

664.725

G 1153-0756

L2937

19702839

6.2

제 2 차 년 도
최 종 보 고 서

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

이원익 : 농림수산부

kw 김의도

연구기관

한국식품개발연구원

농 립 부

제 출 문

농림부장관 귀하

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

1996. 11. 30.

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원
총괄연구책임자 : 석 호 문
연구 원 : 김 성 수
연구 원 : 김 경 탁
연구 원 : 조 미 경
연구 원 : 류 승 현
연구 원 : 박 은 영
연구 원 : 이 영 택
(선 문 대 학 교)
연구 원 : 박 문 응
(농 촌 진 흥 청)
연구 원 : 장 학 길
(경 원 대 학 교)
연구 원 : 장 철 호
(주) 정 원 산 업

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 있는등 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

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 보리의 제분방법 및 신소재 농축기술

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

3. 보리국수의 품질개선

- 보리품종별 제면적성 및 보리가루의 입자크기별, 베타-글루칸 농축획분의 첨가량별 제면적성을 조사
- 각종 전분관련물질, 활성글루텐, 식품검류 등의 첨가에 의한 보리국수의 조직감 개선방안을 확립
- 천연항균제, 주정 등의 첨가에 의한 보리생면의 shelf-life 연장기술을 개발

4. 보리식이섬유음료의 개발

- 원료보리의 전처리방법으로서 보리, 맥아 및 유숙기 보리곡립의 볶음중 향기 성분 변화를 조사
- 보리 베타-글루칸 함량에 따른 음료가공적성을 조사
- 액화 및 당화효소의 사용에 의한 보리음료가공기술의 개발

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, 제면특성 등 가공적성에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 정맥가루는 원맥가루에 비해 L값

이 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(WSI)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 보리가루에서는 전분손상도가 높을수록 흡수되는 수분의 양이 증가하게 되는데 전분손상도가 가장 높은 Jet mill에서 가장높은 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 손상은 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 개발하였다.

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 농축하기 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 농축공

정에 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 적정볶음조건으로서는 볶음온도 200℃에서 볶음시간은 10분정도로 설정하는 것이 바람직하였다.

한편 시판되고 있는 각종 미숫가루를 수집하고 각각의 향미, 입도분포, 분산성등의 특성조사를 완료하고 입자크기가 분산성에 미치는 영향을 명확히 하였다. 시판되고 있는 미숫가루를 대상으로 각 제조회사별 제품의 분산성에 대한 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 공정상의

번거로움이 있어 이와 같은 공정을 단순화시키고자 수침, 증자, 건조의 3단계 공정을 압출성형이라는 하나의 단일처리공정으로 대체코자 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 사용되어야하며 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 Brix 정도의 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 경과해야 대조구에 비해 다소 품질이 떨어진 것으로 나타났다. 60℃에서 저장한 경우에는 37℃보다 관능평가치의 감소폭이 다소 컸으며 30일까지 품질이 크게 떨어지지 않는 것으로 나타났다.

4. 보리국수의 품질개선

원료보리의 품종별 제면적성을 분석하기 위해 겉보리 2품종(을보리, 진광)과 쌀

보리 2품종(수원 291호, 무등쌀보리)을 각각 정맥수율 65%와 70%로 도정하여 분쇄 후 사용하였다. 보리국수 제조시 보리가루의 적정 첨가량을 결정하기 위하여 밀가루와 보리가루의 원료구성 비율에 따른 복합분(보리가루 10~60% 혼합수준)을 만들어 제면시험을 행하였다. 보리국수는 보리가루의 첨가량이 증가할수록 조직감이 거칠고 단단해지는 경향을 나타내었다. 관능검사 결과에서도 보리가루 10~30% 첨가시에는 100% 밀가루 국수와 큰 차이가 없는 반면 30%이상 첨가시에는 색깔, 맛, 조직감등 관능적인 기호도가 점차적으로 떨어졌다. 생면제조시 100% 밀가루 국수와 품질면에서 큰 차이가 없이 밀가루에 대체 가능한 적정 보리가루의 첨가량은 대략 30%수준인 것으로 나타났다. 특히 보리가루의 함량이 50%를 초과하였을 때 국물의 탁도가 현저히 증가하였으며 용출되어져나오는 고형분의 함량이 높아 조리시 품질 특성이 다소 떨어지는 것으로 나타났다.

품종별 보리가루를 밀가루 복합분 전체중량의 30%가 되도록 첨가하여 제면시험한 결과 맛, 냄새, 조직감등 관능적특성에서 수원 291/ 무등쌀보리/ 울보리/ 진광의 순으로 좋은 평가를 받았다. 찰성 쌀보리인 수원 291로 제조한 생면은 쫄깃쫄깃한 씹힘성을 나타내 조직감이 가장 뛰어났으며 조리 후 면의 중량, 면의 부피, 국물의 탁도, 면의 함수율, 용출 고형물의 함량등의 품질특성도 좋게 나타났다. 보리의 품종별 제면적성은 겉보리보다 쌀보리가 그리고 메성 쌀보리보다 찰성 쌀보리에서 좋았으며 찰성 쌀보리가 보리국수의 원료로서 가장 우수한 것으로 나타났다.

한편 보리가루의 입자크기 역시 가공적성에 중요하여 결합력, 수분흡수율, 전분손상도, 반죽의 물성등에 변화를 초래하므로써 제면특성에도 큰 영향을 줄 것으로 판단되었으며 제분된 보리가루를 입자크기별로 분류하여 제면성을 분석하였다. 200메쉬 이하로 입자크기가 상대적으로 작은 보리가루 획분으로 제조한 보리국수는 전반적으로 품질이 크게 떨어지지 않았으나 국수의 점성과 부착성이 약간 높게 나타났으며 40~100메쉬의 입자크기가 다소 큰 보리가루 획분은 국수가 거칠고 뻣뻣하

였다. 100~140메쉬의 중간크기 입자들로 제조한 보리면이 조리후의 특성 및 관능 특성에서 가장 품질이 양호하였다.

보리식이섬유의 강화를 목적으로 베타-글루칸이 농축된 보리가루를 대상으로하여 베타-글루칸이 농축된 획분의 첨가량별 제면가공적성을 분석하였다. 보리를 적정도정율(70~75%)로 도정하고 다양한 입자크기의 체(100~325 메쉬)를 사용하여 연속적으로 체질함으로써 베타-글루칸함량을 원맥의 3배 정도로 농축시킨 획분을 밀가루에 10~40% 수준으로 첨가한 결과 보리면의 강도는 첨가량이 많아짐에 따라 점차 경도가 증가하여 식감이 다소 단단하여졌으나 베타-글루칸 농축획분 30%첨가구까지는 관능평가에 의한 품질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 베타-글루칸농축획분을 30%만 첨가하여도 전량 보리가루만을 사용하여 제조한 보리면의 베타-글루칸함량과 동일 또는 그 이상의 수준으로 높일 수 있는 유일한 방안이며 따라서 보리의 영양생리학적 기능성을 충분히 살릴 수 있을 뿐 만 아니라 면의 품질에 있어서도 밀가루만을 사용한 국수와 큰 차이가 없어 보리국수의 영양성과 기능성을 동시에 만족시킬 수 있는 방안일 것으로 판단되었다.

보리면의 조직감측정은 rheometer를 사용하여 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness)등을 측정하였으며 보리가루의 첨가량이 증가할수록 보리국수의 경도는 증가하였으며 부착성은 감소하는것으로 나타났다. 보리가루의 첨가량이 증가함에 따른 보리면의 거친 조직감을 개선하기위해 전분관련 물질(변성전분등), 활성글루텐, 천연검류등 각종 식품첨가물의 사용을 검토하였다. 옥수수전분, 찹옥수수전분, 감자전분, 고구마전분, 옥수수초산전분, 감자초산전분 등 전분류를 복합분 중량의 10% 수준으로 첨가하였을때 보리국수의 거친 조직감이 다소 향상되었으며 특히 감자 및 옥수수 초산전분의 경우 보리면에서 조리시 용출되어져 나오는 고형분의 함량을 저하시킬 수 있었으며 활성글루텐과 전분의 혼합사용이 용출고형분의 함량을 줄이는데 보다 효과적인 것으로 나타났다. 한편 methyl

cellulose, carboxy methylcellulose, carrageenan, agar, xanthan gum 등 검류를 첨가(1% 수준)하였을 경우 보리국수 국물의 탁도와 용출고형분 함량이 현저히 감소하였으나 보리면의 부착성을 증가시키는 경향이 있는 것으로 나타났다. 결론적으로 적정수준의 전분류와 검류의 첨가는 보리생면의 식감을 박력화하여 보리국수 특유의 거친 조직감을 다소 해결해 줄 수 있었으며 조리특성을 일부 향상시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

밀가루에 보리가루를 중량비로 30%첨가하고 보리생면의 저장성증진을 위해 천연항균제인 DF-100(0.02%), 주정(2%), 구연산(0.2%)을 단독 또는 병용첨가하여 확립된 제면공정에 따라 보리면을 제조한 다음 5℃ 및 25℃에서 저장하면서 품질변화를 조사하였고 동시에 탈산소제의 첨가효과도 검토하였다.

보리생면의 저장중 pH변화를 조사한 결과 미생물의 증식속도가 pH의 변화와 상관관계가 있어 pH의 변화는 보리생면의 품질지표로 사용가능한 것으로 판단되었다. 총균수와 대장균수의 변화를 살펴본 결과 무처리인 대조구의 경우 25℃저장하에서는 저장수명이 2일도 되지 못하는 것으로 나타났으나 DF-100, 주정, 구연산을 첨가한 처리구의 경우 저장 6일이 가능하였다. 5℃의 저온에서 저장한 결과에 있어서는 대조구의 경우 저장한계치가 10일 내외이었으나 이들 첨가제를 병용사용한 처리구의 경우 16일 이후에도 총균수가 4×10^4 cfu/ml의 수준에 불과하여 결론적으로 보리생면의 경우 DF-100 및 주정의 병용사용이 저장수명 연장에 탁월한 효과가 있는 것으로 나타났다.

5. 보리식이섬유음료의 개발

보리를 발아시켜 맥아로 한 것과 유리성분이 풍부한 유숙기상태의 곡립을 180℃에서 3~12분간 볶음처리하여 보리음료의 향미증진을 위한 첨가소재로서의 가능성을 볶음보리와 비교하였다. 처리구별 시료에 대한 관능평가를 실시한 결과 보리는 7분정도의 볶음이 가장 좋은것으로 나타났고 유숙기상태의 것은 5분, 맥아의 경우는 3분 볶음이 가장 좋은것으로 나타났다. 각처리구별 시료의 향기성분을 GC로 분리한 결과 볶음처리하지않은 보리의 경우에는 특징적인 향기성분의 분리피크가 거의 없으나 볶음처리함에 의해 여러가지 새로운 향기성분이 다수 생성됨을 알 수 있었다. 또한 분리된 성분중 pyrazine류 9종, ketone류 1종, furan류 3종, sulfur 함유화합물 3종 및 기타 9종등 32종의 화합물에 대해서는 GC/MS를 사용하여 확인하였다. 맥아 및 유숙기상태의 보리인 경우에는 각각 볶음보리의 향기와는 서로 다른 양상을 나타내므로 이들을 적절히 이용하게되면 서로 특징적인 향기를 나타내는 음료의 소재로 가능할것으로 판단되었다.

맥아제조를 위해 원료보리의 수침시간별 수분함량을 조사한 결과 겉보리와 쌀보리 사이에는 차이가 있어 발아에 적합한 수분 45%선에 도달하는데 겉보리가 45~60시간, 쌀보리가 40~45시간정도되어 품종간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 발아시 일별로 외형변화, 유리성분(당, 가용성 질소화합물), 베타-글루칸의 함량변화를 조사한 결과 유리성분은 발아가 진행됨에 따라 급속히 증가한 반면 베타-글루칸의 경우는 지속적인 감소를 나타내어 발아 4일에는 초기함량의 50%정도로 감소되었다. 따라서 맥아의 경우에는 베타-글루칸 강화의 목적으로는 바람직하지 않은 것으로 나타나 향미증진의 목적으로 원료보리에 일부 첨가사용하는것이 적절한 것으로 판단되었다.

보리의 주성분인 전분을 효소로 액화, 당화시켜 기호성과 저장안정성을 높일 수 있는 보리음료 가공공정을 확립하였고 설정된 공정에 따라 도정한 보리쌀(찰성 및 메성), 보리분말 및 베타-글루칸 농축획분들에 대해 음료용소재로서의 가공적성을

관능검사와 점도측정등을 통하여 조사하였다. 보리음료로서의 적정 가수량을 결정하기위해 가수량을 원료중량에 대해 3~12배로 하여 조사한 결과 가수량 9배 이상의 것이 관능적으로 좋은 평가를 받았으며 동일 가수량일 경우에는 메성인 무등쌀 보리가 찰성인 수원291 및 베타-글루칸농축획분의 것에 비해 음료용소재로서 적합한 것으로 나타났다. 따라서 음료제조를 위해서는 목적으로 하는 제품의 유형에 따라 원료보리의 베타-글루칸함량을 조절하여 사용해야할 필요성이 있는것으로 판단되었다.

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.

4. Noodle making quality was extensively investigated by testing different barley varieties, particle sizes, levels of barley flour, and the addition of β -glucan enriched fractions. The quality improvement of barley noodles was tested by the addition of various starch materials, vital gluten, and food gums. Shelf-life extension of barley noodles were also studied during

storage.

5. Fiber rich barley beverages were developed by utilizing raw barley, malted barley, and immature barley. Desirable flavor compounds of the barley materials could be developed by roasting. Processing methods of barley beverages were developed by the addition of different β -glucan levels and using liquefying/sacchrifying enzymes.

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.

4. Quality improvement barley noodle

Two hulled and two hull-less barley varieties were investigated for β -glucan enrichment and evaluated for noodle making quality. Hull-less barleys contained a higher level of total β -glucan than hulled types and were suitable as starting materials for preparing β -glucan-rich fractions. Particularly, a waxy hull-less barley (Suweon-291) was found to be higher in soluble dietary fiber (mainly β -glucan) than non-waxy barley varieties. Changes in β -glucan content during pearling process were observed. Hull-less barley samples showed the higher β -glucan content at the pearling yield of approximately 70~75%. The pearled barleys were ground and sieved to yield β

-glucan enriched fractions containing up to 22%. Pearled barley could be used to prepare barley fractions with β -glucan concentrations 2.4~3.1 times those original grain.

Cooking and organoleptic quality of barley noodles were superior in the following order of Suweon 291 > Mudeung > Jinkwang > Olbori. Particularly waxy barley type was considered as a suitable material for noodle making, since it gave a good texture. As the level of barley flour added increased, the hardness of cooked noodle increased. As a result of sensory evaluation, noodles containing 10~30% barley flour were not significantly different from the 100% wheat flour noodle. However, the quality of noodles containing > 30% barley flour gradually decreased in terms of color, taste and texture. The optimum level of barley flour substituted with wheat flour was estimated be approximately 30%. Particle size of barley flour also affected the noodle making quality. Barley flour consisting of <200 mesh particle size improved the ability of dough formation, and the noodle texture became softer. On the other hand, barley noodles made from coarse particles showed higher values in hardness, gumminess, and chewiness.

β -Glucan enriched fractions were studied for noodle making. β -Glucan enriched fractions were added to wheat flour at the level of 10~30%. Hardness of noodle increased with increased amount of β -glucan enriched fractions. β -Glucan enriched fractions could be added at the level of 20~30% without seriously affecting the quality of noodle. Addition of starch-related materials and food gums tend to improve the cooking quality and the texture of barley noodles.

The extension of shelf-life for barley noodle was evaluated by the addition of DF-100, alcohol, citric acid, and deoxygenizing agent. Barley noodle was stored at 5°C and 25°C and the changes in quality were analyzed. Barley noodles could be stored for 56 days at 5°C and for 6 days at 25°C. Changes in physicochemical characteristics and microbial growth was low during the storage.

5. Development of fiber-rich barley beverage

As starting materials for the development of fiber rich barley beverage, raw barley, malted barley and immature barley were used. The barley materials were roasted at 180°C for 3~12 min. By sensory evaluation, the optimum roasting time was 7 min in case of raw barley, 5 min in immature barley, and 3 min in malt. Volatile flavor compounds produced during roasting were separated by GC. While no typical flavor compounds were found in unroasted barley, many volatile compounds were produced during roasting. Total of 32 compounds were identified by GC-MS, which included 9 pyrazine compounds, 1 ketone, 3 furans, 3 sulfur-containing compounds and the other 9 compounds flavors of roasted malt and roasted immature barley were considerably different from that of roasted raw barley.

Moisture content of barley during steeping process was measured. Steeping time for optimum moisture content of 45% was 45~60 hr. for hulled barley, and 40~45 hr for hull-less barley varieties. Changes in appearance, soluble sugars and proteins, and β -glucan content were investigated during

germination of barley. While free sugars and soluble nitrogen compounds increased rapidly in the process of germination, β -glucan content gradually decreased, resulting in 50% reduction at 4 day germination. Malted barley was not suitable for β -glucan rich beverage, but it could be used for flavor enhancement.

Processing methods were established by liquifying and saccharifying barley starch, which could improve sensory acceptability and storage stability of barley beverages. Barley beverages were prepared by pearled barley(waxy and non-waxy type), barley flour, and β -glucan enriched fractions, and they were tested for sensory evaluation and viscosity measurements. Levels of water addition were tested by applying water to barley materials at the ratio of 3 ~12. Good sensory scores were obtained at the ratio higher than 9 same water level. Mudeung(non-waxy type) appeared to be more suitable, compared to Suweon-291(waxy type) or β -glucan enriched fraction.

여 백

CONTENTS

SUMMARY	3
Introduction	33
Materials and Methods	36
A. Materials	36
B. Experimental methods	37
1. Barley milling and β -glucan enrichment	37
a. Preparation of barley flours	37
b. Physicochemical analyses of barley flours	37
c. Milling of barley	38
d. Fractionation of barley flour by sieving	39
2. Quality improvement of parched barley powder	41
a. Preparation of parched barley powder	41
b. Sieve classification	42
c. Granulation	42
d. Extrusion processing	42
e. Measurement of dispersibility	42
f. Sensory evaluation	43
3. Quality improvement of barley noodle	44
a. β -Glucan enrichment by sieving	44
b. Measurement of β -glucan content	44

c. Preparation of barley noodle	44
d. Cooking quality of barley noodle	45
e. Texture analysis of cooked barley noodle	46
f. Sensory evaluation	46
g. Shelf-life extension of barley noodle	46
(1) Formulation	46
(2) Noodle making	47
(3) Chemical and microbial changes during storage	49
(4) Cooking quality	49
(5) Sensory evaluation	49
4. Development of fiber-rich barley beverage	49
a. Preparation of malt	49
b. Preparation of immature barley kernels	50
c. Roasting process	50
d. Liquefaction and saccharification by enzyme treatments	50
e. Flavor analysis	52
f. Soluble sugars and soluble proteins	53
g. Flow behavior	53
Results and Discussion	57
A. Barley milling and β -glucan enrichment	57
1. Physicochemical characteristics of barley flours	59
a. Proximate composition	59
b. Particle size distribution	60
c. Color	63

d. Damaged starch	64
e. Surface appearance	66
f. Water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI)	67
g. Pasting characteristics	69
2. β -Glucan enrichment	72
B. Quality improvement of parched barley powder	80
1. Optimum roasting conditions	85
2. Enhancement of dispersibility	91
3. Granulation of parched barley powder	103
a. Determination for conditions of granulation	103
b. Developmnt of granulation technique for fine particles	105
4. Changes in quality during storage	107
C. Quality improvement of barley noodle	110
1. Development of β -glucan enriched fractions from barley	110
a. Physicochemical characteristics and physiological functions of balry β -glucan	110
b. Proximate composition and dietary fiber constituents of barley	119
c. β -Glucan content during pearling	122
d. β -Glucan enrichment by sieving	123
2. Barley flour for noodle making	126
a. Noodle quality by different barley varieties	126
b. Noodle quality by various levels of barley flour	128
c. Noodle quality by different particle sizes of barley flour	131

d. Noodle quality by the addition of β -glucan enriched barley flours	133
3. Texture improvement of barley noodles	135
4. Shelf-life extension of barley noodles	138
a. Changes in pH during storage	144
b. Changes in microbial counts	147
c. Quality characteristics of cooked noodle	150
D. Development of fiber-rich barley beverage	153
1. Pretreatments of barley	153
2. Determination of optimum roasting condition for flavor develop- ment	158
3. Determination of optimum extraction condition	163
4. Changes in free sugars during enzymatic treatments	166
5. Addition of optimum water levels	167
6. Improvement of sensory acceptability	172
7. Sterilization of barley beverage	175
References	179

목 차

요 약 문	3
SUMMARY	15
제 1 장 서 론	33
제 2 장 재료 및 방법	36
제 1 절 재 료	36
제 2 절 실험방법	37
1. 보리의 제분방법 및 신소재 농축	37
가. 제분방법별 보리가루의 제조	37
나. 보리가루의 이화학적 특성	37
다. 신소재 농축을 위한 보리가루의 제조	38
라. 보리가루의 체질에 의한 분리	39
2. 보리 미숫가루의 품질향상	41
가. 미숫가루의 제조	41
나. 입도분포	42
다. 과립화	42
라. 압출성형	42
마. 미숫가루의 분산성	42
바. 관능검사	43
3. 보리국수의 품질개선	44

가. 체질에 의한 베타-글루칸 농축	44
나. 베타-글루칸 함량 분석	44
다. 제면방법	44
라. 보리국수의 조리시험	45
마. 보리국수의 조리후 텍스처 측정	45
바. 관능검사	46
사. 보리생면의 저장기간 연장	46
(1) 배합비	46
(2) 제조 공정	47
(3) 저장중 성상 변화	49
(가) pH 측정	49
(나) 대장균수 및 총균수 측정	49
(4) 조리후 품질특성	49
(5) 관능검사	49
4. 보리식이섬유음료의 제조	49
가. 맥아의 제조	50
나. 미숙보리곡립의 제조	50
다. 볶음처리	50
라. 효소처리에 의한 액화 및 당화	50
마. 향기성분의 분석	52
바. 가용성당 및 단백질	53
사. 유동특성 측정	53
제 3 장 결과 및 고찰	57
제1절 보리의 제분방법 및 신소재 농축기술	57

1. 보리의 제분방법 기술개발	59
가. 일반성분	59
나. 입도분포	60
다. 색 도	63
라. 손상전분	64
마. 표면구조	66
바. 수분흡수지수 및 수분용해도지수	67
사. 보리가루의 호화특성	69
2. 보리의 신소재 농축기술개발	72
제 2 절 보리 미숫가루의 품질개선	80
1. 적정 볶음조건의 확립	85
2. 보리 미숫가루의 분산성 및 용해성 개선	91
3. 미숫가루의 과립화기술개발	103
가. 과립화조건 검토	103
나. 미분말 미숫가루의 과립화기술개발	105
4. 저장중 보리 미숫가루의 품질변화	107
제 3 절 보리국수의 품질개선	110
1. 베타-글루칸 농축 획분의 제조기술 개발	110
가. 보리 베타-글루칸의 이화학적 특성과 생리적 기능	110
나. 보리시료의 일반성분 및 식이섬유 조성	119
다. 도정중 베타-글루칸의 함량	122
라. 체질에 의한 베타-글루칸 농축	123
2. 보리가루의 제면성 분석	126
가. 보리 품종별 제면적성	126
나. 보리가루 첨가량별 제면적성	128

다. 보리가루의 입자크기별 제면적성	131
라. 보리 식이섬유 강화에 의한 제면적성	135
3. 보리국수의 조직감 개선	135
4. 보리생면의 shelf-life 개선	138
가. 저장중 pH 변화	144
나. 저장중 대장균수 및 총균수 변화	147
다. 조리후 품질 특성	150
제 4 절 보리 식이섬유음료의 개발	153
1. 원료보리의 전처리 방법 검토	153
2. 향미증진을 위한 적정 배소시험	158
3. 추출조건 검토	163
4. 반응시간별 유리당의 변화	166
5. 적정가수량 설정 시험	167
6. 기호성 증진 시험	172
7. 살균조건 설정 시험	175
참 고 문 헌	179

제1장 서론

인류가 보리를 식용으로 하기 위한 경작의 역사는 기원전 7000년 경으로 거슬러 올라가며¹⁾ 우리나라의 경우에도 보리는 일찌기 기원전 1500년경 중국으로 부터 전래되었을 가능성이 있고 확실하게는 기원전 108년경 전래되었을 것으로 추정²⁾되고 있어 보리의 재배역사는 대단히 길다. 고대 그리스와 로마의 검투사들은 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 보리식이 섬유질의 대표적인 성분으로서 배유나 호분층세포벽에 주로 존재하고 있다. 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 기능이 매우 우수하여 보리의 식품학적 가치는 한층 높아지게 되었다.^{6,7)} 구미선진국의 경우 곡류로 부터 얻고 있는 식이섬유의 섭취량 감소는 산업혁명 이후 근대사회로 접어들어 고도로 정제된 곡류를 식용으로 한 때문이다. 국내의 식생활에 있어서도 현미와 같이 정제되지 않은 곡류의 섭취가 요구되고 있으나 현대의 식생활에서는 식미상 정백도가 높은 백미와 고도로 정제된 밀가루를 선호하고있어 식이섬유를 인위적으로 식품에 첨가할 필요성까지 대두되고 있다. 미국 암협회에서는 성인의 경우 하루 25-35g의 식이섬유 섭취를 권장하고 있기도 하다. 그러나 보리의 경우에는 도정한 보리쌀에도 베타-글루칸은 거의 소실되지않고 그대로 남아있어 다시 한번 현대인들을 위한 귀중한 식량자원임을 말해주고있다. 뿐만아니라 보리는 추운 겨울동안 자라기 때문에 다른 작물에 비해 병해충이 심하지 않아 농약을 살포할 필요성이 거의 없고 보통의 식생활에서 부족되기 쉬운 여러가지 비타민류, 무기성분들이 풍부하므로 영양성분을 균형있게 섭취할 수 있는 좋은 식품소재이기도 하다.

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 대하여 영양성을 부각시키고 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 제품

으로 개발한다면 3~4배 이상의 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 보리는 겨울철 유향지 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 가공제품 개발시 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 하였을 뿐 만 아니라 원료보리의 품종별 보리가루의 제면성을 분석하고 베타-글루칸함량을 높인 획분의 첨가에 의한 기능성 부여로 보리국수의 품질을 일층 높임과 동시에 보리식이섬유음료의 제조기술을 개발하여 국내산 보리의 소비증대를 도모코져 하였다.

제2장 재 료 및 방 법

제1절 재 료

제분방법을 연구하기 위해 본 실험에 사용한 보리는 1994년 전라남도에서 재배한 쌀보리(품종: 송학)로서 (주)정원할맥으로부터 제공받았으며 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 원맥 시료를 분쇄함에 있어 우선 Satake Test Mill(Satake Engineering Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 도정하여 정맥을 만들어 제분을 위한 시료로 사용하였다.

