립을 형성시킨다 하더라도 과립기의 물리적인 압력에 의해 형성된 것이므로 얻어진 과립제품을 물에 복원시킬 경우 물에 풀리는데 장시간이 소요되어 미숫가루로서는 가치를 갖지 못하였다. 즉 미숫가루를 80%정도 되게하고 포도당에 물을 가한 용액을 결착제로 하여 과립화시켰으나 과립기에서 회전칼날이 회전할 때 발생하는 열과 흡수된 전분질의 물리적특성 때문에 과립망을 빠져나오지 못하였다. 따라서 미숫가루의 분산성증진을 위한 과립화는 차류에서와 같은 방법으로는 해결할 수 없다는 결론을 도출한 다음 다음과 같은 방법을 통하여 미숫가루의 분산성증진을 유도코저 하였다.

나. 미분말 미숫가루의 과립화기술개발

이미 기술한 바와 같이 미숫가루의 분산성을 저하시키는 가장 큰 요인은 미숫가루의 입도별 분산성을 조사한 결과에서 알 수 있는 바와 같이 미숫가루내에 혼존하고 있는 입자들중 200메쉬이하의 미립자들에 의한 영향이 가장 크기 때문에 미숫가루의 분산성 증진을 위해서는 분말화된 미숫가루로 부터 이와 같은 미립자를 사전 제거하게 되면 분산성은 크게 증진시킬 수 있다는 결론을 도출하였다. 그러나 이와 같은 경우 부산물로서 발생하는 200메쉬이하의 미분말은 별도의 용도로 사용되어야하며 따라서 본시험에서는 분산성이 특히 나쁜 200mesh 이하의 미분말화된 미숫가루를 대상으로 과립화에 의한 분산성 증진방안을 모색하였다.

200메쉬의 체를 통과한 미숫가루에 분말포도당을 미숫가루의 25%정도 첨가하여 잘 혼합한 다음 15%수준의 물을 spray로 분산시켜가며 혼합기에서 고속으로 회전시켜 미숫가루와 포도당이 상호 결합하여 작은 과립이 형성되도록 유도하였다. 이때 결합제로서 사용하는 물의 량에 따라 과립화된 입자의 크기가 달라지게되며 특히 물의 첨가량이 많아져 입자의 크기가 커지고 불균일해짐에 따라 과립형성후 건조시킬 경우 단단한 입자로 재구성되어지므로 물에 복원시 잘 풀리지 않게 됨을 알 수 있었다.

한편 미숫가루를 음용할 경우 대부분 맛의 증진을 위하여 설탕등과 같은 감미료를 적당량 첨가하여 음용하게 된다. 현재 식품으로서 사용되는 천연감미료로서는 설탕이 가장 많이 사용되고 있으나 충치,비만등을 유발하게 된다는 이유로 점차 설탕의 사용을 기피하고 있는 경향이다. 따라서 200메쉬이하의 미분말화된 미숫가루의 경우 과립화를 위한 결합제로서 물을 사용하는 대신에 천연감미료의 하나로서 오래전부터 널리 이용되어져 온 감초를 물로 추출하여 6° Bx 와 16° Bx로 각각 농축한 액을 15%수준으로 하여 사용하여 본 결과 물과 마찬가지로 과립화는 쉽게 이루어졌으며 특히 감초에 함유된 glycyrrhizin의 독특한 감미에 의해 음용시 설탕과는 다른 독특한 풍미를 더해 주었다.

이와 같은 감초는 콩과식물의 뿌리로 부터 얻어지며 한방약으로서 널리 사용될 뿐 아니라 식품감미료로서 또는 flavor제등으로서 사용되고 있으며 일본에서는 간장이나 소스등 가공식품의 감미료로서 대량소비되고 있다. 감초의 단맛을 발현하는 유효성분으로서 glycyrrhizin이 잘 알려져 있으며 이것은 설탕의 150배나 되는 강한 감미를 나타낼 뿐 만 아니라 알레르기질환이나 간기능장애의 치료약으로서 또는 항염증,해독약으로서 그리고 소화기 괴양의 약으로서, 또는 진해거담약으로서도 활용되며 특히 최근에는 간염이나 에이즈치료