보리의 신소재 농축을 위한 실험에 사용한 보리는 겉보리 2품종과 쌀보리 2품종으로서 겉보리로는 6조 겉보리인 울보리와 2조 겉보리인 진광보리를 사용하였고 쌀보리로는 메성인 무등쌀보리와 찰성인 수원-291을 사용하였다. 보리는 1992년도 수원에서 수확되었으며 농촌진흥청 작물시험장으로부터 제공받아 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

보리국수의 제면적성을 위한 실험에 사용한 보리는 농촌진흥청 작물시험장 맥류과에서 제공한 겉보리(울보리, 진광)와 쌀보리(수원 291, 무등쌀보리)품종으로서 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 보리를 도정하여 만든 정맥시료로서는 겉보리와 쌀보리를 정맥수율이 중량비로 각각 65%와 70% 되도록 Satake Test Mill(Satake Engineering Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 도정한 후 사용하였다. 보리 품종에 따른 보리국수의 제조 이외의 보리국수 제조에는 시중에서 구입한 보리쌀을 Pin mill을 사용하여 분쇄하여 제분한 보리가루를 사용하였다.

밀가루는 시판 일등 중력분(대한제분)을 사용하였으며 복합분은 밀가루에 대하여 보리가루를 각각 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%씩 대체한 것을 사용하였다. 보리

국수에 첨가한 전분관련물질로 옥수수전분, 찹옥수수전분, 감자전분, 고구마전분, 옥수수 초산변성전분, 감자초산변성전분을 사용하였고 활성글루텐(Vital Gluten)으로 Biogluten (vital wheat gluten: 밀 활성글루텐)을 사용하였으며 food gum으로 Methylcellulose, Carrageenan, Agar-agar, Xanthan, CMC를 사용하였다.

보리국수의 shelf-life 개선을 위한 실험에 사용한 보리가루는 (주)부미식품, 강력분 밀가루는 (주)한국제분, 감자전분은 네델란드 수입전분, 활성 글루텐은 (주)신송식품에서 제조한 것을 구입하여 사용하였다. 또한 천연보존제인 DF-100은 (주)한국 미생물연구소에서 구입하였으며 주정은 (주)진로에서 탈산소제는 (주)태풍젤에서 구입하여 각각 사용하였다

제2절 실험방법

1. 보리의 제분방법 및 신소재 농축

가. 제분방법별 보리가루의 제조

보리가루는 원맥을 도정을 약 68%로 도정한 정맥시료에 대해 제분기의 종류를 달리하여 제조하였으며 분쇄된 시료는 4°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 제분기로는 0.5mm screen을 사용한 Cyclotec sample mill(Tecator Co., Sweden), Pin mill(경창기계 공작소, model SC-1B), Ball mill(정신기업사, JM 1437), Roller mill(C.W. Brabender Instruments, Inc.), Jet mill(Alpine 100 AFG, Germany)을 사용하여 분쇄하였다. Ball milling시에는 수분함량 15.5%가 되도록 하여 2시간 tempering하였으며 55 rpm에서 12시간 행하였다.

나. 보리가루의 이화학적 특성

보리시료의 일반성분은 AACC 방법⁽⁸⁾에 따라, 수분함량은 Air-oven법(AACC 44-15A)으로, 조단백질은 Micro-Kjeldahl법(AACC 46-13)으로, 회분은 건식회화법(AACC 08-01)으로 분석하였으며 조지방은 Soxhlet법⁽⁹⁾으로 측정하였다. 수용성식이섬유, 불용성식이섬유, 총식이섬유 함량은 Prosky 등의 방법⁽¹⁰⁾에 따라 dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하여 측정하였다. β -Glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes⁽¹¹⁾의 방법에 의하여 측정하였다.

보리가루의 입도 분포는 100g의 보리가루를 40, 60, 100, 140, 200, 325 mesh 표준체를 사용하여 Ro-Tap sieve shaker(W. S. Tyler Co., USA)에서 20분간 진탕한 후 각 mesh를 통과하는 보리가루의 중량을 측정하였다. 보리가루의 색도는 Color and color difference meter(Model 600-UC-IV, Yasuda Seiki Seisakusho, Ltd., Japan)를 이용하여 표면색도값인 L, a, b를 측정하였다. 이때 사용한 표준판은 L=89.2, a=0.921, b=0.78의 값을 가진 백색판이었다.

보리가루의 전분손상도는 AACC법(76-31)에 따라 starch damage assay kit(Megazyme, Pty, Ltd., Australia)를 사용하여 측정하였다. 보리가루의 표면구조는 scanning electron microscope(JOEL Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 15 kV의 가속전압에서 1,000배로 관찰하였다. 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해도지수(WSI)는 Anderson 등의 방법⁽¹²⁾으로 측정하였으며 보수력(WRC)은 Yamazaki의 방법⁽¹³⁾에 의해 측정하였다. 보리가루의 호화특성은 AACC 방법(AACC 22-10)에 따라 Brabender amylograph(C.E. Brabender Instruments, Inc.,)를 사용하여 시료농도를 10%로 하여 측정하였다.

다. 신소재 농축을 위한 보리가루의 제조

보리가루의 제조는 우선 원맥(whole barley)을 정맥기(Satake test mill, Satake

Engineering Co., Japan)로 1차 도정하여 만든 정맥(pearled barley)을 Cyclone sample mill(Tecator Co., Sweden)을 사용하여 분쇄하여 제분하였다. 보리는 또한 Bühler test mill(Type MLU-202, Switzerland)을 사용하여 직접 제분하였는데 이때 수분함량을 13%로하여 24시간 tempering처리 한 후 제분하였으며 break분 3종류(B1, B2, B3)와 reduction분 3종류(R1, R2, R3)가 생산되고 bran과 shorts가 분리되었다.

라. 보리가루의 체질에 의한 분리

β -Glucan이 농축된 보리획분을 제조하기 위하여 정맥기에 의해 도정한 정맥과 제분기에 의한 제분분획을 Cyclone sample mill(0.5 mm screen)을 사용하여 분쇄하여 가루로 만들었으며 standard sieves(20 cm-diam., US Tylor Co., 60~325 mesh)를 사용하여 Ro-Tap sieve shaker(W.S. Tyler Co., USA)에서 1시간 동안 체질하였다. β -Glucan이 풍부한 획분을 얻기 위해 사용한 체질 방법은 그림 1에 요약되어 있다.

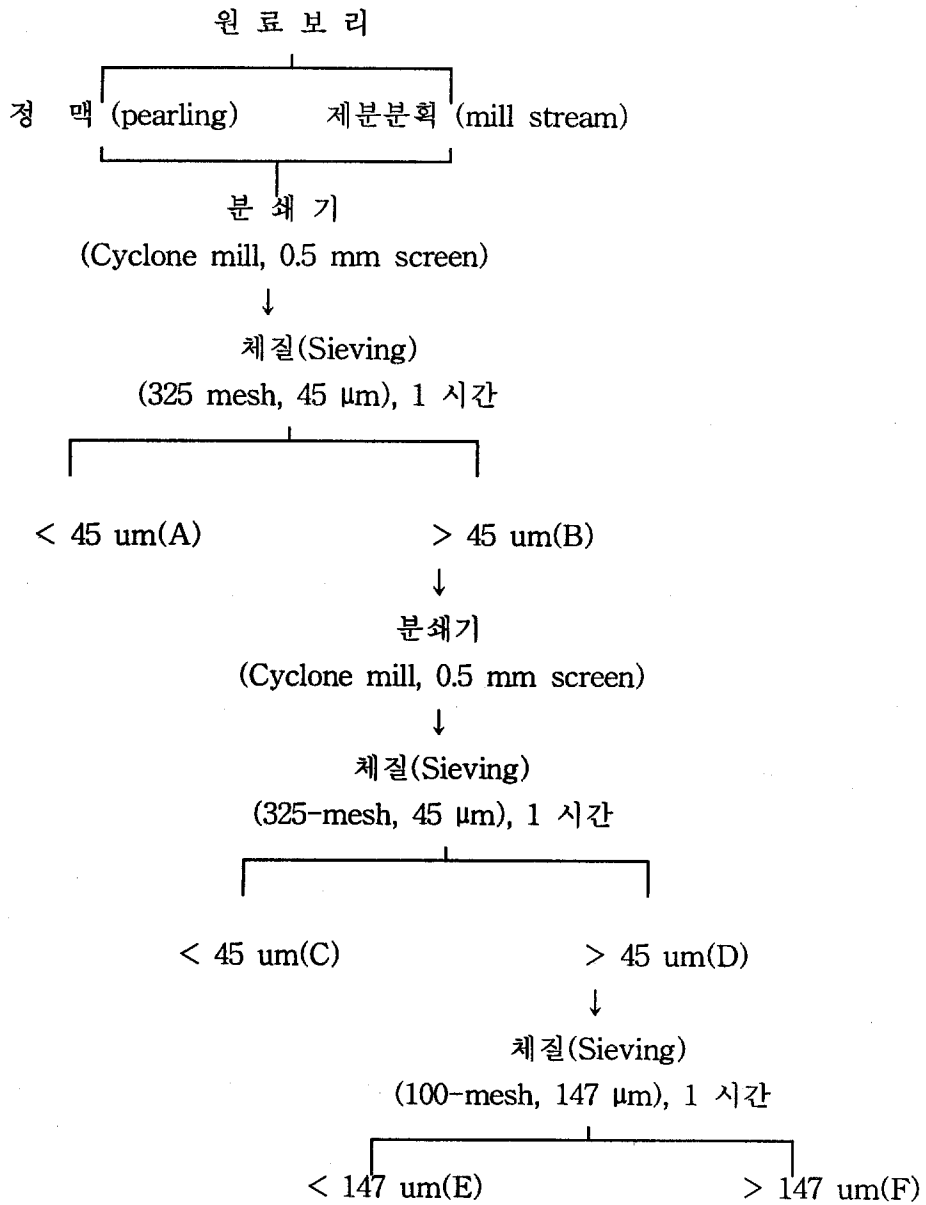


그림 1. 보리의 분쇄 및 체질 (Ro-Tap shaker에서 1시간)

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 조절한 볶음장치(동원기기상사)를 사용하여 45 rpm정도의 속도로 저어가면서 15분간 볶아 미숫가루에 적합한 향미와 색깔을 발현시킨 다음 Roller mill(경창기계)로 일차 조분쇄하고 Pin mill(140 mesh)로 최종 분쇄하여 미숫가루를 조제하였다. 보리 미숫가루의 제조공정은 그림 2에 요약되어 있다.

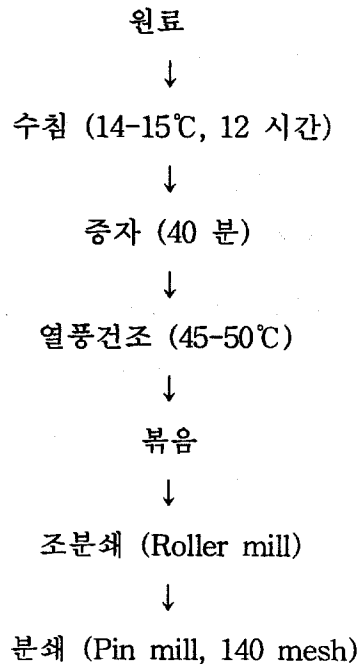


그림 2. 보리 미숫가루의 제조 공정

나. 입도분포

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

다. 과립화

미숫가루중 200메쉬의 체를 통과하는 미세분말에 대해 분말포도당을 중량비로 25%첨가하고 잘 혼합한 다음 결착제로서 15%정도의 물 또는 6~16°Bx의 감초추출액을 분무기로 분사시켜가며 혼합기에서 고속으로 회전시켜 과립화하고 50℃에서 건조하였다.

라. 압출성형

미숫가루제조공정의 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) 30메쉬로 여과하여 통과한 고형분의 무게로 측정하여 %로 표시하였다.

바. 관능검사

미숫가루 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		

3. 보리국수의 품질개선

가. 체질에 의한 베타-글루칸 농축

β -Glucan이 농축된 보리획분을 제조하기 위하여 정맥기에 의해 도정한 정맥을 Cyclone sample mill(0.5 mm screen)을 사용하여 분쇄하여 가루로 만들었으며 standard sieves(20 cm-diam., US Tylor Co., 60~325 mesh)를 사용하여 Ro-Tap sieve shaker(W.S. Tyler Co., USA)에서 1시간 동안 체질하였다. β -Glucan이 풍부한 획분을 얻기 위해 사용한 체질 방법은 그림 1에 요약된 바 있다.

나. 베타-글루칸 함량 분석

보리의 수용성 β -glucan은 Aman과 Graham의 방법⁽¹⁴⁾에 준하여 추출하였다. 수용성 β -glucan의 추출을 위해서 0.5 g의 시료를 튜브에 넣고 30 ml 증류수로 38°C의 진탕항온기(75 rpm)에서 2시간동안 추출하였다. 추출후 튜브는 3000 rpm에서 5분간 원심분리하였으며 상등액을 제거하였다. 침전물은 다시 증류수로 세척하여 원심분리(3000 rpm, 5분)하기를 2회 시행하여 불용성 β -glucan 측정을 위한 시료로 사용하였다.

보리의 총 β -glucan 함량 및 불용성 β -glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes⁽¹¹⁾의 효소적 방법에 의하여 Megazyme β -glucan assay kit(Megazyme Pty, Ltd., Australia)를 사용하여 측정하였다. 수용성 β -glucan의 함량은 총 β -glucan 함량에서 불용성 β -glucan의 함량을 뺀 수치로 계산하였다.

다. 제면방법

표준 밀가루면(100% 밀가루)은 밀가루 200 g에 소금 4 g과 물 80 ml를 가하고(상온에서) 10분간 반죽한 다음 수동식 제면기로 면대를 만든 후 두께 2mm, 넓이 4mm

의 면선을 만들어 생면을 제조하였다. 보리국수는 밀가루에 보리가루 10-60%를 첨가하여 밀가루 국수와 같은 방법으로 생면을 만들어 제조하였다. 밀가루와 보리가루의 섞는 비율에 따라 가하는 물의 양을 조절하였다.

라. 보리국수의 조리시험

보리국수 100 g을 끓는 증류수에 넣고 5분간 삶은 후 국수의 중량, 국수의 부피, 함수율, 국물의 탁도, 고형분의 양 등을 측정하였다. 국수의 중량은 삶아서 건져낸 국수를 30초간 냉수에 넣어 냉각시킨 후 철망으로 건져 10분간 물을 뺀 무게로 계산하였다. 국수의 부피는 물을 뺀 국수를 500 ml의 물을 채운 measuring cylinder에 담근 후 증가하는 물의 부피로 계산하였다. 국물의 탁도는 국물이 1000 ml가 되도록 증류수로 희석하여 실온까지 냉각한 국물을 spectrophotometer를 사용하여 675nm 에서 측정하였다. 조리면의 함수율은 삶아서 건져낸 국수를 10분간 물을 빼고 조리후 국수의 중량에서 생면의 양을 빼고 다시 생면량으로 나눠준 후 100을 곱하여 구하였다. 고형분의 양은 조리를 끝낸 전체 국물을 증발접시에 담아서 물을 증발시킨 후 105℃에서 건조시켜 고형분의 양의 무게를 측정하였다.

시료의 색도측정은 Color and color difference meter를 사용하여 Hunter의 색계인 명도를 L값, 적색도를 나타내는 a값, 황색도를 나타내는 b값 및 전체적인 색깔의 차이를 나타내는 ΔE 값을 계산하여 나타내었다. 삶은 국수는 1 mm 길이로 세절하여 용기에 담아 측정하였다.

마. 보리국수의 조리후 텍스처 측정

조리면의 텍스처는 TA-XT2 Texture analyzer(Texture Technologies Co., Scardale, NY)를 사용하여 측정하였다. 즉 3분간 조리하고 냉각한 조리면을 30초간 방치한 후 1개의 국수가닥을 platform에 올려놓은 다음 직경 4cm, 두께 0.5cm의 원

형 probe를 사용하여 측정하였다. 텍스처 측정에 사용된 Texture analyzer의 측정 조건은 표 2와 같다. 텍스처 측정은 실험오차를 최소로 줄이기 위하여 각 시료를 2 등분하여 조리하였고 각 등분마다 10회씩 30분 이내에 측정하여 얻은 20개의 data 중 평균값과 심한 차이가 나는 5-6개의 data를 버리고 14-15개의 data로 평균값을 얻었다.

표 2. 조리면의 텍스처측정을 위한 Texture Analyzer의 작동조건

Option	: T. P. A.	Post-test speed	: 10.0 mm/s
Force unit	: Grams	Strain	: 60%
Distance format	: Strain	Time	: 2.0 s
Pre-test speed	: 5.0 mm/s	Trigger type	: Auto
Test speed	: 0.5 mm/s	Trigger force	: 20 g

바. 관능검사

시료의 관능검사는 관능요원 8~11명으로 색깔, 냄새, 맛, 종합적 기호도를 평가하였다. 보리생면은 5분간 끓는 물에 조리하였으며 100% 밀가루 국수를 대조구로 하여 보리국수를 9점 비교법으로 평가 하였다.

사. 보리생면의 저장기간 연장

(1) 배합비

현재 저장수명이 냉장 상태에서 7일정도인 보리 생칼국수의 저장기간을 연장하기 위한 실험으로 기존 보리 생칼국수의 배합비 1을 대조구로 하고 여기에 DF-100,

주정, 구연산 및 탈산소제를 각각 첨가한 배합비는 표 3과 같다.

표 3. 보리 생면의 배합비 (Kg)

내용물 \ 시료	배합비 1	배합비 2	배합비 3	배합비 4
보리가루	10	10	10	10
강력분	82	82	82	82
감자전분	5	5	5	5
활성글루텐	3	3	3	3
2%식염수	0.9	0.9	0.9	0.9
DF-100	-	0.02	0.02	0.02
주정	-	2	2	2
구연산	-	-	0.2	0.2
탈산소제	-	-	-	첨가

(2) 제조공정

보리 생칼국수의 제조공정은 다음 그림 3과 같다. 즉 기존 배합비 1에 DF-100 200ppm, 주정 2%을 첨가한 배합비 2와 배합비 2에 구연산 0.2%를 첨가한 배합비 3 및 배합비 3에 탈산소제를 첨가한 배합비 4의 보리생칼국수의 제조는 아래와 같은 제조공정에 따라 제조하였다.

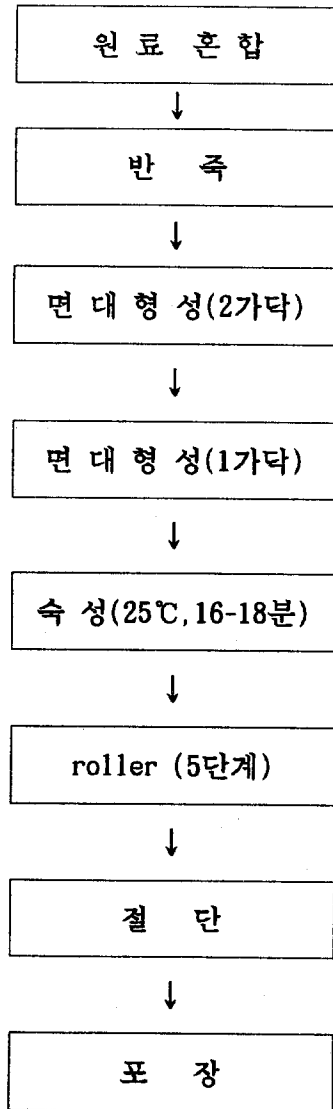


그림 3. 보리 생면의 제조과정

(3) 저장중 성상변화

(가) pH 측정

시료 20g을 Waring blender에 넣고 증류수 100ml를 가한 다음 마쇄후 그 용액을 pH meter를 사용하여 측정하였다.

(나) 대장균수 및 총균수 측정

시료의 대장균수 측정은 deoxycholate agar 배지를 사용하였고 총균수 측정은 plate count agar 배지를 사용하여 측정하였다.

(4) 조리후 품질 특성

이등⁽¹⁵⁾의 방법에 준하여 실시하였다. 즉 생면인 보리 생칼국수의 경우에 생면 100g을 1000ml의 끓는 증류수에 넣고 5분간 삶은 후 국수의 중량, 부피, 함수율, 국물의 탁도, 고형분의 양 등을 측정하였다.

(5) 관능검사

각각 다른 배합비로 제조한 4 종류의 보리 생칼국수를 훈련된 패널요원 15명을 통하여 9점 평점법으로 색깔, 냄새, 맛, 조직감 및 종합적기호도에 대하여 관능검사를 실시하였다

4. 보리식이섬유음료의 제조

가. 맥아의 제조

정선된 보리를 물로써 세척한 후 보리의 수분함량이 약 40%정도되게 물에 침지시킨뒤 온도 15℃의 암소에서 보리표면이 건조되지않게 과습한 상태를 유지시켜가며

발아시켰다. 발아시일별로 녹맥아를 채취하여 50℃ 정도의 송풍건조기에서 맥아의 수분함량이 10%정도되게 건조시켜 시료로 사용하였다.

나. 미숙보리곡립의 제조

출수후 31일경의 보리곡립을 채취하여 잔존효소를 불활성화시키기 위하여 30분간 증자시킨 다음 50℃의 송풍건조기에서 수분함량이 10%정도되게 건조시켜 시료로 사용하였다.

다. 볶음처리

보리, 맥아 및 미숙보리곡립은 회전식 전열볶음기(Probat사, 독일)를 사용하여 온도를 180℃로 고정하고 처리구별 1~12분의 범위에서 볶음처리하였다. 즉 미리 정해진 볶음온도로 가열된 볶음드럼에 50g 정도의 시료를 투입하고 95 rpm의 속도로 회전시켰으며 이때 볶음온도는 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 이내가 되게 조절하였다.

라. 효소처리에 의한 액화 및 당화

보리시료에 증량비로 3~12배 가수한 뒤 호화시키고나서 효소를 사용하여 액화 및 당화를 실시하였다. 액화효소로서는 내열성 α -amylase인 BATS(Gist-brocades, 프랑스)를 사용하였으며 당화효소로서는 fungal α -amylase의 일종인 Mycolase(Gist-brocades, 프랑스)를 사용하였고 이들 효소의 활성과 최적온도 및 pH는 표 4와 같다. 일정시간 가수분해시켜 얻은 분해액을 대상으로하여 이들에 대한 관능특성, 점도특성등을 검토하였으며 분해시간에 따른 가수분해의 정도는 Brix, 가용성당의 함량을 측정하였고 pH의 변화도 조사하였다.

표 4. 사용효소의 최적온도 및 pH

효소명	온도(°C)	pH	사용농도(ml/100g)
BATS	93~95	5.5~6.5	0.05
Mycolase	52~53	5.2~5.8	0.02

마. 향기성분의 분석

향기성분의 포집은 dynamic headspace⁽¹⁶⁾법에 따라 Purge & Trap system(Tekmar LSC 2000, 미국)을 사용하였다(그림 4). 볶은분말시료 1g에 물 2g을 가하여 잘 혼합한 후 이중 0.5g을 시료병(55 × 120 mm)에 취하여 질소로 purging하면서 향기성분을 추출하였다. 이때 mount, bottom, valve와 line등 각 부분의 온도는 100°C로 고정하였으며 stand-by-temperature를 30°C이하로 하였다. Purging은 30psi의 질소를 분당 100ml속도로 30분간 실시하여 60-80mesh의 흡착제(poly of 2,6,-diphenyl-p-phenyloxide)가 충전된 흡착관(12x1/8" stainless steel)에 향기성분을 흡착시켰다. 흡착후 수분을 제거하기 위하여 dry purge를 3분간 실시하였다. 흡착된 향기성분을 탈착시키기 위하여 흡착관을 50°C로 예비가열하고 180°C에서 3분간 가열탈착을 실시하였다. Purge가 완료된 후 trap내부에 남아있는 비흡착성 물질을 제거하기 위하여 250°C에서 30분간 conditioning시켰다.

추출된 시료의 향기성분은 표 5와 같은 조건으로 가스크로마토그래프(GC)를 이용하여 분석하였다. 향기성분의 양적인 변화는 검출기(FID)의 response(area count)를 자동적분기(HP 3396A, Hewlett-Packard, 미국)로 측정된 피크면적으로 나타내었다.

바. 가용성당 및 단백질

분쇄시료의 경우에는 70% 에탄올을 사용하여 실온에서 30분간 진탕시켜 가용성 성분을 추출한 다음 원심분리(10,000 x g, 10분)하여 상정액을 얻었으며 반응액의 경우에는 물로 일정량으로 희석한 다음 시료로 사용하였다. 당의 정량은 페놀-황산 법⁽¹⁷⁾으로, 단백질의 정량은 AACC법에 따라 실시하였다.

사. 유동특성 측정

액화 및 당화효소로 처리하여 얻은 반응액의 유동특성은 원통형점도계(Hakke viscometer RV 20, U.K.)를 사용하여 측정온도 20℃에서 전단속도를 0-1200/s로 변화시키면서 전단속도변화에 따른 전단응력의 변화를 조사하였다. 측정값은 Hakke software support version 1.2를 이용하여 리올로지 특성값을 분석하였다.

표 5. 향기성분분석을 위한 가스크로마토그래프의 작동조건

Instrument	Hewlett-Packard 5890
Column	DB-5 fused silica capillary column(60m*0.32mm)
Oven temp.	35°C (3 min) _____ 220°C (10 min) 1.5°C/min
Injector temp.	230°C
Detector temp.	250°C
Detector	FID
Carrier gas	1.2ml He/min
Split ratio	1:20
Make-up gas	He, 25ml/min

향기성분을 동정하기 위하여 gas chromatograph-mass spectrometer(GC/MS)를 사용하여 분석하였다. GC에서 MS로 시료를 도입하기 위한 interface 온도는 200°C로 하였고 이때 사용한 MS의 조작조건은 표 6과 같다. GC검출기로 사용한 FID에서 얻어진 chromatogram과 MS에서 얻어진 total ion chromatogram(TIC)을 상호비교하기 위한 표준 index물질로서 n-alkane을 사용하였다. 먼저 n-alkane을 GC에 주입하여 얻어지는 chromatogram으로부터 각각의 n-alkane의 머무름시간을 구하였고(그림 5), 또 이를 GC/MS에 주입하여 얻어지는 TIC로부터 각각의 n-alkane의 머무름시간을 비교하여 각 향기성분의 상대적인 머무름시간을 구하였다. 머무름시간에 따라 GC와 MS chromatogram상의 향기성분 피크를 각각 구별하였다. 향기성분의 동정은 Wiley library의 spectrum과 비교하여 확인하였다.