약으로서도 주목되고 있다.⁵⁷⁾ 그밖에도 감초에는 비수용성 성분이기는 하지만 glycyrrhizin을 추출하고 남은 잔사로 부터 에탄올등을 사용하여 얻은 유용성 추출물에는 산화방지, 자외선 차단효과등이 입증되어 식품의 산화방지제나 화장품등에 이용되고 있고 최근에는 쥐를 대상으로 한 실험결과 충치예방에도 효과가 있다하여 각종 식품에 활용할 단계에 있다.⁵⁸⁾

따라서 미숫가루의 과립화를 위해서는 200메쉬이하의 미분말을 사용하여 고속회전시 결착제와의 상호접촉면을 높이기 위해 회전속도가 빠르고 회전칼날의 수가 많은 혼합기를 사용하고 결착제로서 6-16° Bx정도의 감초추출액을 15%수준으로 사용하는 방법이 바람직한 것으로 판단되었다.

상기 방법에 의해 제조된 미숫가루의 200메쉬이하 미분말을 사용하여 과립화한 결과는 표 32에 나타나 있다.

표 32. 미숫가루 미분말의 과립화에 따른 분산성(%)

미숫가루	200메쉬 이상	200메쉬 이하	과립화
S사(시판제품)	99.8	96.9	99.2
보리미숫가루(전통방법)	99.7	94.1	97.2
보리미숫가루(압출성형방법)	74.6	38.2	78.2

4. 저장중 보리 미숫가루의 품질변화

조제한 미숫가루를 P.E+PET 필름에 일정량씩 충전한 다음 5℃, 37℃ 및 60℃하에서 저장시일의 경과에 따른 색깔, 향, 맛등의 관능적 특성변화를 조사하였다. 색깔은 맛, 향, 영양성분과 함께 식품의 품질과 가치를 나타내는 주요한 특성중의 하나로서 미숫가루의 저장중 표면색도는 관능적인 평가치에 영향을 줄 것으로 생각되며 각 저장온도별로 미숫가루를 저장하면서 저장기간의 경과에 따른 표면색도의 변화를 측정된 결과는 표 33과 같다.

전체적으로 모든 저장조건에서 색깔의 변화가 크게 나타나지 않았다. 단지 60℃에서 저장한 미숫가루의 경우 황색도가 약간 증가하는 경향을 보여 주었다. 일반적으로 고온에서 장기간 보관시에는 비효소적 갈변반응이 진행함으로써 변색되어 제품의 품질을 저하시키게 된다.

표33. 미숫가루의 저장중 색깔의 변화

저장온도	색도	저 장 기 간 (일)					
		0	14	21	28	35	42
5℃	L	60.70	59.43	59.07	58.82	9.23	59.15
	a	6.04	6.38	6.28	6.33	6.37	6.30
	b	14.26	14.24	4.14	14.10	14.27	14.08
37℃	L	60.70	60.13	60.81	60.94	60.02	59.92
	a	6.04	6.15	5.86	6.06	6.39	6.31
	b	14.26	14.16	14.03	14.33	14.49	14.30
60℃	L	60.70	62.30	60.50	59.64	60.83	61.22
	a	6.04	5.76	5.94	6.20	6.09	6.30
	b	14.26	14.31	13.96	13.96	14.46	15.96

미숫가루를 다른 온도조건에서 저장하면서 저장기간별로 색깔, 향미, 맛, 종합적기호도등에 관한 관능적 품질의 변화를 측정하였으며 그결과는 표 34 및 35와 같다. 37℃에서 저장한 미숫가루의 경우 관능적 평가치가 다소 완만한 감소추세를 보였다. 50일이 경과할 때 까지 관능적으로 큰 차이를 나타내지 않았으며 60일이 경과해서야 대조구에 비해 품질이 떨어진것으로 나타났다. 60℃에서 저장한 경우에는 37℃보다 관능평가치의 감소폭이 다소 컸으며

25일 경까지 큰차이를 나타내지 않다가 25일 이후에는 품질이 떨어지는 것으로 나타났다.