표 6. 향기성분의 동정을 위한 GC/MS의 작동조건

Instrument	Concept II(Kratos Analytical, U.K.)
Setup source	Electron voltage: 70 eV, Resolution: 1000
Setup scan	Mass range: 50-300 m/e, Scan speed: 1 sec/decade
Data handling system	Computer system: Sun operating system ver.3.60 Library: Wileylnbs(National Bureau of Standard, U.S.A)

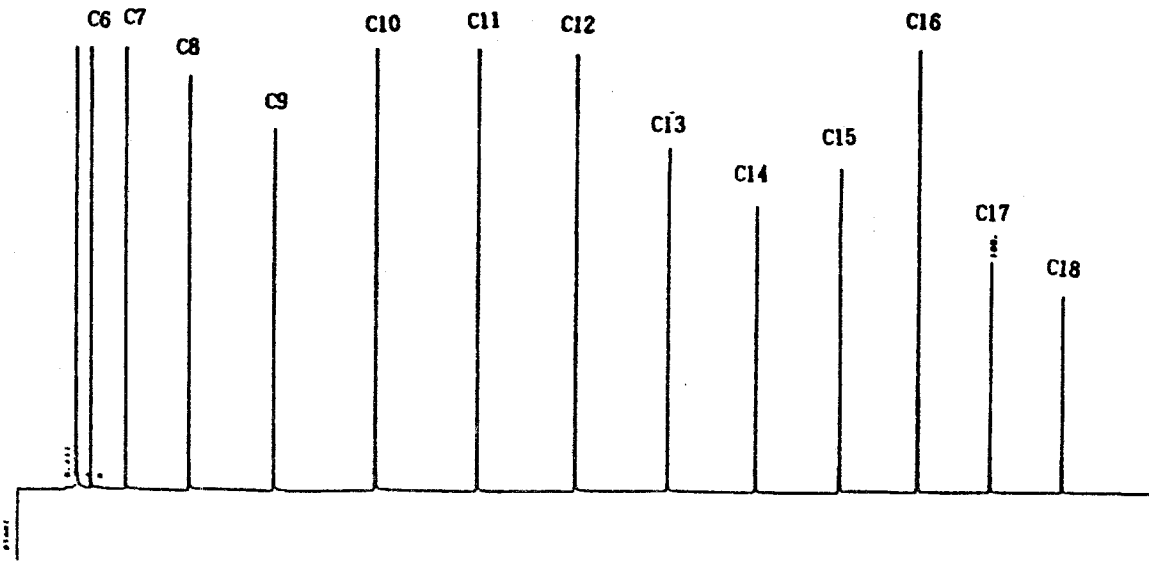


그림 5. n-Alkanes의 GC 크로마토그램

표 7. 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

제3장 결과 및 고찰

제1절 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. ⁽¹⁸⁾

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 뿐만아니라 형상, 비중, 표면특성등에도 분포가 있게 된다. 뿐만아니라 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 지니므로 대량으로 되게 되면 고결하기도 하고 액체와 같이 흐르기도 하며 기체와 같이 흩날리기도 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 증력선과 교차를 하게되며 이를 평형 입자경이라 하고 여기서 입자에 작용하는 부착력과 증력이 일치될 하게 된다. 따라서 이 입자경을 경계로 하여 그 이상에서는 증력지배를 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. 뿐 만 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.⁽¹⁹⁾ 특히 전분입자들은 제분과정중 기계적 손상을 받게 되고^(20,21) 손상을 받은 전분들은 손상을 받지 않은 전분들과는 여러 가지 면에서 다른 특성을 가지며⁽²²⁾ 밀가루의 경우에는 물흡수력, 탄산가스 발생력, 반죽성, 빵의 체적, 색깔 및 조직등이 손상전분의 양에 의해 영향을 받게 된다.^(21, 23, 24, 25)

한 편 전분입자의 크기 및 배유부의 단백질 함량에 따라서도 전분손상정도가 달라지게 되고 소입자는 대입자 보다 제분시 손상을 적게 받으며⁽²⁶⁾ 배유부의 단백질 함량이 높을 수록 제분시 전분입자들을 보호하게 됨에 따라 손상도가 적게 되는 것으로 알려져 있다.⁽²⁷⁾ 일반적으로 손상을 받지 않은 전분분자는 분자간의 강인한 수소결합에 의해 냉수에 불용이며⁽²⁸⁾ 이들 전분현탁액들은 호화과정중 아밀로오스가 우선적으로 용출⁽²⁹⁾ 되는 반면 제분시 전분에 대한 물리적손상은 전분분자들 사이의 수소결합의 파괴를 초래하여 그 결과 유리 하이드록실그룹의 증가와 함께 물에 대한 전분입자의 성질을 변화⁽³⁰⁾시켜 손상을 받은 전분은 냉수에서 팽윤력의 증가를 나타내게 된다.⁽³¹⁾ 또한 과도하게 제분된 밀가루의 경우 냉수에 추출되는 물

질의 양 또한 증가하며^(20,32) 이들 냉수추출물의 구성성분중 회분 및 단백질 함량은 실질적으로 큰 변화가 없으나 전분구성 물질의 양은 증가하는 것으로 보고⁽³³⁾되어 있고 특히 제분시 물리적 손상에 의해 냉수에 용해되는 전분물질들의 거의 대부분은 전분의 구성성분중 아밀로펙틴에 가까운 고분자물질인 것으로 알려져 있다.⁽³⁴⁾

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, 스낵식품등)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 품질개선 및 개발연구를 수행하였다.

1. 보리의 제분방법 기술개발

가. 일반성분

정맥기를 사용하여 도정한 정맥은 원맥에 비해 단백질, 지질, 회분, 불용성식이 섬유 함량이 감소하였으나 수용성식이섬유, β -glucan의 함량은 약간 증가하였다(표 7). 이는 도정중 보리의 일반성분, 식이섬유함량 및 β -glucan 함량 변화를 조사한 이⁽³⁵⁾의 결과와 유사하였다.

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 8과 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 9).

표 8. 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 9. 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 따라 차이를 나타낼 수 있는데 현미경법과 표준체법은 오래전부터 곡물의 입도분포를 측정하는데 사용되어 왔고 최근에는 전기저항법, 공기역학법이 개발되어 사용되고 있다.⁽³⁶⁾ 표준체법은 간편하고 단시간에 측정할 수 있는 장점이 있으나 입자가 멩치거나 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 거친정도에 영향을 받는다.^(37,38) 밀가루의 경우 연질밀가루는 경질밀가루보다 거친 입자표면을 가지므로 경질밀가루보다 덜 자유롭게 움직인다.

보리입자의 대부분은 38-44 μ 범위에 있으며 보리가루는 밀가루보다 작은입자들이 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 보고⁽³⁹⁾ 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 등⁽⁴⁰⁾ 은 쌀가루 제조시 제분기의 종류 및 제분방법에 따라 입자크기가 달라지게 되며 입자크기에 따라 호화도, 결합력, 수분흡수력, 전분손상도, 반죽의 물성들이 변화되어 이러한 특성들은 pasting 성질, 겔강도, 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 b값이 낮게 나타났다(표 10). 보리종실은 보통 anthocyanins를 포함하고 있어 과피에 적색을 띠고 호분층에 청색을 나타낸다고 하였으며^(39,41) 일부 노란색 색소(+b value)를 포함하여 강층을 정맥(pearling)에 의해 제거해 줌으로써 이러한 색소들을 제거해 준다.

표 10. 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 보리가루일수록 색상이 밝게 나타나는 경향을 보여 (표 11) 입자크기와 밀접한 관계를 보여주었다. 쌀가루의 색도 역시 쌀가루의 입자가 미세하여 짐에 따라 색의 밝기를 나타내는 L 값은 증가하고 a(적색도)와 b(황색도)값은 감소하여 쌀가루의 입도와 밀접한 관계가 있다고 보고⁽⁴²⁾ 한 바 있다.

표 11. 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. 손상 전분

보리가루의 입자크기가 작을수록 전분손상도가 높은 경향을 나타냈다 (표 12). 또한 표 9에 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 있다.⁽⁴⁰⁾ 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 적당하였으며 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 보여주며⁽⁴⁰⁾ 건식제분은 손상전분의 양을 많게 하므로 습식제분이 권장되거나 공정상의 문제 및 비용면에서 개선이 요구되고 있다.⁽⁴³⁾

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 12. 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 6과 같으며 전분입자, 단백질, 세포벽 물질등으로 구성된 입자의 형태 및 크기를 관찰할 수 있다. 보리가루의 matrix는 주름진 세포벽 물질들과 작은 전분입자들로 관찰되었다.

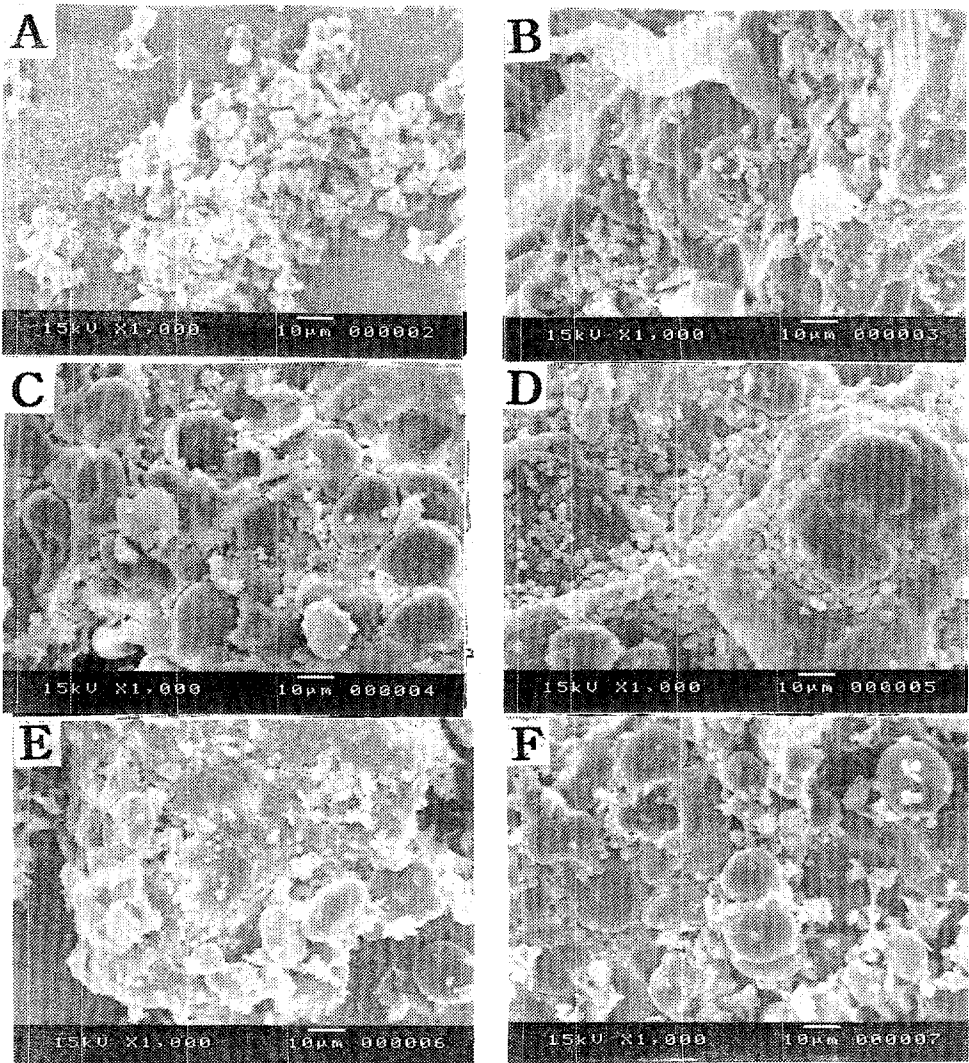


그림 6. 제분기의 종류별 보리가루의 표면구조

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

보리전분은 밀전분과 마찬가지로 큰 lenticular granules와 작은 spherical granules로 구성되어 있는데⁽⁴⁴⁾ 전분의 크기에 있어 직경이 10-15 μ 로 큰 입자와 2-5 μ 로 작은입자를 포함한다.⁽⁴⁵⁾ 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 것으로⁽⁴⁶⁾ 알려져 있다.

SEM에 의하면 보리가루는 대부분 작은 전분입자들이 관찰되고 세포벽 물질들이 들출된 flour matrix를 보여주었다. 보리가루 matrix는 밀가루와 대조적인 것으로 나타났는데 밀가루 matrix는 다양한 크기의 전분입자가 조밀하게 배열된 것으로 관찰되었다.⁽³⁹⁾ 쌀가루의 경우 입도가 큰 경우 전분입자들이 단백질 및 기타 세포물질들에 의해 두꺼운 막으로 덮혀 있어 개개의 전분입자를 관찰하기 어려웠으나 입자가 미세하여 짐에 따라 이들 물질들 역시 미세하여져 전분입자의 관찰이 용이하였다.⁽⁴³⁾

바. 수분흡수지수 및 수분용해도지수

수분보유력(WHC), 알칼리수분보유력(AWRC), 수분결합(water binding), 수분흡수(water absorption), 수분보유능력(water holding ability) 등은 서로 비슷한 의미로 사용된다.⁽⁴⁹⁾

손상전분은 곡분의 수분흡수에 중요한 역할을 한다.^(40,47) 보리가루의 손상전분은 수분흡수지수(WAI), 수분용해도지수(WSI), 수분보유력(WRC) 및 알칼리수분보유력(AWRC)에 영향을 미치는 것으로 나타났다 (표 12, 13). 수분흡수지수는 Roller mill에 의해 제분한 보리가루에서 가장 낮았으며 이는 Brabender roll mill에 의해 보리가루의 섬유소물질들 특히 β -glucan이 상당량 제거되었기 때문인 것으로 판단되었다. 보리의 비전분 다당류물질인 β -glucan 이 WHC 와 AWRC⁽³⁹⁾ 에 영향을 미

친다고 알려져 있다. Roll mill 이외의 보리가루에서는 전분손상도가 높을수록 흡수되는 수분의 양은 증가하게 되는데 전분손상도가 가장 높은 Jet mill에서 가장 높은 WAI값을 나타냈다. 수분용해도지수 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 13은 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 높았으며⁽⁴⁸⁾ 또한 정맥보리가루의 AWRC도 원맥보리가루보다 높게 나타났다.

표 13. 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 14는 제분기의 종류별로 제조된 보리가루의 호화 특성을 amylograph를 사용하여 측정한 결과이다.

표 14. 제분기 종류별 보리가루의 아밀로그래프에 의한 점조도 특성

제 분 기	호화개시온도		점 도	
	(°C)	96°C	20분 경과후	50°C 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°C로 8°C의 차이를 나타내었다. Fitz mill의 경우 호화개시온도가 68°C로 가장 높았고 Ball mill, Roller mill 65°C, Pin mill, Cyclone mill 61°C, Jet mill이 60°C로 낮아져 미세하게 분쇄된 보리가루는 일찍 호화가 시작되고 거칠게 분쇄된 보리가루는 호화가 늦게 개시되는 경향을 보여주었다. Ball mill은 Fitz mill보다 입자가 크지만 초기호화온도가 낮은 것은 수분첨가(tempering) 효과인 것으로 여겨졌다. 이는 쌀가루의 입자가 미세하여 질에 따라 전분의 팽윤이 적게 일어나서 호화개시온도가 낮아지게 된다는 금등의 결과⁽⁴⁰⁾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 보여주었으

며 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 낮았는데 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.⁽⁵⁰⁾ 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 있었다⁽⁵¹⁾

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℃ 사이⁽⁵²⁾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 비전분질 성분에 의해서도 영향을 받는 것

으로 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 보여주었다.⁽³⁹⁾ 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 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucan으로서 인체내에서 콜레스테롤을 저하시키는 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 보리는 β -glucan 이 풍부해 일반적으로 hulled barley는 2-8%의 β -glucan 함량을 가진다고 보고 된 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 밀제분시설에서 가공하는 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. 김⁽⁵³⁾과 최등⁽⁵¹⁾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 15과 같다. 2조 겉보리인 진광보리와 6조 겉보리인 올보리의 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 15). 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 15. 보리품종별 화학적 성분 특성

(단위:%)

성 분	겉 보 리		쌀 보 리	
	올보리	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 7과 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 16에 나타나 있다. 도정을 71-74%에서 β -glucan 함량이 원맥에 비해 1.1-1.2 배 정도 높게 나타났다.

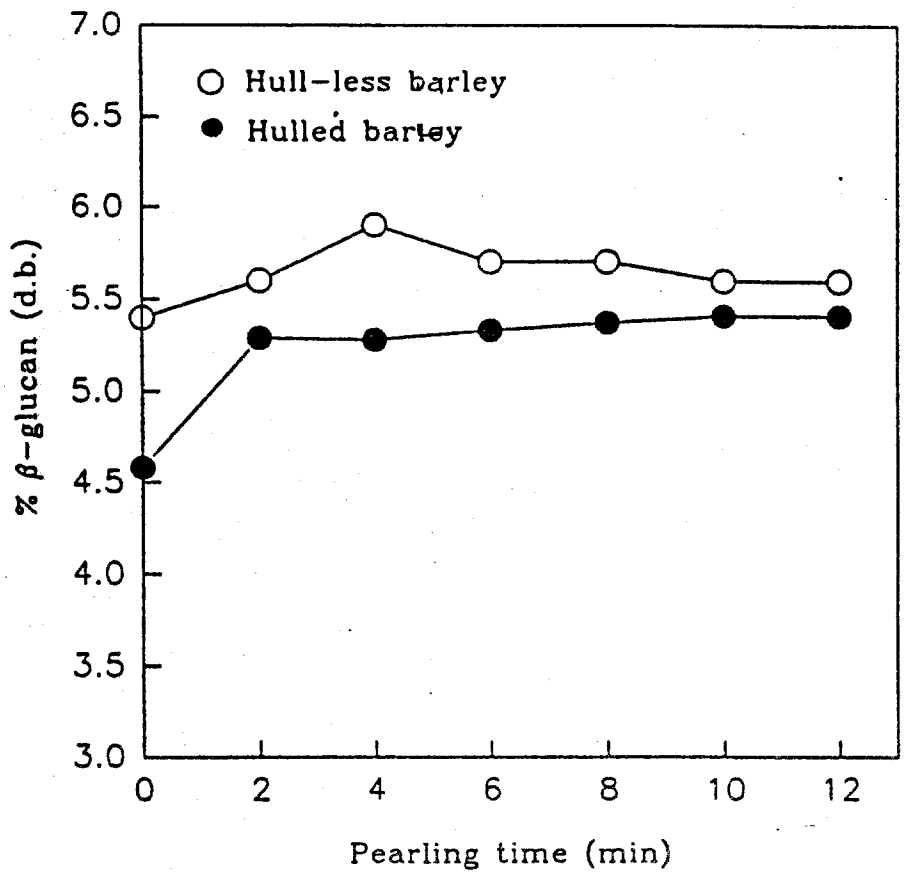


그림 7. 도정도별 베타-글루칸 함량변화

표 16 . 쌀보리의 도정(pearling)중 β -glucan 함량

도정시간(분)	정맥을		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, 단당 순이액, 생산추세 등으로 보아 다른 원료보다 유리하다. 또한 기존 제분공장의 시설을 활용할 수 있는 등 복합분 원료로서의 전망이 제시된 바 있다.^(51, 53) 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 두단계 가공과정을 거쳐야 하므로 가공비용이 과중하게 되어⁽⁵³⁾ 원맥을 이용하는 것이 유리할 것으로 판단되어 베타-글루칸 함량이 높은 쌀보리를 원료로 사용하였다.

보리도 밀과 마찬가지로 수분첨가(tempering) 조건에 따라 제분수율에 차이를 나

타내며⁽⁴⁸⁾은 겉보리는 수분 15%에서 24시간, 쌀보리는 14%에서 48시간, 겉보리쌀과 쌀보리쌀는 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 17과 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 flour 와 reduction flour를 합한 보리가루의 수율은 21% 정도로 매우 낮았고 쌀보리의 제분시 tempering은 보리가루의 수율에 큰 영향을 주지 못한 것으로 나타났으며 종피와 배유가 쉽게 분리되도록하여 bran의 양을 증가시켰다.

보리의 식품적이용을 위해 밀제분에 사용되는 제분기를 사용할 수 있으며 Bhatt⁽⁵⁴⁾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 -glucan 이 포함되어 bran에 약 1.3배의 β -glucan이 농축할 수 있었다. 또한 mill을 조절함으로써 거칠거나 미세한 보리가루나 보리 bran을 만들어낼 수 있다고 하였다.

Knucles 등⁽⁵⁵⁾은 보리와 귀리를 제분 및 체질에 의해 β -glucan이 농축된 분획을 얻었고 제분 및 기류분급에 의해 6-23%의 β -glucan을 함유하는 barley fractions 를 얻을 수 있었다고 하였다.

표 17. Buhler 시험용 제분기에 의한 보리의 제분수율

(단위 : %)

제분분획 (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

최등⁽⁵¹⁾은 보리는 밀과는 달리 가루가 뭉쳐지기 때문에 제분이 어렵고 제분시 이를 완화하기 위해 체를 굵은 것으로 사용한다고 하였다. 배유의 세포벽 물질은 전분으로부터 분리되어 short fraction에 남게되는데 배유 점성물질의 양이 제분율과 밀접한 관계가 있어 제분과정중 점성이 높은 배유의 세포벽 물질이 전분으로부터 분리되고, 이것이 short fraction으로 모여지므로 배유점성물질이 많으면 short가 많아지게 된다. 보리가루(flour)의 β -glucan함량은 원맥(raw barley)에 비해 낮은 반면 bran과 short에서는 원맥보다 높은 농도로 존재하였다(표 18).

보리의 식이섬유는 sieving에 의해 간단하게 농축할 수 있다. 원맥가루, 정맥가루, 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 상대적으로 증가하게 된다.

Short와 bran으로 부터 체질에 의해 원맥의 1.8배까지 함유하는 획분을 얻을 수 있었다(표 19).

표 18. 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 19. 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 찰보리인 수원 291보다 체질에 의한 β -glucan의 농축도가 높게 나타났다.

한편 쌀보리를 도정하여 β -glucan이 가장 높은 도정상태에서 분쇄한 뒤 그림 1과 같은 공정으로 체질에 의해 β -glucan을 농축한 결과는 표 20과 같다.

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

표 20. 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.⁽⁵⁶⁾ 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 미숫가루로 만드는 가공법이 이때에 이미 실시되고 있음을 말해 주고 있어 그 역사는 대단히 오래된 것임을 알 수 있다.⁽⁵⁷⁾ 이들 미숫가루는 찰쌀미시, 멥쌀미시, 보리미시, 완두미시등이 오래 전부터 보편화⁽⁵⁸⁾ 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 미숫가루는 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 미숫가루”로 규정하고 있다.

이와 같이 미숫가루의 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. 한편 곡류와 두류를 이용한 간편식, 영양식으로 최근 선식, 설식등의 이름을 한 분말상제품들이 시중에 많이 시판되고 있으며 이들 선식류를 미숫가루와 명확한 구분을 하기는 어려우나 선식의 경우에는 기호성의 면보다는 한끼의 식사를 대신할 수 있는 대용식으로 간주되어옴에 따라 미숫가루 보다는 당연히 영양적인 면을 중시하여 가

공처리된 것으로 생각된다. 그러나 이 들 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 미숫가루와 선식을 명확히 구분하여 취급하기에는 어려움이 많다. 특히 선식의 경우 문헌상 기록된 것은 찾아 보기 어렵지만 오래전 부터 사찰의 스님들이 여름철 3개월, 겨울철 3개월의 참선중(결재기간)에 먹어왔던 음식을 지칭하는 것이라 할 수 있다. 선식원료로서 구비해야 할 조건은 채식 즉 육식이 아닐 것과 오신채 즉 마늘, 양파, 파, 부추 등과 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 발현한다 하여 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 맞춘 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 혼합사용하므로 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 양을 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.

한편 현재 시판되고 있는 미숫가루의 사용원료조성을 보면 각 업체마다 각기 조성에 차이가 있으나 대부분 찹쌀, 보리, 현미, 울무, 들깨, 콩, 검정콩 등을 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 중요시하므로써 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 근대사회로

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 분말화하여 식이중에 인위적으로 첨가하고 동물실험한 결과 그 생리작용의 대부분은 대변량의 증가, 변비의 개선등이 인정되고 있다. 그러나 이들 불용성식이섬유의 경우 허혈성 심질환, 동맥경화등의 위해인자로 되는 혈중 콜레스테롤농도를 저하시키는 효과는 없는 것으로 보고⁽⁵⁹⁾ 되어 있다. 국내의 식생활에 있어서도 현곡상태 또는 정백도가 낮은 곡류의 섭취가 요구되고 있으나 현대의 식생활에서는 식미상 정백도가 높은 것을 선호하고 있어 곡류외피로부터 생리적으로 유효한 식이섬유성분을 분리하여 인위적으로 식품에 첨가할 필요성이 대두되고 있고 미국 암협회에서는 건강한 성인의 경우 하루 25-35 g정도의 식이섬유를 권장⁽⁵⁹⁾하고 있다.

그러나 보리의 경우에는 맛의 향상을 위해 식이섬유가 풍부한 곡류의 외피를 도정을 통하여 제거한 경우에도 배유내 세포벽에 포도당이 β -1,3 과 1-4결합을 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 것

은 전분의 호화를 유도하기 위함이며 건조, 볶음등의 공정은 편이성을 도모하고 원료곡류에 부족한 향미를 고온열처리에 의해 풍미를 생성시켜 기호성을 증진시키기 위함이다. 따라서 미숫가루 제조공정에 있어서 맛등 품질을 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 손가락 또는 용기의 벽면등에 쉽게 풀어지지 않는 미숫가루의 작은 덩어리들이 남아있게 되므로 완전한 분산을 위해서는 상당한 시간 정성을 들여 손가락으로 휘저어야하는 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 품질기준으로서 관능품위, 수분, 대장균군의 유무등에 대해서만 품질기준의 항목으로 설정되어 있고 특히 관능품위의 경우 “미숫가루고유의 풍미를 지니고 있어야 하며 이미, 이취가 없어야 한다”로 되어 있어 대단히 주관적인 면에 치우치고 있다. 그러나 실제 미숫가루를 섭취시 가장 번거로운 일 중의 하나는 앞서 언급한 바와 같이 물과 함께 저을 때 물에 잘 풀어지지않고 따라서 손가락이나 용기의 벽면에 덩어리진채 남아있게 되는 분산성이 좋지 못한 문제점인 것으로 생각되며 따라서 미숫가루의 품질지표로서 분산성에 객관적인 측정방법이 확립되어야 할 필요성이 있다.

미숫가루의 제조에 사용된 원료보리로서는 “보리의 제분방법 및 신소재 농축”에 관해 전술된 재료와 동일하며 원료보리가루의 특성은 표 7에 제시한 바 있다. 미숫가루제조공정의 공정을 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 5g을 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. 이 때의 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 물분자에 의해 파괴되어 일어난다. 따라서 수소결합을 파괴하는 강알칼리, 염화아연, 요소, dimethylsulfoxide 등의 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 puffing 등과 같은 특수한 환경하에서는 수분이 극단적으로 적은 경우에도 호화는 일어난다.⁽⁶⁰⁾

일반적으로 전분이 구성성분의 대부분을 차지하는 곡류의 맛은 전분이 어떤 특별한 맛을 나타내지 않기 때문에 과일, 채소 등과 같이 유리당, 유기산 등의 함량이 비교적 높아 원료 농산물 자체의 독특한 맛이 강한 것과는 달리 별다른 맛을 나타내지는 않는다. 따라서 breakfast cereal, 미숫가루 등과 같은 곡류가 주성분인 가공편이식품의 경우 원료로 사용되는 곡류의 약한 맛특성을 보강하기 위해 볶음처리와 같은 가열공정이 필요하다. 볶음은 일반적으로 200℃ 정도의 고온하에서 이루어지므로 이와 같은 고온하에서는 원료에 함유되어 있던 미량의 환원당, 아미노산 또는 단

백질등이 상호작용하여 Maillard반응에 의한 이차적인 향미물질과 갈색색소를 생성하게 되므로 비교적 무미건조한 곡류의 맛을 향상시킬 수 있게된다. 특히 보리의 경우에는 보리쌀을 수침, 증자하고 건조 후 볶음처리를 거치지 않고 분쇄하여 분말로 한 미숫가루의 경우 보리특유의 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 북굴질의 소실온도에 일치한다. 그러나 수분 64%에서는 흡열피크 보다 더 고온측에 별도의 용해피크가 나타나며 더욱 수분함량을 감소시키면 흡열피크는 더욱 작아지게되고 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 덱스트린화가 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 스틱계 식품의 제조에는 충분한 주의가 필요하다. 즉 전분의 미셀은 배럴내의 기계적인 마찰, 스크류나 배럴표면과 전분의 접촉면

에 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 원료 보리는 사전에 볶음처리를 실시하였다. 즉 우선 원료보리 특유의 아린 맛을 경감시키고 기호성을 증진시키기 위해 원료 보리를 200℃의 온도에서 일정시간 볶음처리 하였다.

보리는 볶는 과정에서 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. 따라서 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 된

다. 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 21과 같다.

표 21. 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 설정하

여 보리를 볶은 본 시험의 결과에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 볶음보리의 체적 팽창율은 지속적으로 증가하기는 하지만 원료 보리의 수분함량에 따른 차이는 그다지 크지 않는 것으로 나타났다.

한편 각 처리구별로 볶은 보리를 색깔, 향미 그리고 맛에 대한 관능평가를 실시한 결과는 표 22와 같다.

표 22. 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 저을 경우에도 손가락에 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 또는 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, 볶음 처리하고 분말화시켜 여름철의 음청류로서 또는 보존성, 편이성등으로 인하여 여행식 또는 비상식으로 애용되어져 왔다.

미숫가루가 갖는 장점으로는 ① 수분함량이 5%정도로 극히 낮기 때문에 장기 저장시에도 미생물에 의한 변질의 우려가 없고, ② 분말상이므로 수송이 용이하고, ③ 물만 타면 즉석에서 바로 시식이 가능하므로 편이성이 높고, ④ 보리이외에도 현미, 콩, 울무, 찹쌀등 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 타마실 경우 갈증해소 뿐 만 아니라 기호음료로서도 훌륭한 전통적인 우리의 음청류 중의 하나로 간주된다.

그러나 이와 같은 여러가지 장점이 있는 반면 아직까지 해결되지 못하고 남아 있는 큰 문제점중의 하나는 물에 분산시킬 경우 손가락 또는 용기의 벽면등에 쉽게 붙어지지 않는 미숫가루의 작은 덩어리들이 남아있게 되므로 완전한 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 사용하는 원료의 조성 뿐 만 아니라 미숫가루 입자의 크기 즉 입도일 것으로 생각된다. 그러나 아직 까지 우리의 전통 음청류인 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 23과 같다.

표 23. 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 24와 같다.

표 24. 보리가 함유된 시판 미숫가루의 분산성

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

표 24에서 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 입도분포결과 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 25와 같다.

표 25. 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

표 에서 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 급

격히 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 경향임을 알 수 있었다.

따라서 미숫가루에 사용되는 곡류중 보리의 첨가량이 많은 시료를 대상으로 분산성 증진방안을 확립하게되면 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 26과 같다. 미숫가루를 전통적인 방법에 의한 제조시 건조방법을 달리하였을 때의 분산성을 비교하였으며 동결건조와 열풍건조방법이 냉장후 열풍건조한 미숫가루에 비해 분산성이 높게 나타났다.

표 26. 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 27과 같다. 200메쉬 이상의 미숫가루인 경우 분산성은 모두 97%이상으로 우수하였으나 200메쉬 이하의 분획에서는 분산성이 94%이하로 떨어졌다.

표 27. 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 28과 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 단일 처리공정으로 대체코저 시도하였다. 압출성형에 의한 미숫가루 제조시 여러가지 전처리방법을 고려한 바 전처리방법중에서 원료보리를 볶은 후 분쇄하여 압출성형하여 제조한 미숫가루의 분산성이 가장 좋은(95%) 것으로 나타났다. 그러나 이러한 분산성 증진을 위한 볶음처리 과정이 과도한 볶음조건인 것으로 판단되었으며 관능검사 결과 색깔, 향, 맛이 매우 떨어져 제품의 기호성을 고려할 때 볶음조건을 조절할 필요성이 있었다.

표 28. 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 일정시간 볶음처리하였다. 원료의 볶음시간이 증가할수록 분산성은 향상되지만 관능검사에 의해 평가한 적정 볶음 조건인 200℃에서 10분간의 볶음조건으로는 압출성형방법에 의해 미숫가루의 분산성이 크게 개선되지 못하는 것으로 나타났다(표 29).

표29. 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 이화학적특성과 관련된 재료의 조성에 의한 인자로 나눌 수 있다. 따라서 장치를 고정시켜 생각할 경우 재료의 조성을 적절히 조정하게 되면 과도한 덩스트린화를 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.⁽⁶¹⁾ Extruder cooking에 의한 미숫가루 제조공정의 단순화를 시도한 본 시험에서는 위에서 언급한 바와 같은 수분함량, 원료배합비 및 유지 또는 계면활성제의 첨가효과등에 대해서는 검토하지 않았으나 적정 볶음조건인 200℃에서 10분간 볶음처리후 압출성형하여 제조한 미숫가루의 입도별 분산성을 나타낸 결과는 표 30과 같다. 전통적인 방법에 의한 미숫가루의 제조공정과 마찬가지로 압출성형에 의해 제조한 미숫가루 역시 입자크기가 작아질수록 분산성이 떨어졌다.

표 30. 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 200mesh 이상의 분획은 75%로 높아진 반면 200mesh 이하의 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 200mesh를 통과하는 미분말은 제거한 후 200 mesh 이상의 분말만을 사용하여 분산성을 높일수 있다고 판단되었다.

표 31은 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 32와 같다. 고식이섬유 미숫가루는 통상적인 미숫가루에 비해 분산성이 약간 높게 나타났다.

표 31. 미숫가루의 200메쉬 통과에 따른 분산성 (%)

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

표 32. 고식이섬유 미숫가루의 분산성 (%)

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

표 33은 보리미숫가루를 200mesh sieve로 체질하는 동안(시간별) sieve에 남거나 통과하는 가루의 양(수율)을 측정하고 분산성을 측정한 결과이다. 체질이 진행되는 동안 200mesh를 통과하는 미분말의 양은 비례적으로 증가하였으며 200mesh에 남는 미숫가루의 분산성은 향상되었다.

표 33. 200mesh 이상의 미숫가루의 시간별 수율 및 분산성(%)

시간(분)	200mesh 이상		200mesh 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 측정 한 결과는 표 34에 나타나 있으며 10분 정도의 체질로 약 15% 정도의 미분말이 제거되어 분산성은 94%에서 97%로 다소 개선되었다. 또한 200mesh를 통과한 미분말은 dextrin 첨가에 의해 분산성을 다소 개선할 수 있었다(표 35).

표 34. 200mesh 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 35. Dextrin첨가시 200mesh 이하 미숫가루의 분산성(%)

Dextrin 첨가량	분산성
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 36).

표 36. 미숫가루의 관능검사 결과

시료/항목	색	깔	향	촉	감	맛	종합적기호도
미숫가루							
미립자제거용	7.0		6.5		5.6	6.5	6.8
미숫가루	7.1		7.0		6.0	6.6	6.8
보리미립자제거	6.8		6.3		5.5	6.0	5.9
H사	6.3		5.3		5.5	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°Bx 정도가 되도록 감압농축한다. 이 농축액에 포도당등의 부형제를 85%정도 가하고 잘 혼합한 다음 과립기에서 과립화한다. 이 때의 수분함량은 매우 중요하며 수분조건이 맞지 않으면 과립형성이 어렵고 수분함량이 과도할 경우에는 서로 달라붙어 제품의 질을 떨어뜨린다.

200mesh의 체를 통과하는 보리분말은 입자크기로 볼 때 75μ 이하의 미립자들로써 일반적으로 입체와 분체를 경계로 하는 $30\sim 50\mu$ 보다 크기는 하지만 이들 입자내에는 75μ 의 것들보다 더 미세한 입자들도 존재할 뿐 아니라 75μ 의 값은 $30\sim 50\mu$ 과 큰 차이는 없는 값이므로 200mesh를 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 되

면 완전히 건조되어 수분이 없어지게 된 상태에서도 입자상호간에 강한 응집체를 형성하게되어 허물어지거나 하지 않는다. 식품공업에서 행하여지는 조립의 목적으로서는 정량을 할 수 없는 것을 계수화할 수 있고, 입도, 밀도등의 차에 의한 분리 현상을 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. ⁽¹⁸⁾

본 시험에서는 이와 같은 여러 목적중 일차적으로 용해성 또는 분산성의 개선을 목적으로 미숫가루중 200mesh의 체를 통과한 미분말을 대상으로 과립화에 의한 품질개선시험을 시도하였다. 그러나 주성분이 전분질로 구성되어 있는 미숫가루의 경우 가용성 유리성분만을 추출하여 여기에 부형제로서 적당량의 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 200mesh 이하의 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 200mesh 이하의 미분말은 별도의 용도로 사용되어야하며 따라서 본시험에서는 분산성이 특히 나쁜 200mesh 이하의 미분말화된 미숫가루를 대상으로 과립화에 의한 분산성 증진방안을 모색하였다.

200mesh의 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 양에 따라 과립화된 입자의 크기가 달라지게되며 특히 물의 첨가량이 많아져 입자의 크기가 커지고 불균일해 짐에 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 200mesh 이하의 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 다

른 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 에이즈치료약으로서도 주목되고 있다.⁽⁶²⁾ 그밖에도 감초에는 비수용성 성분이기는 하지만 glycyrrhizin을 추출하고 남은 잔사로 부터 에탄올등을 사용하여 얻은 유용성추출물에는 산화방지, 자외선 차단효과등이 입증되어 식품의 산화방지제나 화장품등에 이용되고 있고 최근에는 쥐를 대상으로 한 실험결과 충치예방에도 효과가 있다하여 각종 식품에 활용할 단계에 있다.⁽⁶³⁾

따라서 미숫가루의 과립화를 위해서는 200mesh 이하의 미분말을 사용하여 고속회전식 결정제와의 상호접촉면을 높이기 위해 회전속도가 빠르고 회전칼날의 수가 많은 혼합기를 사용하고 결정제로서 6~16° Bx정도의 감초추출액을 15%수준으로 사용하는 방법이 바람직한 것으로 판단되었다.

상기 방법에 의해 제조된 미숫가루의 200mesh 이하 미분말을 사용하여 과립화한 결과는 표 37에 나타나 있다.

표 37. 미숫가루 미분말의 과립화에 따른 분산성(%)

미숫가루	200mesh 이상	200mesh 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 PE+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 38과 같다.

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

표 38. 미숫가루의 저장중 색깔의 변화

저장온도	색도	저장기간 (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, 종합 적기호도등에 관한 관능적 품질의 변화를 측정하였으며 그 결과는 표 39 및 40과 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 25일경 까지 큰 차이를 나타내지 않다가 25일 이후에는 품질이 떨어지는 것으로 나타났다.

표39. 미숫가루(37℃ 저장)의 저장기간에 따른 관능검사 결과

저장(일)	색	깔	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

표 40. 미숫가루(60℃ 저장)의 저장기간에 따른 관능검사 결과

저장(일)	색	깔	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

제 3 절 보리곡수의 품질개선

1. 베타-글루칸 농축획분의 제조기술 개발

가. 보리 베타-글루칸의 이화학적 특성과 생리적기능

보리의 배유세포벽은 주로 베타-글루칸(~70%)과 Arabinoxylan(~20%)으로 구성되어 있으며⁽⁶⁴⁾ 세포벽의 나머지 부분은 glucomannans으로 추정되는 mannose를 포함하는 고분자성 물질, 단백질, 페놀성물질등으로 구성되어⁽⁶⁵⁾ 있다. 보리의 호분층 세포벽에는 arabinoxylan(~65%)과 베타-글루칸(~25%)을 주성분으로 하고 그밖에 소량의 mannose를 포함하는 고분자성물질, 셀룰로오스, $\beta(1\sim3)$ -glucans, 단백질, 회분, 아세틸기, 페놀성물질등이 함께 포함되어있다.⁽⁶⁶⁾

사료용 및 맥아제조용 겉보리는 약 2~8%의 총 베타-글루칸을 함유하고^(11,14,67,68,69,70) 있다. 총 베타-글루칸함량은 유전적, 환경적 조건에 따라 차이를 나타내며,^(67,71,72,73) 유전적인자가 더 큰 영향을 미치는것으로 알려져있다. 6조보리는 일반적으로 2조보리에 비해 함량이 낮으며⁽⁶⁷⁾, 찰성⁽⁷⁴⁾이나 쌀보리품종은 베타-글루칸함량이 높아 많게는 16%까지 함유⁽⁶⁾되어 있는것으로 보고되어있다.

보리나 귀리의 베타-글루칸은 수용성형태와 불용성형태로 존재하며 베타-글루칸의 용해성은 베타-글루칸의 미세구조, 세포벽 구성물질들 사이의 상호관계, 산처리, 추출조건, 그리고 효소처리의 활성등과 같은 여러가지 요인에 따라 달라진다. 유전 및 환경적인 요인 또한 베타-글루칸의 용해성에 영향을 미친다. 보리 베타-글루칸의 54%정도가 수용성이며 귀리는 약 80%가 수용성인것으로 보고⁽¹⁴⁾되어있다.

베타-글루칸은 β -glucosyl unit이 $\beta(1\rightarrow3)$ 결합과 $\beta(1\rightarrow4)$ 결합으로된 직쇄상의 단순다당류이다. $\beta(1\rightarrow4)$ 결합으로만 이루어진 셀룰로오스와는 달리 베타-글루칸 사슬

내의 $\beta(1\rightarrow3)$ 결합은 분자형태에 불규칙적인 구조를 초래하여 베타-글루칸을 부분적으로 수용성이고 가수분해에 더 민감하게 만든다.^(75,76) 보리배유로부터 추출하여 정제한 수용성 베타-글루칸의 화학적조성 및 미세구조는 많이 연구되어있다.^(76,77,78,79) 보리배유세포벽의 베타-글루칸은 추출 및 정제과정중에 일부 혼입된 다른 성분들을 포함하게된다. 40℃ 수용성 추출물로부터 정제한 베타-글루칸의 구성단당류를 분석한 결과에 의하면⁽⁷⁶⁾ 회수된 당의 약 98%가 포도당이였으며 약간의 arabinose와 xylose 그리고 극소량의 mannose, galactose도 존재하고있다. 한편 65℃에서 추출한 수용성 베타-글루칸은 40℃의 것에 비해 arabinose와 xylose는 없는 반면 uronic acid의 함량이 훨씬 높은것으로 알려져있다.⁽⁷⁹⁾

세포벽 구성물질들은 여러가지 용매로 추출할 수 있으나 물추출이 가장 일반적인 방법이지만 알칼리^(4,80)나 산용액⁽⁸¹⁾을 사용하여 추출하기도한다. 세포벽물질을 추출하기에 앞서 보통 뜨거운 80%에탄올로 원료를 전처리함으로써 잔존효소를 불활성화시킴과 동시에 가용성당을 제거하지만^(82,83) 이는 베타-글루칸의 추출량을 감소시키게되는 단점이 있다.

베타-글루칸은 배유세포벽과 호분층세포벽에 여러가지 형태로 존재하기 때문에 물추출에 의한 방법만으로는 모든 베타-글루칸을 추출하기는 어렵다. 일부는 물에 쉽게 추출되지만 그 이상의 획분은 높은 온도조건이나 약 알칼리^(64,83)에서 용해되어 나오기 때문이다. 이 후 추출되어 나오는 베타-글루칸획분은 $(1\rightarrow4)\beta$ -oligoglucoside부분이 보다 장쇄이거나 더 많이 포함되어있는 화학적특징을 가지고있다. 이들은 보다 큰 고분자성 탄수화물이거나 베타-글루칸다당류가 단백질 혹은 기타 물질들과 결합하고있는 복합체일것으로 추정된다.⁽⁸⁴⁾ 추출된 베타-글루칸은 다양한 크기의 분자량을 가지게되며 일반적으로 분자크기가 클수록 추출하기가 더욱 어렵다.

보리의 물추출물은 베타-글루칸 뿐만 아니라 arabinoxylan, 전분, 단백질등을 포

함하게 된다. 대부분의 베타-글루칸 분리방법에서는 알코올, 아세톤, 또는 황산암모늄을 사용하여 침전시킨다. 미정제된 베타-글루칸 추출물로부터 순수한 베타-글루칸을 얻기위해서 다양한 정제방법이 사용되어져 왔으며 가장 성공적이고 일반적으로 적용할 수 있는 방법은 20~30% 황산암모늄으로 베타-글루칸을 선택적으로 침전^(83,85)시키는 것이다. 황산암모늄과 아세톤을 번갈아가며 사용하여 정제도를 높일 수 있으며⁽⁸⁶⁾ 전분질은 α -amylase를 사용하여 제거하기도한다.⁽⁷⁸⁾

(1→3), (1→4) β -glucan endohydrolase(β -glucanase 또는 lichenase)가 베타-글루칸의 구조적특성을 규명하는데 이용되며^(76,81,87,88) β -glucan glycosyl unit의 3번째 (O3)위치가 β -(1→3)결합으로 되어있는 glucosyl unit의 β (1→4)결합을 가수분해한다. 효소에 의해 분해되어 생성된 소당류산물은 gel filtration chromatography(GFC)^(76,79,81,88)와 HPLC방법^(87,89)으로 분리된다. Lichenase에 의해 분해되어나온 trisaccharide와 tetrasaccharide는 (1→3)결합에 의해 분리, 구분되어지는 cellotriosyl잔기(3-O-b-cellobiosyl-D-glucose)와 cellotetraosyl잔기(3-O-b-cellobiosyl-D-glucose)로서 보리배유 베타-글루칸의 약 90%(w/w)를 차지하며 상당한 양(~10%)의 큰 블록의 (1→4)결합 glycosyl unit(DP 5-11)도 함께 구성되어있다.^(76,81)

Cellotriosyl잔기와 cellotetraosyl잔기안에 있는 glycosyl unit의 배열은 규칙적이지만 베타-글루칸다당류 사슬내에서의 cellotriosyl과 cellotetraosyl block은 임의적으로 배열되어있다.⁽⁷⁷⁾

한편 결합위치를 결정하기위한 방법으로 methylation분석^(90,91)이 널리 사용된다. 이방법에 의하면 대부분의 수용성 보리베타-글루칸은 약 30%의 (1→3)결합과 70%의 (1→4)결합으로 구성되어^(91,92) 있다. ¹³C-NMR 역시 다당류의 구조에 관한 정보를 상세히 제공해줄 수 있다.^(87,93,94) 보리, 귀리, lichenin(Iceland moss)으로 부터 얻은 베타-글루칸의 (1→4)결합과 (1→3)결합의 비는 평균 2.4~2.5인 것으로 보고되

어⁽⁹⁴⁾ 있다.

베타-글루칸의 미세구조는 추출조건에 따른 영향을 받는다. 65°C에서 추출한 보리 배유 베타-글루칸은 40°C에서 추출한 것보다 (1→3)-β-glucosyl unit이 더 많았으며 cellotriosyl/cellotetraosyl잔기의 비율이 65°C에서 더 높게 나타난다.⁽⁷⁹⁾

보리와 귀리의 베타-글루칸은 다른 화학적 구성물질들과 관련되어있으나⁽⁹⁵⁾ 베타-글루칸과 세포벽구성물 사이의 화학적결합에 대해서는 아직 확실하게 밝혀져있지 않다. 배유 베타-글루칸은 아마 단백질과 공유결합 되어있거나⁽⁹⁵⁾ 세포벽내의 비탄수화물 구성체와 연관되어있다.⁽⁷⁹⁾ 귀리 호분층의 베타-글루칸에서 charge group이 관련되어있다고 제시된 바 있다.⁽⁹⁶⁾ (1→3), (1→4)-β-D-glucan내의 상대적으로 길게 b(1→4)결합된 부분이나 arabinoxylan의 치환되지 않은 부분, 혹은 셀룰로오스와 비공유상호작용을 용이하게한다. 세포벽성분들의 화학적구조와 세포벽 구성물질들 사이의 상호관계는 중요하며 이는 인체내에서 물리화학적 특성에 많은 영향을 미칠 수 있다.

베타-글루칸의 분자량은 osmotic pressure measurement, sedimentation and diffusion coefficients, end group analysis 그리고 gel filtration chromatography에 의해 측정할 수 있다. 겔여과크로마토그래피에 의해 분자량분포를 측정한 결과 베타-글루칸은 대략 10⁵에서 10⁷Da사이인 것으로 보고되어^(95,97) 있다. 베타-글루칸은 추출온도가 높아질수록(30~65°C)분자량이 증가한다고⁽⁹⁸⁾ 한다. Wood들은⁽⁹⁹⁾ 보리, 귀리, 호밀로 부터 베타-글루칸을 추출하여 size exclusion chromatography로 분자량을 측정한 결과 귀리 베타-글루칸의 분자량이 가장 높았고 (3,000 kDa) 다음으로 보리(2,140 kDa), 호밀(1,130 kDa)의 순이었다. 보리는 또한 품종별로 베타-글루칸의 분자량에 있어 차이가 있다.

보리 베타-글루칸은 수용액에서 지렁이형태를 취하며 상대적으로 유연한 구조를 가지고있다. 이는 완전히 펼쳐진 리본모양으로 존재하는 (1→4)-β-D-glucan(셀룰로

오스)과 차이를 보인다. 보리 베타-글루칸의 (1→4)결합부위들 사이에는 부분적으로 intermolecular수소결합을 하고있는 것으로 간주되는 한편 (1→3)결합부위의 존재는 intermolecular회합을 방해하여 베타-글루칸의 용해성과 다소 관련되어있다. (71, 100)

곡류의 베타-글루칸은 수용액에서 높은 점성을 나타내며 이는 고분자량인 베타-글루칸의 비대칭성과 (1→4)결합으로 되어있는 부위사이의 intermolecular 상호작용에 기인할 수 있다. 베타-글루칸의 유동특성에 대하여 귀리, (89,101,102) 쌀보리 베타-글루칸⁽¹⁰³⁾의 유동특성이 조사된 바 있다. 베타-글루칸 수용액은 전단속도에 따라 점도가 감소하는 비가소성 유동특성을 지니며 power law가 유동특성을 묘사하는데 적합하게 나타났다. 베타-글루칸의 농도가 높아질수록 점조도지수는 증가하며 유동특성지수는 감소하는것으로 보고되어^(101,103) 있다. 베타-글루칸의 유동특성은 그 밖에 온도, pH, 분자량, 이온강도등에 의해 영향을 받는다.

콜레스테롤은 인체내에서 탄수화물대사, 비타민합성, 성호르몬합성, 혈액순환조절 등 중요한 작용을 하는 물질이지만 과다하게 생성되거나 섭취되어 체내에 콜레스테롤 함량이 높아지게되면 동맥경화를 비롯한 심장질환, 고혈압, 당뇨병등의 성인병을 유발시키게된다. 현대인의 성인병에는 식이요법이 중요하여 포화지방산이나 콜레스테롤이 많은 음식을 피하고 식이섬유가 풍부한 음식을 섭취함으로써 혈관이나 간의 콜레스테롤 함량을 줄이고 고혈압등 성인병을 예방할 수 있다. 최근에 보리와 귀리를 섭취함으로써 콜레스테롤을 저하시킬 수 있다는 연구가 많이 보고되어있으며 이들의 섭취는 간의 콜레스테롤 생합성을 저해함은 물론 음식물로 섭취된 포화지방산등을 흡착, 배설시킴으로써 콜레스테롤의 축적을 억제시키는 효과가 있다.

보리와 귀리의 콜레스테롤 저하효과는 실험동물과 사람을 대상으로 하여 많이 연구되어져 왔다. 보리의 베타-글루칸중 수용성 부분이 체내에서 생리적으로 중요한 인자인데 수용성부분은 점질성이 높아 콜레스테롤을 저하시키는 효과와 연관되

어있기 때문이다. 수용성 베타-글루칸은 병아리,⁽¹⁰⁴⁾ 쥐,^(105~107) 그리고 사람^(6, 7, 108, 109)에게 있어 콜레스테롤을 저하시키는 효과와 관련이 있다. 여러가지 곡류로부터 추출, 정제된 베타-글루칸을 빵에 첨가하여 쥐에게 먹였을 때 혈중 콜레스테롤의 저하를 초래하였으며⁽¹¹⁰⁾ 쌀보리로 부터 추출한 베타-글루칸이 풍부한 흰분을 병아리에 먹였을 경우 옥수수에 비해 36%의 혈중 콜레스테롤을 감소시킨 것⁽⁹³⁾으로 보고되어있다.

인체와 관련해서는 귀리의 베타-글루칸에 관한 연구가 최초로 체내의 혈중 콜레스테롤과 LDL콜레스테롤 농도를 낮추고 HDL콜레스테롤 농도를 높일 수 있는 것으로 보고^(111, 112)되어있다. 동물에 있어서는 보리섭취가 영양적으로 부정적인 효과를 미치며 이는 베타-글루칸에 의해 지방질의 소화기능이 떨어지는데 다소 기인하기 때문이다. 그러나 이러한 효과는 사람에게는 유익하게 작용할 수 있으므로 보리 베타-글루칸이 인체영양에 미치는 효과에 대한 연구가 활발히 진행중이며 사람에게 보리를 사용하여 조사한 결과에 의하면 밀에 비해 보리를 섭취한 그룹에서 혈중 콜레스테롤 함량이 현저히 줄어든다고 보고되어^(6, 109)있다.

실험동물 또는 인체내에서 혈중 콜레스테롤 저하효과를 보이는 물질로는 베타-글루칸이외에도 여러가지가 있다. 지용성성분인 α -tocotrienol과 α -linolenic acid가 간에서 콜레스테롤 합성을 억제하므로써 인체의 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 알려져있다. 보리에는 토코페롤이 함유되어 있는데 α -D-tocotrienol(α -T3)이 실험동물의 간에서 콜레스테롤 합성의 억제제로 작용하여 콜레스테롤 합성의 속도 제한효소인 hydroxymethylglutaryl-CoA(HMG-CoA) reductase를 억제한다.⁽¹¹³⁾ 보리 지방을 어린 암돼지에 먹였을때 혈중 콜레스테롤을 감소시켰으며 HMG-CoA reductase활성을 40% 감소시켰다. Wang⁽¹¹⁴⁾들은 보리 9품종에서 α -T3수준은 100g당 0.96-1.73mg 범위인 것으로 보고한 바 있다. 보리지방으로서 두번째 콜레스테롤 억제제는 α -linoleic acid인데⁽¹¹³⁾ 총지방산의 약 5%를 차지하는 미량성분으로 존재

한다. 보리지방의 약 8%를 차지하고 있으며 비누화되지 않는 성분인 보리의 carotenoids, tocopherols 그리고 isoprenoid products 등은 최근 건강에 유익하게 작용하는 특성이 있는 성분들로서 관심을 끌고 있다.