표34. 미숫가루(37℃ 저장)의 저장기간에 따른 관능검사 결과

저장(일)	색 갈	향 미	맛	종합적기호도
10	5	5	5	5
20	4	5	5	5
30	4	4	4	4
40	4	4	4	4
50	3	3	3	3
60	3	2	2	2

표35. 미숫가루(60℃ 저장)의 저장기간에 따른 관능검사 결과

저장(일)	색 갈	향 미	맛	종합적기호도
10	5	4	4	4
13	4	4	4	4
16	4	4	4	4
19	4	3	4	4
22	3	3	3	3
25	3	2	2	2
28	3	2	2	2
31	3	1	1	1

참 고 문 헌

1. Newman, R.K. and Newman, C.W.: Barley as a food grain. *Cereal Foods World*, 36, 800(1991)
2. 배성호: 보리품종해설, 농촌진흥청, p.4 (1979)
3. 농림수산부: 농림수산통계연보, p.95 (1992)
4. Wood, P.J., Paton, D. and Siddiqui, I.R.: Determination of beta-glucan in oats and barley. *Cereal Chem.*, 54, 524 (1977)
5. Lehtonen, M. and Aikasalo, R.: Beta-glucan in two- and six-rowed barley. *Cereal Chem.*, 64, 191 (1987)
6. Newman, R.K., Lewis, S.E., Newman, C.W., Boik, R.J. and Ramage, R.I.: Hypocholesterolemic effects of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Inst.*, 34, 749 (1989)
7. Newman, R.K., Newman, C.W. and Graham, H.: The hypocholesterolemic function of barley beta-glucans. *Cereal Foods World*, 34, 883 (1989)
8. American Association of Cereal Chemists: Approved Methods of the AACC. The Association, St. Paul, Minnesota (1983)
9. AOAC: Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC (1984)
10. Prosky, L., Asp, N., Schweizer, T.F., Devries, J. and Furda, I.: Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J Assoc. Off. Anal. Chem.*, 71, 1017 (1988)

11. McCleary, B.V and Glennie-Holmes, M: Enzymatic quantification of (1-3),(1-4)- β -D-glucan in barley and malt. J. Inst. Brew., 91, 285 (1985)
12. Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E.L: Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. Cereal Foods World, 29, 732 (1969)
13. 정동효: 식품기계개론, 선진문화사, p.48 (1984)
14. 진보겐지: 분체의 과학, 전파과학사 (1991)
15. Pulkki, L.H.: Particle size in relation to flour characteristics and starch cells of wheat. Cereal Chem., 15, 749 (1938)
16. Jones, C.R.: The production of mechanically damaged starch in milling as governing factor in the diastatic activity of flour, Cereal Chem., 17, 133(1940)
17. Sandstedt, R.M. and Mettern, P.J.: Damaged Starch: Quantative determination in flour. Cereal Chem., 37, 379 (1960)
18. Greer, E.N. and Stewart, B.A.: The water absorption of wheat flour:Relative effects of protein and starch. J. Sci. Food Agric., 10, 248 (1959)
19. Sandstedt, R.M., Jolitz, C.E. and Blish, M.J.: Starch in relation to some baking properties as flour. Cereal Chem., 16, 780 (1939)
20. McPermott, E.E.: The rapid non-enzymic determination of damaged starch in flour. J. Sci. Food Agric., 31, 405 (1980)
21. Moss, H.J.: Milling damage and quality evaluation of wheat. Aust. J. Food Agric. Anim. Husb., 1, 133 (1961)
22. Moss, H.J.: Flour paste viscosities of some Australian wheats. J. Sci.

- Food Agric., 18, 610 (1967)
23. Swinkels, J.J.M.: Sources of starch, its chemistry and physics, In Starch Conversion Technology, G.M.A. Van Beynum and J.A. Rolels, ed., Marcel Dekker, Inc., New York, p.31 (1985)
 24. Leach, H.W.: Gelatinization of starch, In Starch Chemistry and Technology, R.L. Whistler and E.F. Paschall, ed., Academic Press, New York, vol.1, p.289 (1965)
 25. Meuser, F., Klingler, R.W. and Niediek, E.A.: Characterization of mechanically modified starch. *Staerke*, 31, 376 (1978)
 26. Dengate, H.N., Baruch, D.W. and Meredith, P.: The density of wheat starch granules: A tracer dilution procedure for determining the density of an immiscible phase. *Staerke*, 30, 80 (1978)
 27. Meuser, F., Klingler, R.W. and Niediek, E.A.: Separation of starch molecules by high performance liquid chromatography. *Getreide Mehl. Brot.*, 33, 295 (1979)
 28. Alsberg, C.L. and Griffing, E.P.: Effect of fine grinding of flour, *Cereal Chem.*, 2, 325(1925)
 29. Craig, S.A.S. and Stark, J.D.: The effect of physical damage on the molecular structure of wheat. *Carbohydrate Res.*, 125, 117 (1984)
 30. 김영진, 김상숙. 현미경법, 표준체법, 전기저항법, 공기역학법에 의한 쌀가루의 입도분포의 비교. *한국식품과학회지*. 26(2), 184 (1994)
 31. Neel, D.V. and Hosenev, R.C. Sieving characteristics of soft and hard wheat flours. *Cereal Chem.* 61(4), 259 (1984)
 32. Wu, Y.V., Stringfellow, A.C. and Bietz, J.A.: Relation of wheat