식생활이 서구화되고 다양화됨에 따라서 생리적, 기능적 측면에서 식이섬유는 중요하게 평가받고 있으며 최근 기능성식품에 대한 관심이 증가함에 따라 기능성성분으로서의 식이섬유의 역할에 대한 기대는 더욱 높아지고 있다. 식이섬유는 각종 곡류, 두류, 과채류, 해조류에 많이 존재하고 있으며 특히 최근 기능성식품소재로서 광범위하게 사용되고있는 검류도 이에 해당된다. 식이섬유는 인간의 식이에 중요하며 생리화학적 의미로 인간의 소화효소로 소화되지 않는 식물성물질과 리그닌으로 정의⁽¹¹⁵⁾ 되고, 화학적의미로는 리그닌과 비전분질성 다당류로 정의할 수 있다.⁽¹¹⁶⁾

식이섬유는 일반적으로 용해성에 따라 분류되며 셀룰로오스, 불용성 헤미셀룰로오스, 리그닌등과 같은 물에 녹지않는 불용성 식이섬유와 펙틴, 검류, 가용성 헤미셀룰로오스, 가용성 베타-글루칸과 같은 수용성 식이섬유가 있다. 최근 변비, 비만증, 당뇨병, 고혈압, 대장암등의 발병은 식이섬유의 섭취와 관련이 있는것으로 보고되고 있다. 특히 수용성 식이섬유는 체내 혈중 콜레스테롤을 강하시키는 효과가 있는 것으로 잘 알려져 있으며 보리와 귀리는 대표적으로 베타-글루칸이라는 수용성 식이섬유를 함유하고있다.

식이섬유의 물리화학적 특성은 용해성에 따라 작용기작에 차이를 나타낸다. 즉 불용성 식이섬유의 경우 수분흡착능력이 주요한 작용기작인 반면 수용성 식이섬유는 용해되어 점도가 높은 겔상의 물질을 형성하기 때문에 결과적으로 각각 다른 생리특성을 제공한다. 수용성 식이섬유에 의하여 형성된 3차원 구조의 겔은 장내에서 섭취된 식품의 통과를 지연시키고 포도당의 흡수를 저해하며, 특히 혈중 콜레스테롤 함량을 저하시키는 역할을 하는것으로 밝혀져있다.

가용성 식이섬유의 콜레스테롤 저하효과에 대해 제시된 몇가지 작용기작^(7,117)에

의하면 점성질의 가용성 섬유소가 인체내 소화기관에서 콜레스테롤과 담즙산을 물리적으로 감싸 배설됨으로써 흡수를 방지할 수 있다고 하며 베타-글루칸의 콜레스테롤 저하효과는 담즙염과 식이 콜레스테롤을 포함하는 지질의 대변배설량이 증가하는것과 연관된다.⁽⁶⁵⁾ 또한 베타-글루칸은 대장에서 대장균에 의해 단쇄지방산으로 분해되는데 이들 단쇄지방산이 간에서의 콜레스테롤 합성을 억제하는것으로 설명된다. 베타-글루칸의 세균발효에 의한 결과 생성된 단쇄지방산, 특히 butyric acid의 대장내 증가는 인간의 대장암에 대한 보호효과를 가질 수 있다.⁽¹¹⁷⁾

콜레스테롤 저하효과에 영향을 주는 베타-글루칸의 특성을 결정하기 위해 쌀보리로부터 추출한 베타-글루칸의 구조를 살펴보면⁽⁹³⁾ 병아리에게 나타난 콜레스테롤 저하효과는 베타-글루칸의 함량과 분자량의 기능에 의해 야기된 점질성조건에 기인하는것으로 나타났다. 점도효과와 비슷하게 베타-글루칸은 소장내에서 전분, 단백질, 지질과 같은 영양분을 둘러싸 영양소의 가수분해와 흡수를 막아주는 물리적 방패제로서 작용한다. 곡립을 분쇄하거나 가공하면 이와같은 물리적효과는 감소하지만 대부분이 크게 영향을 받지 않는다. 보리의 가공은 또한 베타-글루칸의 가용성에 영향을 미치는것으로 알려져있고⁽¹¹⁸⁾ 이는 소화기관에서 생리적 효과에 영향을 줄 수 있다.

베타-글루칸은 콜레스테롤 저하효과와 잠재적인 암예방 효과 뿐만 아니라 혈중 포도당농도를 조절하는데 아마 유용하게 작용하여 포도당반응을 낮추는 것으로 나타났다. 그러나 베타-글루칸은 무기질과 비타민의 흡수를 방해할 수 있는 부정적인 영양효과를 가지고 있기도하다.⁽¹¹⁷⁾ 수용성 및 불용성 베타-글루칸은 소화기관 윗부분에서 독성물질이나 미생물을 흡착하거나 서로 반응할 수 있다.⁽⁶⁵⁾ 이러한 효과는 대장에서 줄어드는데 대장에서는 베타-글루칸이 미생물에 의해 급속히 발효되기 때문이다. 베타-글루칸의 인체내 영양생리적인 효과는 베타-글루칸이 가지고있는 이화학적 특성에 의한 기능이며 이는 베타-글루칸의 섭취량과 전처리에 관련되어

있을 뿐만 아니라 다른 식이성분들과의 상호관계에 따라 결정될 수 있다.⁽⁶⁵⁾

보리의 비전분 다당류인 β -glucan은 곡립내 세포벽을 구성하고 있는 mixed-linked (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucan⁽¹¹⁹⁾으로서 보리곡립의 약 2~8%^(11, 14, 67, 68)를 차지하고 있다. 보리를 섭취함으로써 체내의 콜레스테롤을 저하시킬 수 있다는 연구가 많이 보고^(6, 7, 10, 109)되고 있으며 이는 주로 고분자 수용성 식이섬유인 β -glucan이 점성이 높아 혈관이나 간의 콜레스테롤 함량을 저하시키는 효과^(7, 117)와 연관되어 있기 때문이다. 이와같이 보리는 영양학적인 기능성이 높아 보리가루를 이용한 다양한 가공제품이 모색되고 있으며 또한 보리로부터 생리적으로 유효한 식이섬유 성분인 β -glucan을 분리하여 인위적으로 식품에 첨가할 필요성이 대두되고 있다.

보리류의 제분은 밀가루와 달리 충분하게 연구되어 있지 않지만 보리가루를 제조하기 위해서는 보통 정맥기로 도정하여 정맥을 만든 후 분쇄하여 제분^(50, 53)하거나 보리를 직접 밀 제분기에서 가공^(39, 51, 53, 54, 119, 120)할 수 있다. 최근에 β -glucan 함량이 높은 중간소재를 식이섬유소가 강화된 식품이나 식품첨가제로 응용하기 위하여 정제된 β -glucan 이나 β -glucan이 농축된 곡분의 대량생산에 관심이 모아지고 있다. β -Glucan 함량이 높게 분리된 분획은 추출 및 침전방법^(89, 121)에 의해 제조될 수 있지만 식품첨가를 위해서는 비경제적이어서 분쇄 및 체질 혹은 분쇄 및 기류분급과 같은 건조제분(dry milling)^(55, 122~125)에 의해서 β -glucan을 농축하는 방법에 대해 연구된 바 있다.

본 연구에서는 국내산 보리품종으로부터 기능성 식이섬유인 β -glucan 함량을 높일 수 있는 도정 및 제분방법을 연구하고 제분된 보리가루를 체질함에 의해 β -glucan 함량이 높은 분획으로 제조하여 식이섬유의 강화를 필요로 하는 가공제품의 중간소재로 활용할 수 있도록 하였다.

나. 보리시료의 일반성분 및 식이섬유 조성

본 연구에 사용한 보리시료의 일반성분을 분석한 결과는 표 41과 같다. 보리는 전분이 주요 구성성분이며 다음으로 비전분성 다당류, 단백질, 지질, 회분, 그리고 유리당등의 성분들로 구성되어 있다. 보리품종들의 전분함량은 51~57%의 분포였으며 2조 걸보리인 진광보리가 6조 걸보리인 올보리에 비해 전분함량이 높았으며 무등쌀보리가 수원 291에 비해 전분함량이 높았다. 보리의 단백질 함량은 외피가 없는 쌀보리가 걸보리에 비해 평균 단백질 함량에 있어 약간 높았으며 찰성 쌀보리인 수원-291의 단백질 함량이 15.3%로 가장 높았다. 보리의 회분함량은 2.0~2.4% 범위였으며 걸보리가 쌀보리에 비해 약간 높았다.

표 41. 보리면 제조에 사용한 보리의 품종별 일반성분

항 목 ¹⁾	걸보리		쌀보리	
	올보리	진광	무등	수원291
Moisture	9.7	10.9	10.6	9.3
Starch	50.8	57.0	55.8	51.1
Protein ²⁾	13.4	11.7	12.4	15.3
Fat	2.9	3.3	2.5	3.6
Ash	2.3	2.4	2.2	2.0

¹⁾ % on a dry basis except moisture

²⁾ Protein = nitrogen × 6.25

보리의 식이섬유를 분석한 결과 품종별 수용성, 불용성 및 총식이섬유 조성은 표 42와 같다. 보리 품종들의 총식이섬유 함량은 18~24% 범위였으며 일반적으로 걸보리가 쌀보리에 비해 총식이섬유 함량이 높는데 이는 외피를 가지고 있는 걸보리

가 쌀보리에 비해 불용성 식이섬유의 함량이 높기 때문이었다. 그러나 무등쌀보리는 외피가 없음에도 불구하고 겉보리의 불용성 식이섬유 함량에 근사하게 높은 것으로 나타나 강층이 두꺼운 것으로 판단되어졌다. 보리품종들의 수용성 식이섬유 함량은 3.9~8.1% 분포를 보여 불용성 식이섬유 함량(9.7~17.6%)에 비해 훨씬 낮았으며 겉보리에서 보다 쌀보리에서 다소 높게 나타났다. 찰성 쌀보리인 수원-291이 메성 쌀보리인 무등쌀보리 보다 수용성 식이섬유의 함량이 높았다.

보리의 총 β -glucan 함량은 겉보리인 진광보리와 올보리에서 각각 3.6% 와 4.9% 였으며 이에 비해 쌀보리의 β -glucan 함량은 수원-291이 7.0%, 무등쌀보리가 5.4% 로 겉보리에서 보다 높았다. 쌀보리중에서는 찰성인 수원 291이 메성인 무등쌀보리보다 β -glucan 함량이 높게 나타났다. 보리의 β -glucan은 수용성 형태나 불용성 형태로 존재하는데 β -(1 \rightarrow 4)-결합으로만 이루어진 cellulose와는 달리 β -glucan 사슬내의 β -(1 \rightarrow 3)-결합이 분자형태에 불규칙적인 구조를 초래하여 β -glucan을 부분적으로 수용성이고 가수분해에 더 민감하게 만든다.^(75,76) β -Glucan의 물에 대한 용해성은 생리적으로 중요한 역할을 하는 요소인데 보리의 β -glucan 중 수용성 부분이 점성이 높아 체내에서 콜레스테롤을 저하시키는 효과^(6,7,109)와 연관되어 있기 때문이다. 이와같이 수용성 식이섬유원으로서 β -glucan 함량이 높은 보리는 이와같은 영양생리화학적 기능성이 우수하기 때문에 근래에 이들에 대한 식품학적 이용도가 증가하고 있는 추세이다. β -glucan의 용해성은 유전 및 환경적인 요인 뿐 만 아니라 β -glucan 다당류의 미세구조, 세포벽 구성물질들 사이의 상호관계, 전처리, 추출조건, 그리고 내부효소의 활성등과 같은 여러가지 요인에 따라 달라질 수 있다.

본 실험에서 보리의 수용성 및 불용성 β -glucan은 품종간 다소 차이가 있어 총 β -glucan 중 수용성 부분이 차지하는 용해성의 정도(% solubility)에 있어서 59~

76%의 분포를 나타냈다. 수용성 식이섬유의 함량이 높은 보리일수록 β -glucan 함량이 높게 나타나 수용성 식이섬유와 β -glucan은 서로 밀접하게 관련되어 있는 것으로 보이며 그중 수용성 β -glucan이 수용성 식이섬유의 54~64%를 차지하고 있어 보리에 있어 β -glucan은 수용성 식이섬유의 상당한 부분을 차지하고 있는 주요한 급원임을 알 수 있었다.

표 42 . 보리품종별 식이섬유조성

항목 ¹⁾	겉보리		쌀보리	
	올보리	진광	무등	수원291
Dietary fiber				
IDF ²⁾	17.6	14.6	14.4	9.7
SDF ³⁾	5.9	3.9	5.9	8.1
TDF ⁴⁾	23.5	18.5	20.3	20.3
β-Glucans				
Total	4.9	3.6	5.4	7.0
Soluble	3.7	2.5	3.2	4.6
Insoluble	1.2	1.1	2.2	2.4
% solubility ⁵⁾	76	69	59	66

1)% on a dry basis

2) Insoluble dietary fiber

3) Soluble dietary fiber

4) Total dietary fiber

5) Soluble β -glucans as percent of total β -glucans

다. 도정중 베타-글루칸의 함량

보리를 가루로 제조함에 있어서는 우선 정맥기로 도정하여 정맥을 만든 후 분쇄하여 제분할 수 있는데 쌀보리가 겉보리에 비해 원맥상태에서의 초기 β -glucan 함량이 높아 무등쌀보리와 수원-291을 사용하여 도정하였으며, 이들의 도정과정중 β -glucan의 함량변화를 살펴본 결과는 그림 8과 같다. 도정시간에 따라 얻어지는 정맥의 원맥에 대한 무게비로 표시되는 정맥수율은 무등쌀보리가 수원-291에서 보다 높았으며 이는 무등쌀보리의 강층이 수원-291 보다 두꺼워서 배유보다 단단한 강층이 깎여나가는데 시간을 더 필요로하기 때문인 것으로 판단되었다. 무등쌀보리는 도정을 시작한 후 6분경까지 정맥의 β -glucan 함량이 증가하였으며 그 이후의 도정에는 큰 변화가 없어 보리의 강층이 제거되는 도정의 초기에 정맥의 β -glucan 함량변화가 뚜렷하게 나타났다. 한편 수원-291은 도정이 진행됨에 따라 β -glucan의 함량이 계속적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 도정시간 12분경에는 무등쌀보리와 수원-291 모두에서 β -glucan 함량이 가장 높아진 것으로 나타났으며 이때의 정맥수율은 대략 70~75% 사이였다. 정맥수율 70~75%에서 보리의 β -glucan 함량은 무등쌀보리의 경우 5.4%에서 5.9%로 증가하였으며 수원-291은 7.0%에서 8.7%로 증가하여 원료보리에 비해 1.1~1.2배 정도 높아졌다.

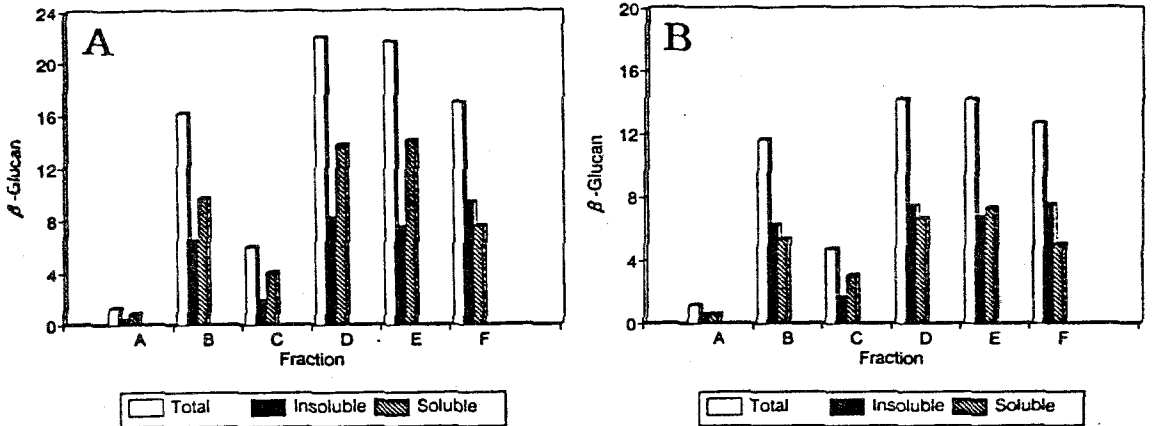


그림 8. 보리분말의 체질에 의한 획분별 베타-글루칸 함량

(A : 수원 291, B : 무등)

라. 체질에 의한 베타-글루칸 농축

체질에 의한 β -glucan 농축 획분을 얻기 위한 시료로서 적정수준으로 도정한 정맥을 사용하였다. 무등쌀보리와 수원-291을 도정하여 β -glucan 함량이 가장 높은 도정상태인 정맥수율 70~75%에서 분쇄한 뒤 100~325-mesh 체를 사용하여 연속적으로 재분쇄 및 체질함에 의해 제조된 획분(그림 1)별 β -glucan의 함량은 표 43과 같다. 무등쌀보리와 수원-291 정맥가루가 325-mesh 체를 통과한 fraction A는 57% 가량이었으며 대부분 미세한 전분입자들이 체를 통과한 것으로 여겨져 β -glucan의 함량이 1.2~1.3%로 낮았다. 보리전분은 크기가 직경이 10~20 μ m로 큰 렌즈 모양의 전분입자와 5 μ m 이하의 작은 입자를 포함하는데 325-mesh 체(45 μ m opening)를 사용하면 보리가루의 전분입자를 상당량 우선적으로 제거할 수 있어

325-mesh 체를 통과하는 양이 많을수록 체에 남는 가루 획분의 β -glucan 함량은 증가하게 된다. 체에 남은 가루획분 fraction B는 원료무게의 약 43%를 차지했으며 β -glucan 함량은 무등쌀보리에서 11.7%, 수원-291에서 16.2%로 급격히 상승하여 상대적으로 입자크기가 큰 세포벽 물질은 체를 쉽게 통과하지 못하고 체에 남아 세포벽 구성물질인 β -glucan이 농축되어지는 것으로 생각된다.

Fraction B를 재분쇄하여 325-mesh 체로 체질하였을때 통과한 fraction C에는 소량의 미립자들이 다시 제거되어 있으며 체에 남게 되는 fraction D에서는 β -glucan 함량이 무등쌀보리에서 14.2%, 수원-291에서 22%까지로 증가하였다. 이와 같이 다단계 체질에 의해 미립자인 전분질을 상당량 제거하므로써 β -glucan 함량이 농축된 획분을 얻을 수 있었으며 무등쌀보리는 원맥의 β -glucan 함량인 5.4%보다 2.6배, 그리고 수원-291은 원맥의 3배 이상까지 농축된 획분을 얻을 수 있었다. 체질에 의한 A~F 획분별 수용성 및 불용성 β -glucan의 함량을 분석한 결과 (표 43)에 의해 나타낸 β -glucan의 용해성(% solubility)은 총 β -glucan의 40~69% 범위에서 수용성이며 총 β -glucan 함량이 높은 획분에서 물에대한 용해성이 다소 낮게 나타나는 경향을 보였다.

표 43. 쌀보리의 연속체질에 의한 베타-글루칸 함량 및 수율

Fractions ³⁾	Yield(%)		β -Glucan(%)	
	Mudeung	Suweon-291	Mudeung	Suweon-291
Fraction A	56.6	56.7		
Total			1.2	1.3
Insoluble			0.6	0.4
Soluble			0.6	0.9
Fraction B	42.7	43.1		
Total			11.7	16.2
Insoluble			6.3	6.5
Soluble			5.4	9.7
Fraction C	10.9	12.7		
Total			4.8	6.0
Insoluble			1.7	1.9
Soluble			3.1	4.1
Fraction D	31.2	32.6		
Total			14.2	22.0
Insoluble			7.5	8.2
Soluble			6.7	13.8
Fraction E	20.9	21.4		
Total			14.2	21.6
Insoluble			6.8	7.5
Soluble			7.4	14.1
Fraction F	10.3	11.0		
Total			12.7	17.0
Insoluble			7.6	9.4
Soluble			5.1	7.6

1) Values are means of two determinations

2) Fraction A~F refer to Fig. 1

2. 보리가루의 제면성 분석

가. 보리 품종별 제면적성

원료보리의 품종별 제면적성을 분석하기 위해 겉보리 2품종(올보리, 진광)과 쌀보리 2품종(수원 291, 무등쌀보리)을 각각 정맥수율 65%와 70%로 도정한 후 가루로 분쇄하여 사용하였으며 품종별 보리가루를 밀가루에 30% 첨가하여 보리국수를 제조하였다. 조리 후 품질특성인 면의 중량, 면의 무게, 함수율, 국물의 탁도, 용출고형분을 살펴본 결과(표 44)는 보리품종에 따라 큰 차이가 없었다.

보리의 품종별 국수의 관능검사를 한 결과(표 45)에 있어서는 맛, 냄새, 조직감 등 관능적 특성에서 겉보리에서 보다 쌀보리에서 색깔, 냄새, 맛, 조직감 등 관능적인 점수를 높게 받았으며 쌀보리중에서는 찰쌀보리인 수원 291이 관능적으로 가장 우수하게 나타나 수원 291>무등쌀보리>진광>올보리의 순으로 좋은 평가를 받았다. 찰성 쌀보리인 수원 291로 제조한 보리국수는 쫄깃쫄깃한 씹힘맛으로 조직감이 가장 뛰어난 것으로 관능평가 되었다. Texture analyzer로 측정된 보리국수의 텍스처에 있어서는 올보리, 진광, 무등쌀보리가 비슷한 수치를 보였으나 찰성 쌀보리인 수원 291은 상대적으로 hardness가 낮았으며 부착성은 높아 쫄깃한 조직감을 부여하는 것으로 평가되었다 (표 46).

보리국수의 조리특성, 텍스처 특성 및 관능평가에 의해 보리의 품종별 제면적성은 겉보리보다 쌀보리가 그리고 쌀보리중에서도 찰성 쌀보리가 보리국수의 원료로서 가장 우수한 것으로 사료되었다.

표 44. 보리 품종별 국수제조시 조리후의 품질특성

	면의 중량 (g)	면의 부피 (ml)	함수율 (%)	국물의 탁도 (A ₆₇₅)	용출고형분 (%)
올보리	78.1	70	56.2	0.57	0.8
진광	77.6	70	55.2	0.66	0.8
무등쌀보리	77.4	70	54.8	0.52	0.5
수원 291	74.8	70	49.6	0.63	0.5

표 45. 보리의 품종별 보리국수의 관능검사 결과

	겉보리		쌀보리	
	올보리	진 광	무 등	수원 291
색 깔	5.7	7.3	7.0	7.7
냄 새	6.7	7.0	7.3	8.0
맛	6.7	7.0	8.0	8.3
조직감	6.0	6.3	8.0	9.0
종합적 기호도	6.0	6.7	8.0	8.3

표 46. 보리의 품종별 보리국수의 텍스처 측정결과

	T. P. A Means ^a				
	hardness (g)	adhesiveness (g mm)	cohesivness	gumminess	chewiness (g)
올보리	1669	-55.3	0.453	765	647
진광	1703	-60.1	0.456	774	605
무등쌀보리	1655	-56.5	0.464	772	664
수원 291	1412	-65.6	0.462	660	564

^avalues reported are means of 14-15 observations

나. 보리가루 첨가량별 제면적성

보리국수 제조시 보리가루의 적정 첨가량을 조사하기 위하여 밀가루와 보리가루의 원료구성 비율에 따른 복합분(보리가루 10-60% 혼합수준)을 만들어 제면시험을 행하였다. 표준밀가루(밀가루 100%)로 제면할때 밀가루 중량에 대하여 40%의 물이 소요되었으며 보리가루를 첨가함에 따라 반죽시 흡수력의 증가로 인해 가수량이 증가하였다.

보리가루 첨가량별로 국수를 제조한 후 조리하여 품질특성을 나타낸 결과는 표 47과 같다. 보리가루를 10~30% 첨가한 보리국수는 면의 중량, 면의 부피, 면의 함수율에 있어 약간 증가하는 경향을 보였으나 40%이상 첨가시에는 면의 중량, 부피, 함수율이 감소하여 100% 밀가루 국수보다 낮아졌다. 국물의 탁도 경우에도 보리가루를 역시 30% 첨가할때까지 대조구인 100% 밀가루 국수와 비교하여 큰 차이가 없이 유사하였으나 40% 첨가시 부터는 증가하여 국물이 탁해짐을 알 수 있었다. 특히 보리가루의 함량이 50%를 초과하였을 때 국물의 탁도가 현저히 증가하였으며 용출되어져 나오는 고형분의 함량이 높아 조리시 품질특성이 떨어지는 것으로 나타

났다.

보리가루를 10~60% 수준으로 혼합한 보리국수의 텍스처에 있어서는 보리가루의 함량이 많을수록 hardness(견고성), gumminess, chewiness(씹힘성)가 증가하여 보리국수는 단단해지고 질기한 씹힘성이 높아지는 것으로 나타났다 (표 48). 관능 검사 결과(표 49)에서도 보리가루 10~30% 첨가시에는 100% 밀가루 국수와 큰 차이가 없는 반면에 40%이상 첨가시에는 대조구와 차이를 보이며 색깔, 맛, 조직감 등 관능적인 기호도가 점차적으로 떨어졌는데 특히 조직감이 다소 거칠고 단단해져 식감이 떨어지는 것으로 평가되었다. 보리가루의 첨가수준이 60%일 때까지 면대형성과 조리국수의 형성에는 큰 문제가 없었으나 그 이상에서는 보리특유의 향과 씹히는 촉감이 깔깔해서 식미를 저하시키는 것으로 알려져 있다. 보리국수제조시 100% 밀가루 국수와 품질면에서 큰 차이가 없이 밀가루에 대체 가능한 적정 보리가루의 함량은 대략 30% 수준인 것으로 판단되었다.

표 47. 보리가루 첨가량별 국수제조시 조리후의 품질특성

	면의 중량 (g)	면의 부피 (ml)	함수율 (%)	국물의 탁도 (A ₆₇₅)	용출고형분 (%)
100% 밀가루	79.2	70	58.4	0.41	0.7
10% 보리가루	79.8	70	59.6	0.48	0.8
20%	80.7	70	61.4	0.40	0.6
30%	81.2	75	62.4	0.40	0.7
40%	77.3	70	54.6	0.51	0.5
50%	75.0	65	50.0	0.78	0.6
60%	73.7	65	47.4	0.89	0.9

표 48. 보리가루 첨가량별 조리면의 텍스처 특성

	T.P.A Means ^a				
	hardness (g)	adhesiveness (g mm)	cohesivness	gumminess	chewiness (g)
보리 0%	1557	-44.4	0.476	708	547
10%	1696	-54.1	0.485	794	651
20%	1768	-57.3	0.481	804	717
30%	1727	-48.5	0.483	806	714
40%	1774	-73.8	0.466	811	706
50%	1802	-65.3	0.454	814	707
60%	1898	-48.1	0.447	835	730

표 49 . 보리가루 첨가량별 보리국수의 관능검사 결과

	색깔	냄새	맛	조직감	종합적 기호도
10% 보리국수	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
20%	7.0	7.3	7.3	7.7	8.0
30%	6.7	7.0	7.0	6.0	7.0
40%	6.0	6.0	6.0	5.7	5.0
50%	5.7	5.7	6.0	5.0	5.0
60%	5.0	5.7	5.3	3.7	4.0

다. 보리가루의 입자크기별 제면적성

보리가루의 입자크기는 가공적성에 중요하여 결합력, 수분흡수율, 전분손상도, 반죽의 물성등의 변화를 초래함으로써 제면특성에도 큰 영향을 줄 것으로 판단되었으며 제분된 보리가루를 입자크기별로 분획하여 제면성을 분석하였다. 입자 크기별로 구분한 보리가루를 밀가루에 30% 첨가하여 국수를 제조하였을 때 보리국수의 조리후 특성면에서는 큰 차이를 나타내지 않았다 (표 50). 200 mesh 이하로 입자크기가 작은 보리가루로 제조한 보리국수는 면의 중량 및 함수율이 약간 증가하였는데 입자크기가 작은 보리가루는 전분의 함량이 상대적으로 많아 보리국수의 결합력이 다소 증진되었기 때문인 것으로 판단되어졌다. 보리는 Pin mill과 Cyclotec mill로 분쇄하여 보리가루로 제조할 경우 보리입자의 60% 이상이 200 mesh 체를 통과하여 입자크기가 75 μm 보다 작았으며, 작은 입자들은 표면적이 크기 때문에 보리가루의 수분흡수와 그밖의 다른 기능적 특성에 영향을 미치는 것으로 조사된 바 있다.

보리가루의 입자 크기별로 만들어진 보리국수의 색도는 입자가 작은 보리가루일 수록 색상이 밝게 나타나는 경향을 보였으며(표 51) 입자크기와 밀접한 관계를 나타내 주었다. 이는 보리가루의 입자가 미세하여 짐에 따라 색의 밝기를 나타내는 L값은 증가하고 a와 b값은 감소하여 보리가루의 입도와 밀접한 관계가 있다고 보고한 바와 일치하였다.

200 mesh 이하의 입자크기인 보리가루 획분으로 제조한 보리국수는 조리후 특성면에서 전반적으로 품질이 양호하였으나 국수의 hardness, gumminess, chewiness가 낮게 나타나 국수가 무르고 연한 것으로 측정되었다(표 52). 한편 -40 mesh ~ +100 mesh의 입자 크기가 크고 -100 mesh ~ +140 mesh의 중간크기 입자들로 제조한 보리면은 200 mesh 이하로 제조한 국수에 비해 단단하고 씹힘성이 높았다.

표 50. 보리가루 입자 크기별 국수제조시 조리후의 품질특성

	면의 중량 (g)	면의 부피 (ml)	함수율 (%)	국물의 탁도 (A ₆₇₅)	용출고형분 (%)
-40~+100 mesh	77.0	70	54.0	0.54	0.6
-100~+140 mesh	78.2	70	56.4	0.45	0.6
-200 mesh	79.2	70	58.4	0.40	0.6

표 51. 보리가루 입자 크기에 따라 제조한 국수의 색도

	L	a	b	ΔE
-40~+100 mesh	51.16	1.03	5.85	41.37
-100~+140 mesh	52.99	0.79	5.37	39.48
-200 mesh	54.26	0.27	4.97	38.16

표 52. 보리가루 입자 크기에 따라 제조한 국수의 텍스처 특성

	T.P.A Means ^a				
	hardness (g)	adhesiveness (g mm)	cohesivness	gumminess	chewiness (g)
40~100 mesh	1813	-56.9	0.464	844	748
100~140 mesh	1783	-67.4	0.460	821	716
-200 mesh	1375	-30.4	0.495	697	550

라. 보리 식이섬유 강화에 의한 제면적성

보리식이섬유를 강화하여 보리국수의 기능성을 증진시키고자 β -glucan이 농축된 보리가루 제조를 위한 도정 및 제분방법에 관한 연구결과를 토대로 농축 β -glucan 분획의 첨가량별 제면가공적성을 분석하였다. 보리를 적정도정율(70-75%)로 도정하여 다양한 입자 size의 체(100~325 mesh)를 사용하여 연속적으로 체질함으로써 β -glucan 함량을 원맥의 3배 정도로 농축한 획분을 사용하였다.

보리 β -glucan 농축획분을 20% 첨가할때까지 면의 중량, 면의 부피, 함수율, 국물의 탁도등 조리특성에 있어서 별 차이가 없었으나 30% 첨가시는 면의 중량, 면의 부피, 함수율이 감소하고 국물의 탁도가 증가하여 보리국수의 결착력이 떨어지는 것으로 나타났다 (표 53). 조리면의 텍스처를 측정한 결과(표 54)는 β -glucan의 농축획분의 양이 많아질수록 hardness가 증가하여 보리가루의 첨가량이 증가할때의 보리국수의 경우와 유사하였다. 보리국수의 adhesiveness, cohesiveness, gumminess, chewiness는 β -glucan 20%까지 증가하며 30%에서는 큰 변화없이 약간 감소하는 추세를 보였다.

β -glucan 농축 획분을 밀가루에 10, 20%, 30% 첨가한 결과 첨가량이 증가할수록 대조구인 100% 밀가루국수에 비해 색깔, 냄새, 맛에 있어 기호도가 떨어졌다 (표 55). 관능적인 조직감 평가에 있어서도 보리면의 견고성이 점차 증가하여 식감이 단단해져 품질이 다소 떨어지지만 β -glucan 농축 획분을 20% 첨가할때까지 100% 밀가루 국수와 품질면에서 크게 차이가 없는 것으로 평가되어 보리국수의 기능성(제면적성)과 영양성을 동시에 만족시킬 수 있는 것으로 사료되었다. 그러나 β -glucan 농축획분을 30%이상 첨가할때는 조리특성과 관통특성에서 품질이 얼마간 떨어지게 되나 보리의 영양적인 측면만을 고려할 때 보리식이섬유소의 강화에 의한 건강면 제조라는 매우 긍정적인 제면방법으로 평가되었다.

이는 β -glucan 농축 획분을 30% 첨가시 100% 보리가루를 사용하여 제조한 보리

면이 가지는 β -glucan 함량을 충족시킬 수 있어 보리의 영양생리학적 기능성을 충분히 살릴 수 있을 뿐 만 아니라 첨가제 사용에 의해 제면적성이 개선된다면 면의 품질이 100% 밀가루 국수와 크게 차이가 없는 보리국수의 제조가 가능할 것으로 여겨져 보리국수의 영양성과 기능성을 동시에 만족시킬 수 있는 고식이섬유 보리국수 제조기술인 것으로 사료되었다.

표 53. β -Glucan 농축획분의 첨가량별 국수제조시 조리후의 품질특성

	면의 중량 (g)	면의 부피 (ml)	함수율 (%)	국물의 탁도 (A ₆₇₅)	용출고형분 (%)
10% β -glucan	78.0	70	56	0.49	0.6
20%	78.1	70	56.2	0.46	0.5
30%	74.2	65	48.4	0.50	0.6

표 54. β -Glucan 농축획분의 첨가량별 보리국수의 텍스처 특성

	T. P. A Means ^a				
	hardness (g)	adhesiveness (g mm)	cohesivness	gumminess	chewiness (g)
β -glucan 10%	1891	-53.6	0.474	893	794
20%	1939	-66.1	0.461	899	822
30%	1973	-59.7	0.456	884	806

표 55. β -Glucan 농축획분의 첨가량별 보리국수의 관능검사 결과

	색깔	냄새	맛	조직감	종합적 기호도
10% β -glucan	8.0	7.7	7.3	6.3	7.0
20%	7.0	7.3	6.3	5.3	6.0
30%	5.7	6.0	5.3	4.0	4.7

3. 보리국수의 조직감 개선

보리가루의 첨가량이 증가함에 따른 보리면의 단단한 식감을 개선하기 위해 전분 관련물질(변성전분 포함), 활성글루텐, 천연검류등 각종 식품첨가물의 사용을 검토한 결과는 표 56~59와 같다. 옥수수 전분, 찰옥수수 전분, 감자 전분, 고구마 전분, 옥수수 초산전분등 전분류는 면의 중량, 함수율, 국물의 탁도를 약간 개선시켰다. 특히 감자 및 옥수수 초산 전분과 같은 변성전분을 사용할 경우 보리면에서 조리시 용출되어져 나오는 고형분의 함량이 높은 문제점을 일부 해결할 수 있었다. 활성글루텐의 첨가(5% 수준) 역시 보리면의 용출 고형분 함량을 저하시킬 수 있었으며 활성글루텐과 전분의 혼합사용이 용출고형분의 함량을 줄이는데 더 효과적인 것으로 나타났다. 활성 글루텐은 글루텐량을 보강하여 복합분을 강력화시키며 씹는 맛을 강하게 하기 위해 사용되는 경우에 사용된다.

옥수수 전분, 찰옥수수 전분, 감자 전분, 고구마 전분, 옥수수 초산전분, 감자 초산전분등 전분류를 보리가루 30%를 첨가한 복합분 중량의 10%를 첨가하였을 때 보리국수의 텍스처는 거친 조직감이 다소 향상되었다.

한편 Methylcellulose, Carboxy methylcellulose, Carrageenan, Agar, Xanthan gum 등 검류를 첨가(1% 수준)하였을 경우 보리국수 국물의 탁도와 용출 고형분 함량이 현저히 감소하였으나 보리면의 부착성을 다소 증가시키는 경향이 있는 것으로 나타났다. 결과적으로 적정수준의 전분류와 검류의 첨가는 보리국수의 식감에는 큰 영향을 주지 않지만 조리특성을 상당히 개선시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

표 56. 첨가물 사용에 의한 보리국수 제조시 조리후의 품질특성

	면의 중량 (g)	면의 부피 (ml)	함수율 (%)	국물의 탁도 (A ₆₇₅)	용출고형분 (%)
옥수수전분	80.4	70	60.8	0.42	0.6
찰옥수수전분	80.8	70	61.6	0.34	0.5
감자전분	81.9	75	63.8	0.39	0.7
고구마전분	79.7	70	59.4	0.40	0.8
옥수수 초산전분	83.3	70	66.6	0.26	0.5
감자 초산전분	82.4	70	64.8	0.27	0.5
Gluten	79.5	70	59.0	0.24	0.5
Gluten+옥수수전분	81.8	73	63.6	0.10	0.4

표 57. 첨가물 사용에 의한 보리국수 제조시 조리면의 텍스처 특성

T.P.A Means ^a					
	hardness (g)	adhesiveness (g mm)	cohesivness	gumminess	chewiness (g)
옥수수전분	1938	-47.0	0.473	899	821
찰옥수수	1684	-46.7	0.475	794	714
감자전분	1918	-43.8	0.462	877	768
고구마	1773	-42.7	0.465	800	703
초산전분(옥수수)	1817	-39.5	0.467	847	773
초산(감자)	1721	-41.3	0.475	819	717
gluten	1722	-36.2	0.470	809	736
gluten-옥수수전분	1993	-42.6	0.484	918	822

표 58. Gum 첨가 국수제조시 조리후의 품질특성

	면의 중량 (g)	면의 부피 (ml)	함수율 (%)	국물의 탁도 (A ₆₇₅)	용출고형분 (%)
Methylcellulose	84.0	75	68	0.18	0.6
Carrageenan	82.4	73	64.8	0.23	0.6
Agar	82.6	71	65.2	0.15	0.6
Xanthan	81.8	75	63.6	0.25	0.5
CMC	81.4	72	62.8	0.23	0.5

표 59. Gum 첨가 국수제조시 조리후의 텍스처 특성

T.P.A Means ^a					
	hardness (g)	adhesiveness (g mm)	cohesivness	gumminess	chewiness (g)
Agar	1977	-54.8	0.462	909	814
Xanthan	2214	-59.5	0.459	1027	893
Carrageenan	1992	-76.7	0.456	897	786
M.C	1768	-66.3	0.472	826	706
C.M.C	2147	-67.8	0.458	977	856

4. 보리생면의 shelf-life 개선

국수는 우리나라 밀가루 가공제품의 가장 주된 제품으로서 최근 이의 시장성이 확대되고 있다. 그러나 국수류의 저장수명에 대한 연구는 전무한 실정이므로 국수류의 저장성에 대한 연구는 생산자뿐 만 아니라 소비자의 보호측면에서도 반드시 이루어져야 할 과제라고 할 수 있다.

면류의 저장수명 예측과 관련된 품질평가 WL표로서는 관능적 인자(색깔, 냄새, 맛, 조직), 이화학적 인자(물성), 미생물학적 인자(세균수, 대장균군, 대장균, 황색포도상구균, 효모, 곰팡이) 및 조리특성 등이 사용될 수 있다.⁽¹²⁶⁾

미생물학적 평가로서는 현행 우리나라의 식품공전상에는 비살균제품의 경우 세균수 3×10^6 cfu/g, 주정침지 제품의 경우는 1×10^6 cfu/g 그리고 일반살균 제품의 경우는 1×10^5 cfu/g 으로 규격기준이 정해져 있다. 일본의 경우 위생, 품질관리 지도를 위한 위생규범⁽¹²⁷⁾에서 정하고(표 60) 있는 것을 보면 면류 제품에 대한 세

균억제 목표치를 세균수는 생면류의 경우 3×10^6 cfu/g 이하, 삶은 면류의 경우 1×10^5 cfu/g이하로 설정하고 있다. 또한 생면류의 경우 대장균 음성(100배 희석액 1ml 당), 황색포도상구균 음성(10배 희석액 0.1ml 당)으로 설정하고 있으며 삶은 면류에 대해서는 대장균군 음성(100배 희석액 1ml 당), 황색포도상구균 음성(10배 희석액 0.1ml 당)으로 설정하고 있다. 이는 면류의 주원료인 소맥분의 오염세균수 10^{3-5} cfu/g가 일반적이라는 측면에서 볼때 면류의 제조, 포장, 관리상 위생을 강조한 내용이라고 할 수 있다.

삶은 면류의 부패세균으로는 상온에서는 *Bacillus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Pseudomonas*인데 유산균, 곰팡이가 함께 발생한다.

표 60. 일본의 면류 위생규범에서 정한 제품의 세균억제 목표

제품종류	세균억제 목표치			
	세균수	대장균군	<i>E. coli</i>	황색포도상구균
생면류	3×10^6 cfu/g 이하	-	음성 (100배희석1ml×3)	음성 (10배희석0.1ml×2)
삶은면류	1×10^5 cfu/g이하	음성 (100배희석1ml× 2)	-	음성 (10배희석0.1ml×2)
조리면류 具등 (가열제)	1×10^5 cfu/g이하	-	음성 (100배희석1ml×3)	음성 (100배희석0.1ml×2)
조리면류 具등 (미가열)	3×10^6 cfu/g이하	-	-	-

이들 세균중에 *Bacillus*가 면류의 보존중 변패의 주 원인이라고 할 수 있다.⁽¹²⁸⁾ 또한 저온저장시에는 호냉균인 *Pseudomonas* 가 많이 존재한다.

현행 식품공전⁽¹²⁹⁾ 상에는 일반면류에 대한 권장유통기한을 설정하고 있으며, 이에 따르면 일반면류를 건조제품과 비건조제품으로 분류하고 비건조제품을 비살균제품과 살균제품으로 구분하고 비살균제품에 대해서만 실온과 냉장으로 구분하여 권장유통기한을 언급하고 있다.

그러나 현재 유통되고 있는 비건조 일반면류제품은 제조방법에 따라 비살균제품, 살균제품(고전적 열처리 방법), 주정 처리제품(주정의 직접첨가, 주정 침지) 및 산처리제품 등이 있으며 포장방법상으로도 완포장제품, 진공포장제품, 탈산소제첨가제품 등이 있다. 또한 계절에 따른 저장성이 상이할 수 있으므로 실온(식품공전상 1~35℃)으로 되어 있는 것을 보다 세분화와 냉동제품에 대한 고려가 필요하며 제품구분(우동, 칼국수, 쫄면, 냉면 등)에 따른 언급 필요성도 대두되고 있다.

식품의 제조시 알콜(주정)처리를 통하여 제품의 저장성을 향상시키려는 방법이 사용되고 있는데, 이 방법에는 제품에 알콜의 직접첨가방법, 알콜침지방법 및 알콜의 제품표면에 분무방법 등이 있다.⁽¹³⁰⁾ 이중 알콜의 직접첨가방법은 어육연제품, 면류, 김치류, 장류 등의 제품에 적용되고 제품의 알콜침지방법은 식육제품, 면류 등의 제품에 일반적으로 보편화되어 있는 방법이며 특히 이들 알콜처리방법은 제품을 가열할 수 없는 생면류, 냉면 및 쫄면과 같은 숙면류에도 많이 사용되고 있다.

알콜은 미생물에 대하여 살균 또는 정균효과를 나타낸다는 것은 오래전부터 알려져 왔으며 in vitro 상에서 식품과 관련된 미생물을 대상으로한 실험결과 4% 에탄올 농도에서는 세균과 효모 대부분이 증식되지만 곰팡이는 억제되고 8% 농도에서는 대부분의 미생물이 증식되지 않는다고 하였다(표 61).⁽¹³¹⁾ 또한 고농도 알콜의 살균효과는 일반적으로 50~70% 에탄올이 살균력이 가장 강하다고 알려져 있으며, 에탄올과 미생물을 20℃에서 5분간 접촉 실험한 결과 일부 *Bacillus* 속을 제외한 대부분의 병원균이 70% 에탄올에 의해 살균효과가 있었다는 보고가 있다(표 62).⁽¹³²⁾

소맥분에 대하여 물 32%와 에탄올을 가하여 생면을 만들고 간수 1.5%, 물 32%와

에탄올을 가한 생중화면을 가스차단성 필름에 넣어 20℃에서 보존성 실험을 한 결과 에탄올 2% 첨가시 그람음성 세균의 증식이 억제되었다고 하며, 삶은 국수의 경우 에탄올 1.5~2.0% 가하여 폴리에틸렌으로 포장하여 보존하면 유효하고 포장 후에 100℃에서 4분간 처리하면 0.5% 에탄올 첨가로도 우수하게 보존효과가 얻어진다고 한다(표63).

표 61. 저농도 에탄올 항균력

미생물명	발육저지율 (%)			MIC*(%)
	에탄올(%)	4	6	
<i>Micrococcus varians</i>				
<i>M. epidermidis</i>	32.4	55.9	100.0	8.0
<i>M. conglomeratus</i>	55.6	77.8	96.4	9.0
<i>M. flavus</i>	66.7	85.7	98.3	9.0
<i>M. freudenreichii</i>	12.0	60.0	100.0	8.0
<i>M. luteus</i>	21.4	28.6	53.6	11.0
<i>M. roseus</i>	18.9	59.5	94.6	10.0
<i>Staphylococcus aureus</i>	20.0	33.3	71.7	11.0
<i>Sarcina lutea</i>	47.7	84.1	97.0	9.0
<i>Brevibacterium ammoniagenes</i>	26.0	50.0	94.6	9.0
<i>Bacillus subtilis</i>	46.7	80.0	96.7	9.0
<i>B. cereus</i>	31.2	89.1	100.0	8.0
<i>B. megaterium</i>	41.7	81.7	100.0	8.0
<i>B. lichiniiformis</i>	51.8	67.9	100.0	8.0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	51.9	70.4	100.0	8.0
<i>Achromobacter parvulus</i>	20.7	36.2	84.5	9.0
<i>Alcaligenes faecalis</i>	78.7	93.3	100.0	7.0
<i>Flavobacterium</i>	16.7	88.9	100.0	7.0
<i>esteraromaticum</i>	25.7	65.7	100.0	8.0
<i>Proteus vulgaris</i>	65.4	100.0	100.0	5.0
<i>Serratia marcescens</i>	55.6	97.8	100.0	7.0
<i>Escherichia coli</i>	50.0	78.3	100.0	8.0
<i>Salmonella typhimurium</i>	48.0	72.0	100.0	7.0
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	15.4	30.8	38.5	11.0
<i>Leuconostoc citrovorum</i>	6.0	10.7	85.7	11.0
<i>Streptococcus faecalis</i>	11.8	16.4	69.1	10.0
<i>Lactobacillus plantarum</i>	4.1	18.4	87.8	11.0
<i>L. sake</i>	24.4	29.3	95.7	10.0

*MIC : 최저 생육저지 농도 (Minimum growth inhibitory concentration)

표 62. 고농도 에탄올의 각종 미생물에 대한 살균효과 (25℃, 5분간 접촉)

미 생 물 명	에 탄 올 농 도 (%)					
	80	70	60	50	40	30
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Micrococcus flavus</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Lactobacillus plantirum</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Bacillus cereus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Klebsiellapneumoniae</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Citrobacter freundii</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Erwinia carotovora</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-	+	+	+	+
<i>Candida utilis</i>	-	-	+	+	+	+

주) - : 살균, + : 미살균

표 63. 삶은 국수에 대한 에탄올의 항균효과 (초기 생균수 30 cfu/g)

첨가 에탄올 (%)	보 존 일 수 (30℃)		
	1일	2일	7일
0	2.0×10^8	2.2×10^8	3.0×10^8
0.1	2.1×10^8	2.0×10^8	
0.2	2.4×10^8	2.5×10^8	
0.4	2.8×10^7	5.7×10^7	2.0×10^7
1.0	7.6×10^4	8.3×10^5	6.5×10^8
1.5	<10	1.1×10^2	8.0×10^3
2.0	<10	<10	<10

따라서 본 연구에서는 비건조 국수류로서 비살균제품인 보리생칼국수에 대하여 저장 조건에 따라 저장성 및 안전성 연구를 행하여 생면제품의 저장수명 예측을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

가. 저장중 pH 변화

보리 생칼국수 제품을 25℃에 저장하면서 pH를 측정한 결과는 다음 표 64와같다.

표 64. 보리 생칼국수의 저장중 pH 변화 (25℃)

기간 \ 시료	시료1	시료2	시료3	시료4
초기치	5.98	6.03	5.74	6.03
저장 2일	5.85	6.0	5.71	6.01
저장 4일	5.72	5.96	5.69	6.00
저장 6일	5.74	5.91	5.65	5.94
저장 8일	5.60	5.86	5.59	5.90
저장 10일	5.52	5.81	5.55	5.83
저장 12일	5.27	5.71	5.59	5.84

비고 시료1 : 기존배합비로 제조한 보리생칼국수

시료2 : 기존배합비에 DF-100과 주정을 첨가하여 제조한 보리 생칼국수

시료3 : 기존배합비에 DF-100, 주정 및 구연산을 첨가하여 제조한 보리 생칼국수

시료4 : 기존배합비에 DF-100, 주정, 구연산 및 탈산소제를 첨가하여 제조한 보리생칼국수

즉, 기존의 배합비로 제조한 보리 생칼국수 제품인 시료 1의 초기 pH는 5.98이나 저장기간이 길어질수록 점차 감소하여 저장 14일때 pH 5.27을 나타냈다.

이에 비해 기존 배합비에 저장수명을 연장하기 위하여 DF-100, 주정, 구연산, 탈산소제 등을 첨가하여 제조한 시료 2, 시료 3, 시료 4의 보리생칼국수 제품의 pH 변화는 초기치 6.03, 5.74, 6.03에서 저장 14일때 5.71, 5.59, 5.84로 기존의 배합비로 제조한 보리생칼국수 제품인 시료 1에 비하여 pH의 감소가 낮은 것을 볼 수 있다.

pH는 미생물 증식과 관련이 있는데 저장중에 일부 미생물은 다양한 산과 gas를

발생하는 효소를 생성할 수 있으며 이는 시료내의 pH감소와 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 기존 배합비로 제조한 보리생칼국수 제품에 비해 DF-100, 주정, 구연산, 탈산소제를 첨가하여 제조한 시료 2, 시료 3, 시료 4의 보리생칼국수가 미생물로 인한 변패 및 이화학적 성분의 변화가 적은 것으로 사료된다. 이와함께 미생물의 증식속도와 pH의 변화가 상관관계가 있으므로 pH의 변화는 보리생칼국수의 품질지표로서 사용 가능한 것으로 판단된다.

보리 생칼국수 제품을 5℃에 저장하면서 pH를 측정한 결과는 다음 표 65와 같다.

표 65. 보리 생칼국수의 저장중 pH 변화 (5℃)

기간 \ 시료	시료1	시료2	시료3	시료4
초기치	5.98	6.03	5.74	6.03
저장 4일	5.98	6.03	5.74	6.03
저장 8일	5.91	5.97	5.67	5.96
저장 12일	5.93	5.97	5.72	6.01
저장 16일	5.90	5.98	5.72	5.96

즉, 5℃에서 저장한 보리생칼국수 제품들은 저장 16일경 까지 저장중 각 처리구에서 pH의 감소 폭이 25℃ 저장구보다는 낮았으나 기존 배합비로 제조한 시료 1의 보리생칼국수 pH는 시료 2, 시료 3, 시료 4의 pH 변화와 비교하여 25℃ 저장구와 유사한 경향으로 감소하였다.

나. 저장중 대장균수 및 총균수 변화

배합비가 다른 4종류의 보리 생칼국수 제품을 25℃에서 저장하면서 대장균수 및 총균수의 변화를 살펴본 결과는 다음 표 66과 같다.

표 66. 보리 생칼국수 저장 기간별 총균수 변화 (25℃)
(cfu/ml)

시료 기간	시료1	시료2	시료3	시료4	
초 기 치	1.8×10^2	1.2×10^2	4×10^2	1.2×10^2	
저장 2일	3.1×10^6	3×10^5	1.4×10^5	2×10^3	※시료1, 시료2, 시료3, 시료4 에서대장균 은 검출되지 않았음.
저장 4일	4.5×10^6	9×10^5	4.6×10^5	2.2×10^5	
저장 6일	1×10^7	1.9×10^6	9×10^5	4.7×10^5	
저장 8일	1.1×10^7	3.1×10^6	5.5×10^6	3.7×10^6	
저장 10일	1.7×10^7	6×10^6	8×10^6	5.8×10^6	
저장 12일	2.0×10^7	6.1×10^6	8.2×10^6	6.0×10^6	

기존 배합비로 제조한 시료 1의 초기 총균수는 1.8×10^2 cfu/ml 이었고 기존 배합비에 DF-100과 주정을 첨가한 시료 2의 초기 총균수는 1.8×10^2 cfu/ml 이었다. 또한 기존 배합비에 DF-100에 주정 및 구연산이 첨가된 시료 3의 초기 총균수는 4×10^2 cfu/ml, 시료 3의 배합비에 탈산소제가 첨가된 시료 4의 초기 총균수는 1.2×10^2 cfu/ml 이었다. 이로 볼 때 각 시료의 초기 총균수는 큰 차이가 없었으며 대장균수는 모든 시료에서 저장중 검출되지 않았다.