- hardness to air-classification yields and flour particle size distribution. Cereal Chem., 67(5), 421 (1990)
33. Bhatt, R.S.: Physicochemical and functional(breadmaking) properties of hull-less barley fractions. Cereal Chem. 63(1), 31 (1986)
 34. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인.: 제분방법이 쌀가루의 입자크기에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 25(5), 541 (1993)
 35. Pomeranz, Y.: Industrial uses of barley. p371 in Industrial Uses of Cereals. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN (1973)
 36. Nishita, K.D. and Bean, M.M.: Grinding methods: Their impact on rice flour properties. Cereal Chem. 59(1), 46 (1982)
 37. 박용곤, 석호문, 남영중, 신동화: 제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성. 한국식품과학회지. 20(4), 504 (1988)
 38. Hosney, R.C.: Principles of Cereal Science and Technology (1986)
 39. Bhatt, R.S.: Effect on grain composition, β -glucan, and the starch. Cereal Chem., 65, 463 (1988)
 40. 석호문, 박용곤, 남영중, 김준평, 손태화, 윤형식: 쌀보리의 발아과정중 분리전분의 이화학적 특성. 한국농화학회지, 31(4), 339 (1988)
 41. Mok, C. and Dick, J.W.: Moisture adsorption of damaged wheat starch. Cereal Chem., 68(4), 405 (1991)
 42. Paton, D.: Method for water hydration capacity of plant materials. Cereal Foods World, 26:269 (1981)
 43. Quinn, J.R. and Paton, D.: A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. Cereal Chem., 56, 36 (1979)
 44. 김영수등: 맥분의 이용에 관한 연구. 한국식품과학회지 (1972)

45. 최홍식, 스나이더, 권태완. 겉보리와 쌀보리의 제분특성 및 점조성. 한국식품과학회지. 7(2),85 (1975)
46. Bae, S.H.: Barley breeding in Korea. p26, in Proc. Joint Barley Utilization Seminar, Korea Science and Engineering Foundation, Suweon, Korea (1979)
47. 김희갑: 보리류의 제분방법에 관한 연구. 한국식품과학회지, 6(3), 133 (1974)
48. Bhattya, R.S.: Relation between acid extract viscosity and total, soluble, insoluble β -glucan contents of hulled and hullless barley. Can. J. Plant Sci., 67, 997 (1987)
49. Bhattya R.S.: β -Glucan content and viscosities of barleys and their roller-milled flour and bran products. Cereal Chem., 69(5), 469 (1992)
50. Knuckles, B.E., Chiu, M.M. and Betschart, A.A.: β -Glucan-enriched fractions from laboratory-scale dry milling and sieving of barley and oats. Cereal Chem. 69(2), 198 (1992)
51. 조후중: 한국식품오천년, 유럽문화사, p.128 (1988)
52. 윤서석: 한국식품사연구, 신광출판사, p.71 (1987)
53. 장지현: 전통식품의 새로운 인식과 바람직한 발전, 제1회 인제식품과학 포럼총람, p.47 (1993)
54. Ayano, Y.: 곡류식물섬유의 식품.영양학적연구. 일본영양식량학회지, 45, 209 (1992)
55. Hizukuri, S.: 신농산물이용학, 조창서점, p.3 (1987)
56. Extrusion Cooking: 2축형의 개발과 이용, 식품산업 extrusion cooking 기술연구조합, 광림, 동경, p.1 (1987)

57. Useful Plant of the World: Hotta,M., eds., Heibonsha LTD, Tokyo, p.491 (1989)
58. 유용성감초추출물의 항충치성: Technical J. Food Chemistry and Chemicals, 10(8), 9 (1994)