그러나 저장기간중 총균수는 기존 배합비로 제조한 시료 1의 경우 저장 2일만에 식품공전상의 생면 총균수 규격기준인 3×10^6 cfu/ml를 초과한 3.1×10^6 cfu/ml의 총

균수를 나타내어 25℃에서 저장할 경우 기존 제품인 보리생칼국수의 저장수명은 2일도 채 되지 못하는 것으로 나타났다.

그러나 기존배합비에 DF-100, 주정, 구연산, 탈산소제 등의 첨가제를 사용한 시료 2, 시료 3, 시료 4의 경우는 저장 6일때의 총균수가 각각 1.9×10^6 cfu/ml, 9×10^5 cfu/ml, 4.7×10^5 cfu/ml으로 식품공전상의 총균수 범위를 벗어나지 않아 저장수명이 6일은 가능할 것으로 사료된다.

이와함께 기존 배합비에 DF-100, 주정을 첨가하여 제조한 보리생칼국수인 시료 2와 DF-100, 주정, 구연산을 첨가한 시료 3 및 DF-100, 주정, 구연산, 탈산소제를 첨가한 시료 4 사이의 총균수 변화는 그다지 크지 않아 구연산 및 탈산소제의 첨가는 생칼국수 저장기간에 큰 영향은 미치지 않는 것으로 사료되며 보리생칼국수에 있어 미생물의 억제효과는 DF-100과 주정에 대부분 기인하는 것으로 판단된다.

보리 생칼국수를 5℃에 저장하면서 살펴본 총균수의 변화는 표 67과 같다.

표 67. 보리 생칼국수의 저장중 총균수 변화 (5℃)

		(cfu/ml)				
기간 \ 시료	시료1	시료2	시료3	시료4		
초 기 치	1.8×10^2	1.2×10^2	4×10^2	1.2×10^2	※시료1, 시료2, 시료3, 시료4에서 대장균은 검출되 지 않았음.	
저장 4일	1.4×10^3	1×10^3	6.7×10^4	6×10^3		
저장 8일	2.4×10^4	2×10^3	1×10^3	7×10^3		
저장 12일	1.2×10^7	2.4×10^4	1.9×10^4	5.3×10^3		
저장 16일	2.1×10^7	4.1×10^4	5.4×10^4	4.2×10^4		
저장 26일		5.1×10^4	5.7×10^4	5.1×10^4		
저장 36일		7.7×10^4	8.1×10^4	7.1×10^4		
저장 46일		1.1×10^5	4.1×10^5	4.1×10^5		
저장 56일		9.1×10^5	8.1×10^5	6.1×10^5		
저장 66일		6.1×10^6	5.1×10^6	3.1×10^6		

즉, 기존 배합비로 제조한 보리생칼국수인 시료 1의 경우 5℃에서 저장 8일 때 2.4×10^4 cfu/ml 이었고 저장 12일때 1.2×10^7 cfu/ml 으로 식품공전상의 총균수 규격기준을 초과하여 저장 수명이 12일이 안되는 것으로 나타났다. 반면 첨가제가 첨가된 시료 2, 시료 3 및 시료 4의 경우는 저장 56일때의 총균수가 9.1×10^5 cfu/ml, 8.1×10^5 cfu/ml, 6.1×10^5 cfu/ml으로 저장수명이 56일은 가능한 것으로 예측된다. 이러한 결과는 현재 생면의 저장기간이 탈산소제 첨가시 냉장상태에서

10일인 것을 고려할 때 저장수명을 획기적으로 연장시킬 수 있는 결과로 판단된다.

다. 조리후 품질특성

국수의 증량, 부피, 국물의 탁도, 국수의 함수율 및 고형분 함량 배합비를 달리한 보리 생칼국수의 조리후 품질특성을 비교한 결과는 표68과 같다.

표 68. 조리 후 국수의 증량, 부피, 함수율, 국물의 탁도 및 고형분 함량

내용 \ 시료	시료1	시료2	시료3
국수의 증량(g)	182.6	184.4	186.8
국수의 부피(ml)	165	168	168
조리국수면의 함수율(%)	82.6	84.4	86.8
고형분량(%)	1.1	0.84	0.8
국물의 탁도	0.559	0.520	0.605
※비 고	시료4의 경우 시료3과 동일한 배합비로 제조한 후 탈산소제만을 첨가한 처리구이고, 보리 생칼국수의 국수품질에 있어서는 동일함으로 시료4는 생략하였음.		

보리 생칼국수를 삶은후 국수의 증량과 부피 및 함수율을 측정한 결과는 기존 배합비로 제조한 시료 1에 비하여 첨가제를 첨가한 시료 2와 시료 3이 약간 증가하는 것을 알 수 있었다. 그리고 보리 생칼국수를 삶은 후 용출되어 나온 고형분의 함량도 시료1이 1.1%, 시료 2와 시료 3이 각각 0.84%, 0.80%로 기존의 보리생칼국수제품이 첨가제를 첨가한 생칼국수보다 삶을 때 용출되는 고형분 함량이 약간 높은 것을 볼 수 있다. 국물의 탁도도 시료1이 시료2와 시료3에 비하여 약간 높은 상

태로 국물의 상태가 조금 더 흐린 것을 알 수 있다. 이로 볼 때 보리생칼국수의 조리 후 품질특성은 기존의 보리생칼국수 제품이 조리 후 보리생칼국수에서 용출되어 나오는 고형분 양이 첨가제를 첨가한 보리 생칼국수 보다 약간 높은 것을 볼 수 있고 수분흡수량은 그 반대로 약간 낮은 것을 볼 수 있다.

보리 생칼국수를 조리한 후 스프의 첨가없이 국수만을 관능검사한 결과는 표 69 와 같다.

표 69. 보리 생칼국수의 관능검사

항목 \ 시료	시 료 1	시 료 2	시 료 3
색 깔	6.6 ^a	7.0 ^a	6.4 ^a
냄 새	6.4 ^a	6.0 ^a	6.2 ^a
맛	6.5 ^a	6.7 ^a	6.2 ^a
조 직 감	6.9 ^a	6.6 ^a	6.5 ^a
종합적기호도	6.7 ^a	6.8 ^a	6.5 ^a

^aMeans for each row with the same letter are not significantly different at P<0.05 level

즉, 기존 배합비에 DF-100과 주정을 첨가한 시료 2와 DF-100, 주정 및 구연산을 첨가한 시료 3에 대하여 기존 배합비로 제조한 보리생칼국수와 비교해 볼 때 색깔, 냄새, 맛, 조직감 및 종합적 기호도는 P<0.05% 에서 유의적 차이가 없었다. 이런 결과는 천연보존제인 DF-100이 지닌 쓴맛과 주정 첨가로 인한 주정취, 그리고 구연

산 첨가로 인한 신맛등이 기존 배합비로 제조한 보리생칼국수와 비교하여 관능적 차이가 없음을 나타내며 이는 기존의 보리생칼국수 제품에 본 시험에서 적용한 DF-100, 주정 및 구연산의 첨가량이 관능적으로 유의적 차이를 느낄수 없는 적정량을 사용한 것으로 판단된다.

제 4 절. 보리 식이섬유음료의 개발

1. 원료보리의 전처리 방법 검토

보리와 같은 곡류는 대부분이 전분, 단백질, 섬유질등 고분자성 화합물로 구성되어 있어 그대로의 상태로는 독특한 향미를 나타내지 않으므로 향미증진을 위해서는 일반적으로 볶음과 같은 가열처리가 필요하다. 그러나 200℃ 이상의 고온에서 볶음처리 하게되면 열처리가 과다하여 보리차와 같은 탄화취가 생성되기 쉬우므로 보다 온화한 조건에서도 고소하고 감미로운 향미를 발현시키기 위해서는 전구물질로서 아미노-카보닐 반응성이 큰 유리형태의 당류, 아미노산류가 필요하다.

이와같은 저분자량의 물질이 풍부한 재료로서는 보리를 발아시켜 자체에 함유된 분해효소의 작용으로 이들 전구물질이 생성된 맥아를 사용하거나 또는 비교적 저분자량의 당류, 아미노산류들이 풍부한 유숙기상태의 곡립이 대상으로 되어질 수 있을것으로 판단된다. 즉 미숙보리곡립의 경우 출수 36일경에는 곡립의 수분함량은 40% 선으로 높지만 베타-글루칸, 단백질, 전분질성 고분자화합물 등의 합성은 거의 완료된 상태이며 아직 유리형태의 당류등 저분자성물질 역시 풍부한 것으로 보고되어 있다.

본 시험에서는 특히 보리의 주된 기능성성분인 수용성 식이섬유인 베타-글루칸을 될 수 있는 한 많이 함유될 수 있는 음료의 제조에 주안점을 두었다. 따라서 곡류를 적당히 볶음처리하여 향미만을 증진시킨 다음 물과 함께 가열하여 물에 용출되어져 나오는 일부 가용성 성분만을 이용하는 방식의 음료, 즉 보리탄산음료와 같은 고형물의 함량이 극히 낮은 형태의 제품개발은 지양하고자 하였다. 이와같은 탄산음료의 경우 비록 청량음료로서의 개발가능성은 높지만 원료보리의 사용량이 대단히 낮기 때문에 식이섬유로서의 기능을 나타내기에는 어려우며 또한 원료의 사

용량이 적어 보리의 소비증대에는 한계가 있기 때문이다.

보리는 발아함에 따라 유근 및 유아의 현저한 신장을 나타낸다. 제맥아 공정중 발생하는 손실로서는 보리의 호흡에 의한 저장물질의 감소가 가장 크지만 그 다음은 유근과 유아에 의한 손실로 알려져 있으며⁽¹³³⁾ 이와같은 유근 및 유아의 신장도는 맥아의 품질을 판정하는 지표로 사용되기도 한다.

표 70은 발아시일별 맥아의 외형변화를 조사한 것으로서 시일이 경과함에 따라 유근, 유아 모두 점차 증가하지만 유아에 비해 유근의 신장도가 더 큰 것으로 나타났다. 한편 유근의 수는 발아 3일 이후 쌀보리의 경우 4.0~4.4개, 겉보리에서는 4.8~6.0개로서 쌀보리에 비해 겉보리의 것이 다소 많은 것으로 나타났다.

표 70. 발아(18℃)시일별 맥아의 외형변화

발아 일수	쌀 보 리						겉 보 리					
	수원 291			무 등			올 보 리			진 양		
	유근 갯수	유근 길이 (cm)	유아 길이 (cm)	유근 갯수	유근 길이 (cm)	유아 길이 (cm)	유근 갯수	유근 길이 (cm)	유아 길이 (cm)	유근 갯수	유근 길이 (cm)	유아 길이 (cm)
1	1.4	0.43	0.53	1.2	0.36	0.16	2.5	0.54	0.13	4.0	0.32	0.23
2	3.7	0.76	0.73	4.0	0.51	0.25	4.0	1.11	0.65	4.6	1.38	0.63
3	4.4	1.12	0.86	4.0	1.17	0.73	4.8	1.70	1.30	6.0	2.06	1.36
4	4.6	1.85	1.68	4.6	1.61	1.06	-	-	-	-	-	-

침맥은 보리를 물속에 침지시켜 발아에 필요한 수분을 공급하기 위해 필요한 공정으로서 일반적으로 보리의 수분이 45% 이상이면 과도한 대사작용을 일으켜 최종 맥아의 품질뿐 만 아니라 수율에도 나쁜 영향을 미치게 된다.^(134,135) 쌀보리와 겉

보리를 18℃의 물속에 침지시킨 경우 보리의 수분함량 변화를 조사한 결과는 표 71 과 같다. 각 품종 모두 침맥 15시간까지는 급격한 수분의 증가를 보였으나 그 이후 다소 완만해지는 경향을 나타내어 침맥중 보리의 수분함량 증가는 2 단계로 나누어진다는 보고⁽¹³⁶⁾와 같은 경향이였다.

한편 겉보리와 쌀보리 사이에는 다소의 차이가 있어 발아에 적합한 수분함량인 45% 정도에 도달하는데 쌀보리가 40~45시간 정도, 겉보리가 45~60 시간 정도되어 품종간의 차이가 큰 것으로 나타났다.

표 71. 침맥(18℃)시간별 보리의 수분함량 변화 (%)

시 간	쌀 보 리		겉 보 리	
	수원 291	무 등	올 보 리	진 양
0	12.2	11.6	12.6	13.2
5	26.7	28.3	28.4	25.8
15	39.6	36.6	32.8	31.2
20	40.8	37.5	36.7	33.9
25	42.4	39.7	40.1	35.9
30	43.7	40.6	41.3	37.4
40	47.6	43.4	42.1	43.8
45	49.8	44.4	42.7	45.2
50	50.2	45.8	43.8	47.8
60	-	-	44.9	48.0

발아시일별 가용성당 및 단백질의 함량을 측정한 결과는 표 72 및 73 과 같다. 원료보리의 유리당 함량은 1.64~2.02% 정도이었으나 발아시일이 경과함에 따라 점

차 증가하여 쌀보리 품종에서는 발아 3일후 3.56~3.93%이었고 걸보리에서는 3.90~4.15% 정도를 나타내었다. 가용성 단백질의 경우에도 유리당과 같이 발아시일이 경과함에 따라 점차 증가경향을 나타내었다.

성숙한 보리의 유리당으로서는 소량의 rhamnose, arabinose, mannose, glucose, fructose, maltose, sucrose, raffinose 및 1-kestose등이 존재하며 이중 sucrose 와 raffinose 및 1-kestose 등이 주종을 이루고 있다.⁽¹³⁷⁾ 보리는 발아함에 따라 amylase의 활동으로 전분을 가수분해하여 환원성당의 함량이 급격히 증가하게 된다는 것은 잘 알려진 사실이다.

단백질의 경우에는 보리의 발아중 호흡에 의한 손실은 없지만 보리 단백질의 25~30%정도가 발아중 protease등 효소작용에 의해 수용성 단백질 물질로 전환되는 것으로 알려져 있다.⁽¹³⁸⁾ 발아중 생성된 이들 가용성 당 및 가용성 단백질은 Maillard 반응이 풍부하여 맥아의 경우 낮은 열처리에 의해서도 쉽게 향미를 생성할 수 있게 된다.

표 72 . 발아중 가용성 당 함량변화

발아기간(일)	쌀 보 리		걸 보 리	
	수원 291	무 등	올 보 리	진 광
0	2.02	1.64	1.68	1.68
1	2.19	2.02	2.29	1.80
2	2.98	2.28	2.74	3.50
3	3.93	3.56	3.90	4.15
4	4.16	3.88	-	-

표 73. 발아중 가용성 단백질 함량변화

발아기간(일)	쌀 보 리		겉 보 리	
	수원 291	무 등	올 보 리	진 광
0	1.48	1.41	2.13	1.81
1	1.08	1.21	1.94	1.61
2	1.28	1.61	1.89	2.38
3	1.94	2.28	3.48	3.51
4	3.28	3.43	-	-

발아시일의 경과에 따른 보리의 베타-글루칸 함량을 측정된 결과는 표 74와 같다. 원료보리의 베타-글루칸 함량은 찰성인 수원 291호가 7% 정도로 가장 높고 1성인 진광 품종이 3.8%로 가장 낮았으나 발아시일이 경과함에 따라 각 품종 모두 지속적인 감소를 나타내어 발아 3~4일후에는 초기함량의 50% 선으로 감소되었다. 따라서 이와같은 베타-글루칸의 감소는 맥주양조공업에서는 여과상의 문제등으 바람직한 일이지만 본 시험에서와 같은 베타-글루칸을 강조할 수 있는 음료제조 원료로서는 바람직하지 않는 것으로 나타나 맥아의 경우에는 향미보강 등의 목적으로 보리에 일부 첨가 사용하는 방안이 적절할 것으로 판단되었다.

표 74. 발아중 베타-글루칸 함량

(%)

발아 기간 (일)	쌀 보 리				겉 보 리			
	수원 291		무 등		올 보 리		진 양	
	총	수용성	총	수용성	총	수용성	총	수용성
0	7.1		5.6		4.9		3.8	
1	5.8	3.6	5.1	2.6	4.5	2.5	4.0	2.2
2	5.4	2.7	4.9	2.4	4.1	2.1	3.5	1.9
3	4.5	2.4	4.0	1.8	2.9	1.9	2.1	1.3
4	3.9	1.9	2.5	1.4	-	-	-	-

2. 향미증진을 위한 적정 배소시험

완숙보리와 맥아 그리고 출수 31일경의 유숙기 상태의 보리곡립을 사용하여 180℃에서 3~12분간 볶음처리함에 의해 아미노-카보닐 반응을 촉진시켜 향미를 증진하고자 하였다. 각 처리구별 시료에 대한 관능평가(9점 척도법)를 실시한 결과 완숙보리는 7분정도의 볶음이 가장 좋은 것으로 나타났고 미숙보리(유숙기 상태)의 것은 5분 볶음이, 맥아의 경우에는 3분 볶음이 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 각 처리구별 더 이상의 볶음처리구에서는 탄화취가 발생하여 기호도가 떨어지는 경향이었다. 이와같은 결과는 곡립내 함유되어 있는 유리당의 함량이 완숙상태의 보리인 경우 건물량으로 1.6~2% 정도이지만 유숙기 상태의 보리일 경우 3%선이라는 보고⁽¹³⁷⁾로 미루어 볼 때 볶음온도가 일정할 경우 볶음시간은 짧아지게 되는 당연한 결과로 생각된다.

한편 최적볶음상태의 시료를 대상으로 이들의 향기성분을 dynamic headspace법에 따라 Purge & Trap system을 사용하여 향기성분을 포집하고 포집된 향기성분을 GC를 사용하여 분리한 결과는 그림 9와 같다. 그림에서 보는바와 같이 당연한 사실이기는 하지만 볶음처리 하지 않은 경우에는 특징적인 향기성분의 분리피크가 거의 나타나지 않았으나 볶음처리 함에 의해 여러 가지 새로운 향기성분들이 다수 생성됨을 알 수 있다. 또한 볶음원료에 따라 각 생성된 향기성분들에는 각각 서로 다른 분리양상을 나타내었는데 이는 원료에 함유된 전구물질의 양적, 질적인 차이에 의한 결과라 생각된다.

본 시험의 결과 분리된 피크 모두에 대해 확인을 하지는 못하였으나 분리된 성분중 pyrazine류 9종, ketone류 1종, furan류 3종, sulfide함유 화합물 3종 및 기타 9종등 32종의 화합물에 대해서는 GC/MS를 사용하여 확인하였으며 이들 화합물의 상대적인 양적관계를 정리한 결과는 표 75와 같다.

본 시험의 결과에서도 곡류의 볶음처리에 의해 발견되는 고소하고 감미로운 향기성분들로 잘 알려진 pyrazine화합물이 주종을 이루고 있으며 sulfide화합물류도 검출되었으나 미확인된 성분들중에서도 양적으로 좋은점이 인정되는 다수의 피크에 대해서는 향후 확인되어질 필요성이 있는 것으로 생각된다.

특히 유리성분이 풍부한 맥아 및 미숙보리의 경우에는 예상되는 바와같이 완속보리에 비해 분리성분의 수 및 상대적인 함량이 더 많은 것으로 나타나 서로 다른 향기성분의 양상을 보이므로 이들을 적절히 이용하게 되면 각각 특징적인 향기를 발현하는 음료의 제조도 가능 할 것으로 생각된다.

한편 최적볶음상태의 시료를 대상으로 이들의 향기성분을 dynamic headspace법에 따라 Purge & Trap system을 사용하여 향기성분을 포집하고 포집된 향기성분을 GC를 사용하여 분리한 결과는 그림 9와 같다. 그림에서 보는바와 같이 당연한 사실이기는 하지만 볶음처리 하지 않은 경우에는 특징적인 향기성분의 분리피크가 거의 나타나지 않았으나 볶음처리 함에 의해 여러 가지 새로운 향기성분들이 다수 생성됨을 알 수 있다. 또한 볶음원료에 따라 각 생성된 향기성분들에는 각각 서로 다른 분리양상을 나타내었는데 이는 원료에 함유된 전구물질의 양적, 질적인 차이에 의한 결과라 생각된다.

본 시험의 결과 분리된 피크 모두에 대해 확인을 하지는 못하였으나 분리된 성분중 pyrazine류 9종, ketone류 1종, furan류 3종, sulfide함유 화합물 3종 및 기타 9종등 32종의 화합물에 대해서는 GC/MS를 사용하여 확인하였으며 이들 화합물의 상대적인 양적관계를 정리한 결과는 표 75와 같다.

본 시험의 결과에서도 곡류의 볶음처리에 의해 발현되는 고소하고 감미로운 향기성분들로 잘 알려진 pyrazine화합물이 주종을 이루고 있으며 sulfide화합물류도 검출되었으나 미확인된 성분들중에서도 양적으로 좋은점이 인정되는 다수의 피크에 대해서는 향후 확인되어질 필요성이 있는 것으로 생각된다.

특히 유리성분이 풍부한 맥아 및 미숙보리의 경우에는 예상되는 바와같이 완숙보리에 비해 분리성분의 수 및 상대적인 함량이 더 많은 것으로 나타나 서로 다른 향기성분의 양상을 보이므로 이들을 적절히 이용하게 되면 각각 특징적인 향기를 발현하는 음료의 제조도 가능 할 것으로 생각된다.

표 75. 보리, 맥아 및 미숙보리곡립의 볶음처리에 따른 향기성분변화

(area/10,000)

RT	Compounds	Raw barley	Roasted		
			barley	malt	immature barley
8.939	unknown	-	-	114.8	-
9.359	unknown	-	67.2	36.5	12.7
10.193	unknown	-	72.6	832.0	202.7
10.697	2-methyl propanol	-	4.3	14.2	6.8
12.619	unknown	-	43.4	1239.6	48.1
12.990	2-ethyl furan	-	52.5	806.4	123.9
15.126	2,5-dimethyl furan	-	-	4.6	5.1
16.535	dimethyl disulfide	-	6.3	7.3	13.0
17.851	1-H-pyrrole	-	8.5	t	12.1
18.603	3-methyl thiophene	0.9	1.5	1.4	1.0
20.845	unknown	9.1	4.4	33.0	13.8
21.516	Hexanal	-	1.7	t	5.2
22.130	1-ethyl-1H-pyrrole	-	-	-	1.2
22.907	methyl pyrazine	-	102.2	t	233.7
23.692	2-furan carboxaldehyde	-	25.5	51.8	10.6
25.927	1,2-dimethyl benzene	-	3.1	t	14.5
29.178	2-heptanone	1.2	2.4	1.2	2.7
30.832	heptanal	-	-	-	0.8
31.280	2,6-dimethyl pyrazine	-	116.0	4.9	235.2
31.601	2,3-dimethyl pyrazine	-	24.3	t	46.7
32.053	ethyl pyrazine	-	7.1	t	23.2
35.950	benzaldehyde	-	-	1.2	1.3
36.466	dimethyl trisulfide	-	2.1	t	2.0
38.495	2-pentyl furan	-	-	2.3	1.3
40.380	2-ethyl-6-methyl pyrazine	-	10.2	t	62.0
41.060	2-ethyl-5-methyl pyrazine	-	6.1	t	49.3
45.446	benzene acetaldehyde	-	3.1	70.3	1.4
49.235	3-ethyl-2,5-dimethyl pyrazine	-	21.1	2.5	67.9
57.664	3,5-diethyl-2-methyl pyrazine	-	1.8	t	5.7
62.443	2,5-dimethyl-3-methyl pyrazine	-	1.0	t	1.7

3. 추출조건 검토

베타-글루칸 함유음료의 제조를 위한 원료로서는 70% 정도 도정한 쌀보리를 대상으로하여 다음과 같은 4가지 공정(그림 10)에 따라 음료를 제조한 뒤 고형분 함량, 베타-글루칸의 추출정도, 색도 등을 조사하였으며 결과는 표 76과 같다.

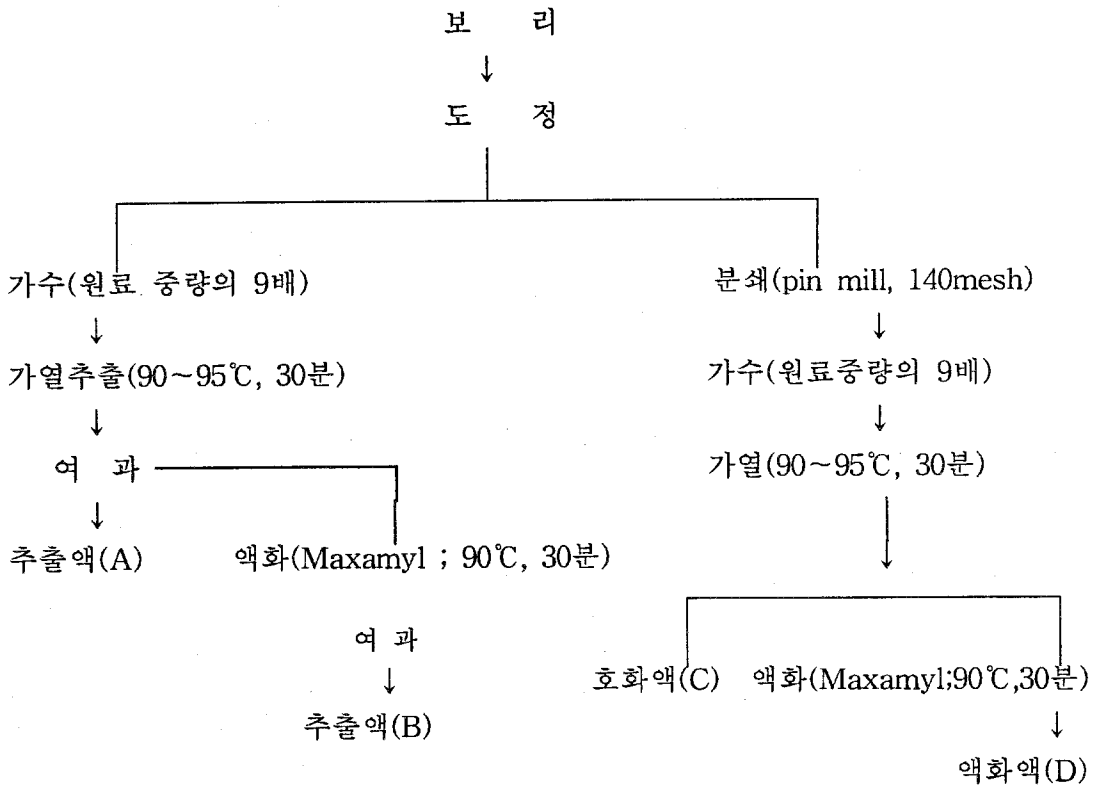


그림 10. 베타-글루칸 추출을 위한 공정

처리구별 음료의 Brix와 고형분함량에 있어서는 분쇄하지않은 보리쌀을 열수로 추출할 경우 추출되는 고형분의 양이 1%내외로 대단히 낮고 베타-글루칸함량 역시 162-246 mg/L정도에 불과하여 A 및 B처리구는 베타-글루칸을 강조할 수 있는 보리 음료용 제조공정으로서 바람직하지 못한 것으로 나타났다. 반면 분쇄한 분말을 사용하여 호화시키고나서 그대로의 상태 또는 액화효소로 처리하여 얻은 C 및 D처리구의 경우에는 베타-글루칸의 함량은 원료보리의 수준으로 남아있게 되지만 음료로서 이용하기 위해서는 입안에서의 감촉이 중요하며 특히 분말에 물을 가하여 호화시킨 C처리구의 것은 음료라기 보다는 겔상에 가까운 반유동성의 물성을 나타내었고 이에 대한 관능평가를 실시한 결과 액화효소를 사용하여 호화전분의 network를 절단시켜 점도를 저하시킨 액화처리구(D공정)의 것이 가장 좋은 것으로 나타났다.

표 76. 처리구별 음료의 고형분, 베타-글루칸 함량 및 색도

처리구	Brix	고형분(%)	베타-글루칸 (mg/L)	색 도		
				L	a	b
A	0.6	0.8	162	17.92	1.65	4.86
B	1.1	1.2	247	19.21	1.41	4.01
C	3.0	9.3	4,500	2.18	1.52	1.39
D	8.8	9.3	5,400	2.31	1.43	1.45

또한 각 처리구별로 조제한 음료의 색깔을 색도계로 측정한 결과 색의 밝기를 나타내는 L값 및 황색도를 나타내는 b값은 액화효소를 사용함에 의해 다소 증가하였으나 그 차이는 그다지 크지 않았다.

한편 액화효소처리구(D공정)로 조제한 반응액에 단백분해효소로서 Maxazyme(Gist-brocades사)과 당화효소로서 Mycolase(Gist-brocades사)를 추가로 처리하여 얻은 반응물의 경우에는 감미도의 증가와 동시에 단백질의 가수분해에 의해 생성된 아미노산류들의 맛이 혼합된 덜적지근한 풍미를 강하게 나타내어 음료용 베이스 물질로서는 바람직하지 않은 것으로 나타났다.

일반적으로 전분질이 주성분으로 이루어진 보리와 같은 곡류의 경우 물과 함께 가열하면 수화·호화를 일으켜 전분의 결정구조는 파괴되고 가수량에 따라 겔상 또는 점성을 갖는 풀의 형태로 변화된다. 그러나 호화액을 저온에서 장시간 방치할 경우 시간이 경과함에 따라 풀어져있던 전분구조는 분자간 또는 분자내 수소결합에 의해 결정형을 회복하게 되며 따라서 전분분자내 함유되어있던 물분자를 방출하게 되고 심한 경우에는 이수현상도 동반하는 노화전분으로 변하게 되어 전분질식품의 용도에 큰 장애요인이 된다.

대부분의 전분은 직쇄상구조를 갖는 아밀로오스와 분지상구조를 취하는 아밀로펙틴으로 구성되어있고 아밀로오스의 함량은 대략 18-25%정도로 있다. 전분호화액내에서 아밀로오스는 직쇄상의 구조때문에 아밀로펙틴에 비해 노화되기가 쉽다. 노화의 정도는 사슬길이와 밀접한 관련이 있어 일반적으로 사슬의 길이가 100정도일 때 노화속도는 최대로 되는 것으로 알려져있다.⁽¹³⁹⁾ 노화를 일으킬 수 있는 최소단위의 사슬길이는 중합도가 8-9정도이므로 호화전분 또는 전분분해물로 부터 노화를 방지하기 위해서는 전분을 구성하고있는 긴 사슬을 올리고형태의 단위로 절단시키게되면 달성될 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 본 시험에서 사용한 액화효소인 Maxamy1의 경우 효소액에서 유래되는 특유의 냄새가 너무 강하여 액화후의 반응액에 있어서도 관능적으로 나쁜 영향을 미치는 것으로 나타나 음료제조를 위한 효소로서는 부적합한 것으로 판단되었다. 따라서 효소반응시간은 Maxamy1보다 보다 장시간을 필요로 하지만 효소유래의 특이한

냄새를 나타내지않는 내열성 α -amylase인 전분액화효소 BATS를 사용하여 이후의 음료제조시험에 이용하였다.

4. 반응시간별 유리당의 변화

액화효소로서 BATS 그리고 당화효소로서 Mycolase를 사용하여 그림 10의 D공정에 따라 반응액을 조제한 뒤 이들 반응액의 유리당함량을 측정한 결과는 표 77과 같다. 미반응 보리분말분산액의 유리당함량은 1.88mg/ml 정도이었으나 효소를 처리하여 반응시간이 경과함에 따라 그 함량은 급격히 증가하여 반응 1시간에 18.06mg/ml를 나타낸뒤 더 이상의 큰 증가는 나타내지 않았다. 한편 4시간 액화처리한 반응액에 당화효소로서 Mycolase를 첨가한 뒤 반응시간의 경과에 따른 유리당의 변화를 조사한 결과에 있어서는 반응시간이 길어짐에 따라 지속적으로 당의 증가경향은 보이지만 2시간 이후에는 더 이상의 큰 증가를 나타내지 않았다.

따라서 본 시험에서와 같은 type의 전분분해효소를 이용한 보리의 액화 및 당화 처리시에는 액화 및 당화처리시간은 각각 90분 정도가 적절할 것으로 판단되었다.

표 77. 효소처리 시간별 반응액의 유리당함량 변화

반응시간(분)	사 용 효 소	
	BATS	Mycolase
0	1.88	18.63
30	17.35	20.04
60	18.06	20.87
120	18.74	21.21
180	18.77	21.21
240	18.63	21.33

5. 적정가수량 설정시험

메성인 쌀보리를 분말화하여 물과의 혼합비를 1:4, 1:6, 1:9, 1:12로하여 액화 처리한 것, 그리고 1:9 배합비에 대한 당화, 찰보리 분말을 1:9로하여 액화한 각각의 처리구에 대한 보리음료제조를 위한 적정 점도를 관능검사해 본 결과는 표 78과 같다.

표 78. 보리분말 배합비별 점도에 대한 관능검사(1)

관능특성	A	B	C	D	E	F
점 도	6.6b	6.4b	5.3c	6.8b	8.2a	6.1b

* 같은 문자끼리는 유의성이 없음($P < 0.05$)

* A-보리분말:물=1:6, B-보리분말:물=1:9, C-당화, D-Waxy, E-보리분말:물=1:4
F-보리분말:물=1:12

* 관능평점 : 1점(매우묽다)~5점(적당하다)~9점(점성이 매우높다)

표 78에서 쌀보리분말을 물과 1:9로 혼합 후 액화 및 당화 처리한 C번이 유의성이 있는 가장 적당한 점도를 보여주었다. 이어서 F번 1:12, B번 1:9, A번 1:6, D번 찰보리의 순으로 6.1~6.8점 범위로 점도가 약간 강하게 나타났으며 이들 4 처리구는 유의성이 없었다. 찰보리의 점성이 쌀보리 처리구보다 높게 나타난 것은 찰보리의 β -glucan 함량이 쌀보리보다 더 높은 때문인 것으로 사료된다. E 번의 1:4 비율 처리구는 8.2점으로 점도가 너무 강하여 음료제조용 물성으로는 적합하지 않다고 사료되었다. 따라서 본 실험의 결과 쌀보리 분말과 물의 배합비는 1:9정도가 적합한 것으로 본다.

이 처리구들을 점도계를 이용하여 점도를 측정해 본 결과 점조도 지수와 유동성

지수가 각각 A는 1.22, 0.56, B는 1.63, 0.40, C는 0.07, 0.81, D는 1.04, 0.47, E는 3.95, 0.44로 모두 의가소성(pseudoplastic) 성질을 띄는 유체특성을 나타내었으며 점도 역시 A, B, D는 1.04~1.63 정도로 큰 차이가 없었으며 E번은 3.95로 매우 강한 점도를 나타내었으며 D는 0.07로 상당히 낮게 나타나 관능검사 결과와 일치하는 경향이였다.

베타-글루칸의 함량이 각기 다른 무등쌀보리, 찰성인 수원 291 및 연속적인 체질에 의해 베타-글루칸 함량을 원료 보리의 3배 정도로 높은 농축획분을 이용하여 가수량을 9배로 한 다음 호화, 액화시켜 얻은 반응액에 대해 관능검사 및 Hakke viscometer를 사용하여 점도 특성을 조사한 결과는 그림 11 및 표 79와 같다.

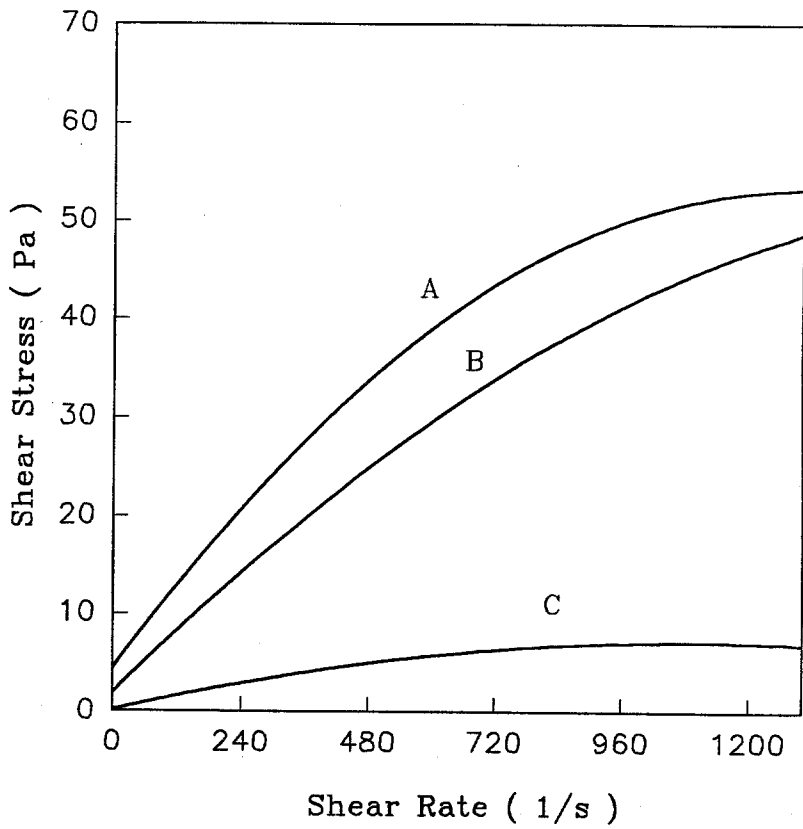


그림 11. 베타-글루칸 함량별 반응액의 점도 특성
(A : 농축획분, B : 수원 291, C : 무등)

각 처리구 모두 그림11에서 보는 바와 같이 전단속도가 증가할수록 전단응력이 비례적으로 증가하였고 전단속도 증가에 따른 전단응력의 증가비율은 농축획분 > 수원 291 > 무등의 순이었다. Hakke software support version 1.2를 이용하여 리올리 지 특성값을 분석한 결과 각 처리구 모두 상관계수 0.99~1.0으로 Power law model 에 잘 적용되었으며 점성을 나타내는 상수인 점조도지수(consistency index)는 각각 0.04, 0.40 및 1.14로 농축획분 A 의 점도가 가장 높게 나타났다. 또한 뉴턴성 유체성질에서 벗어나는 정도를 나타내는 상수인 유동성지수(flow behavior index)는 각각 0.77, 0.70 및 0.57로 나타나 농축획분의 것이 뉴턴성 유체성질에서 가장 많이 벗어난 의가소성 유체의 흐름특성을 지니고 있음을 알 수 있다.

한편 베타-글루칸 농축획분 분말의 경우 외견상 일반적인 보리분말에 비해 거칠 게 나타났으며 이는 획분에 섬유질의 혼입량이 많을 뿐 아니라 전분함량이 상대적으로 낮아지게 된 때문이라 생각된다.

표 79. 보리분말 배합비별 점도에 대한 관능검사(2)

관능특성	A	B	C
점 도	7.0 ^a	7.8 ^a	4.9 ^b

* 같은 문자끼리는 유의성 없음(P < 0.05)

* A: 농축획분, B: 찰보리(수원 291호)분말:물=1:9, C: 찰보리분말:물=1:9

이상의 결과로 미루어 볼 때 보리음료의 저장안정성을 위해서는 전분의 직쇄상 chain을 일정크기 이하로 절단함에 의해 노화를 억제시키는 방법이 유효하며 본 시험에서와 같이 chain의 절단에 따라 점도 저하는 현저히 일어나지만 보리의 경우에는 점성을 나타내는 다른 성분으로서 베타-글루칸이 다량 존재하므로 전분 chain의

절단후에도 반응액은 상당한 수준의 점도를 나타내게 되며 이와같은 경향은 베타-글루칸 함량이 높은 수원 291이 무등쌀보리 보다 더욱 높고 특히 베타-글루칸의 함량을 높인 농축획분(전분의 함량은 상대적으로 낮음)에서 가장 높은 점도를 보였다.

따라서 음료제조를 위해서는 목적으로 하는 제품의 유형에 따라 원료보리의 베타-글루칸함량을 조절, 사용해야 할 필요성이 있는 것으로 판단되었다.

표 79에서 쌀보리 분말과 물을 1:9로 배합한 C 번이 4.9점으로 음료용으로 가장 적합한 점도를 나타내었으며 농축획분과 찰보리 처리구인 B번과 C번은 매우 강한 점도를 나타내어 적합하지 않았다. B번과 C번의 점도는 유의성은 없었지만 C번이 B번보다 높게 나타났다. 이것은 C 번의 찰보리에서 용출된 β -glucan의 점성이 관능적으로도 점성이 더 높게 느껴짐으로서 나타난 현상으로 추정된다.

한편 시중에서 판매되고 있는 미숫가루 캔음료 제품 3종에 대하여 점도와 기호도를 조사한 결과는 표 80과 같다.

표 80. 미숫가루 캔음료 제품의 점도와 기호도

관능특성	A사	B사	C사
점 도	6.1a	3.4b	6.6a
종합적기호도	6.6a	4.3b	5.9a

* 같은 문자끼리는 유의성 없음(P < 0.05)

* 점도는 9점 평점법

1점 (점성이 너무 약하다)~5점(적당하다)~9점(점성이 너무 강하다)

* 종합적기호도는 9점 평점법

1점(아주나쁘다)~5점(보통이다)~9점(아주좋다)

표 80에서 시중 미숫가루 음료제품 3종중에서 마시기에 가장 적합한 점도를 나타낸 제품은 A>B>C 사의 순으로 A사 제품은 약간 강하고, B사 제품은 좀 약한 정도이며 C사는 상당히 강하게 평가 되었으며 A사와 B사 제품간에는 유의적인 차이는 없었으나 A사 제품이 “적당하다”는 5점에 좀더 근접하게 나타났다.

이들 제품들에 대하여 점도를 측정해본 결과 A,B,C사 제품의 각각에 대한 유동성지수와 점조도 지수는 A사 0.63, 0.09, B사 0.72, 0.01, C사 0.52, 0.19로서 모두 의가소성 유동특성을 나타내었으며 점조도 지수도 0.01~0.19의 범위로 C>A>B사의 순서로 점도가 높았다.

6. 기호성 증진 시험

쌀보리 분말과 물을 1:9로 배합한 보리원액에 기호성을 증진시키기 위하여 탈지분유, 고과당, 사과과즙, 구연산을 첨가하여 관능검사를 실시한 결과는 표 81과 같다.

표 81. 보리음료 배합비별 관능검사

시료번호 항 목	101	205	303
색 깔	6.0 ^a	5.1 ^b	5.1 ^b
향	5.1 ^a	5.5 ^b	5.5 ^b
맛	5.1 ^a	6.8 ^b	6.4 ^b
종합적기호도	4.9 ^a	6.7 ^b	6.3 ^b

* 같은 문자끼리는 유의성이 없음 ($P < 0.05$)

* 관능평점 : 1점(아주나쁘다)~5점(보통이다)~9점(아주 좋다)

* 시료번호 : 101 : 쌀보리 혼합액 400g, 고과당 20g, 구연산 0.2g

205 : 쌀보리 혼합액 400g, 탈지분유 10g, 고과당 41g

303 : 쌀보리 혼합액 400g, 탈지분유 10g, 사과과즙 20g,
고과당 43g

표 81의 결과 색깔은 101번의 쌀보리 원액에 고과당만 첨가한 처리구가 비교적 좋았다. 탈지분유를 첨가한 나머지 두처리구는 약간 뿌연 회색을 나타내어 기호성이 보통을 유지하였다.

향은 세처리구 모두 5.1~5.5점 범위의 보통으로 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다.

맛은 101번이 5.1점인데 비하여 205번과 303번은 각각 6.8점과 6.4점으로 탈지분유를 첨가한 처리구가 비교적 좋게 나타났다. 그중 205번이 6.8점으로 101번과 유의성 있는 차이를 보여주면서 가장 좋은 기호성을 나타내었다.

종합적기호도는 101번은 4.9점으로 보통이하의 점수를 나타내었으며 다음으로 205번과 303번은 각각 6.7점, 6.3점으로 비교적 양호한 점수를 나타내었다. 즉, 쌀

보리 혼합액만 사용한 처리구보다는 탈지분유를 혼합한 처리구가 색깔은 보통의 수준이었지만 맛에서 더 좋은 기호성을 나타내었다.

한편 앞에서 가장 좋은 점수를 보여준 205번을 선택하여 단맛을 개선하기 위하여 고과당 대신에 당도를 설탕으로 12°Bx, 13°Bx, 14°Bx로 조정하여 음료를 제조 후 관능검사를 실시한 결과는 표 82와 같다.

표 82. 보리음료 당도별 관능검사

시료번호 항 목	257	365	957
색	5.9 ^a	5.5 ^{ab}	5.1 ^b
향	6.5 ^a	6.4 ^b	6.3 ^a
맛	7.4 ^a	6.3 ^{ab}	5.6 ^b
종합적기호도	7.3 ^a	6.9 ^{bb}	5.9 ^b

* 같은 문자끼리는 유의성 없음(P < 0.05)

* 시료번호: 257번 : 12°Bx, 365번 : 13°Bx, 957번 : 14°Bx,

표 82의 결과 색깔은 전반적으로 보통 정도 수준으로 당함량이 높아질수록 좋지 않게 나타났다. 향은 분유가 첨가됨으로서 약간 좋게 나타났으며 세처리구 모두 당함량에 따른 차이는 거의 없었다. 맛은 당도가 증가할수록 점수가 낮게 나타났으며 12°Bx의 257번 처리구가 7.4점으로 상당히 좋게 나타났으며 13°Bx인 365번 처리구는 6.3점으로 비교적 좋게 나타나지만 12°Bx에 비하여 약간 낮게 나타났다. 957번 처리구는 당도 14°Bx로서 상당히 달게 느껴짐으로서 점수가 보통정도의 수준을 나타내었다. 따라서 종합적기호도에 있어서도 주로 당도에 의존하는 경향으로서

당도가 높을수록 기호도가 떨어짐을 알 수 있었으며 12°Bx > 13°Bx > 14°Bx의 순으로 12°Bx인 257번 처리구가 7.3점으로 가장 좋게 나타났으며 13°Bx는 6.9점으로 12°Bx와 유의적인 차이는 없었다. 14°Bx인 957번 처리구는 5.9점으로 보통정도로 약간 단맛이 강한 것으로 나타났다.

따라서 대부분의 음료에서도 그렇듯이 단맛이 기호성 평가에 매우 중요한 요소로서 너무 달지 않도록 적정 당도를 정확히 조절할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

7. 살균조건 설정시험

그림 12와 같은 공정에 따라 음료를 제조하여 주스 200g관에 190g을 충전하여 고압솥(autoclave) (비전상사, 한국)에 넣고 캔음료의 냉점(cold point)에 온도센서 probe(thermocouple)를 부착하여 온도와 Fo치를 동시에 측정할 수 있는 장치(CMC 821 Temperature microprocessor, ellab, Denmark)를 사용하여 적정 살균조건을 구명한 결과는 그림 13과 같다.

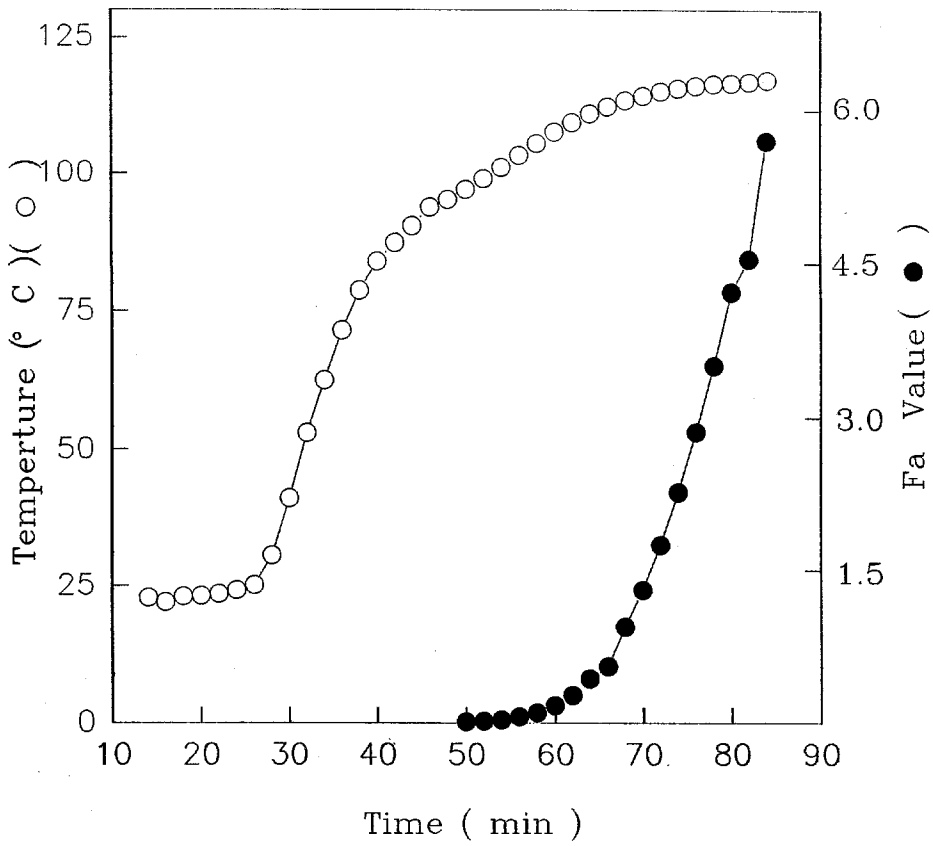


그림 13. 보리음료의 레토르트 살균중 Fo치 변화

그림 13에서 autoclave 속에 시료를 넣고 솥내부의 온도를 121℃에 고정된 후 13분 후에 시료의 초기 온도는 24℃로서 25분 정도까지 서서히 증가하다가 30분 이후 부터 솥내부 압력과 온도가 증가되면서 캔 내부의 열전달도 급속히 진행되어 50분 후에는 97℃를 나타내면서 Fo 값이 나타나기 시작하였으며 69분에는 캔내부 온도가 113.8℃로 Fo 값이 1.11로서 이후부터 온도는 서서히 증가하고 Fo값은 급속히 증가하여 80분에 캔내부 온도 116.6℃로 Fo값이 4.22를 나타내었다. 일반적으로 캔제품의 살균은 Fo값이 4.0이 되는 점을 적정 살균조건으로 간주하나 상업적으로 좀더 안전한 살균을 달성 하기 위하여 과도한 살균으로 Fo 값이 5~6 이상까지 살균하기도 한다.

본 제품의 경우 고형물 함량이 높아 비교적 열전달 속도가 느린 편으로 제품의 초기온도가 24℃ 정도 되었을 때 적정 살균시간은 80분으로 나타났으나 살균시간을 줄이기 위해서는 통조림시 가열된 상태에서 충전, 탈기, 밀봉하여 바로 고압살균을 한다면 살균시간을 더욱 더 줄일 수 있다고 본다. 즉 본 실험에서는 온도상승시간 (come-up time)이 너무 길었기 때문에 살균시간도 길어진 것으로 사료된다.

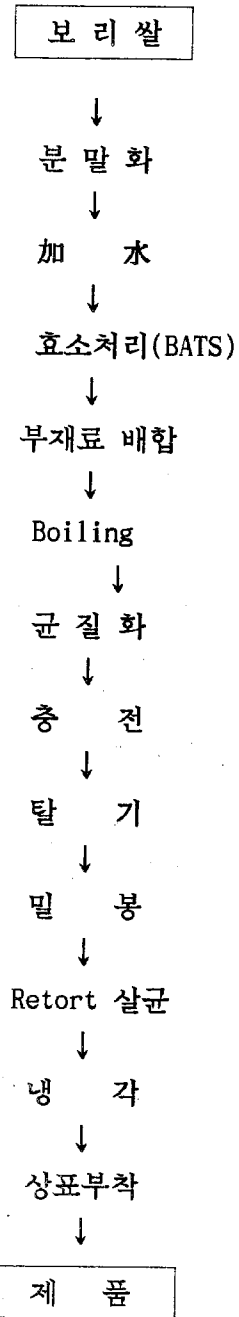


그림 12. 보리음료 제조 공정도

참고문헌

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 $(1\rightarrow), (1\rightarrow 4)$ - 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. Yamazaki, W.T.: An alkaline water retention capacity test for the evaluation of cookie baking potentialities of soft winter wheat flours. Cereal Chem., 30, 242 (1953)
14. Aman, P. and Graham, H.: Analysis of total and insoluble mixed-linked $(1\rightarrow 3), (1\rightarrow 4)$ - β -glucans in barley and oats. J. Agric. Food Chem. 35, 704 (1987)
15. 이경혜, 김형수 : 쌀가루와 밀가루 복합분의 제면성 시험. 한국식품과학회지, 13(1), 6(1981)
16. 신동빈 : 착즙조건 및 건조방법에 따른 마늘분말의 향미성분 변화. 중앙대학교 박사 학위논문 (1995)
17. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determinations of sugars and related substances. Anal. Chem., 28, 350 (1956)
18. 정동효: 식품기계개론, 선진문화사, p.48 (1984)
19. 진보겐지: 분체의 과학, 전파과학사 (1991)
20. Pulkki, L.H.: Particle size in relation to flour characteristics and starch cells of wheat. Cereal Chem., 15, 749 (1938)

21. 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)
22. Sandstedt, R.M. and Mettern, P.J.: Damaged Starch: Quantative determination in flour. *Cereal Chem.*, 37, 379 (1960)
23. 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)
24. Sandstedt, R.M., Jolitz, C.E. and Blish, M.J.: Starch in relation to some baking properties as flour. *Cereal Chem.*, 16, 780 (1939)
25. McPermott, E.E.: The rapid non-enzymic determination of damaged starch in flour. *J. Sci. Food Agric.*, 31, 405 (1980)
26. Moss, H.J.: Milling damage and quality evaluation of wheat. *Aust. J. Food Agric. Anim. Husb.*, 1, 133 (1961)
27. Moss, H.J.: Flour paste viscosities of some Australian wheats. *J. Sci. Food Agric.*, 18, 610 (1967)
28. 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)
29. 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, p289 (1965)
30. Meuser, F., Klingler, R.W. and Niediek, E.A.: Characterization of mechanically modified starch. *Staerke*, 31, 376 (1978)

31. 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)
32. Meuser, F., Klingler, R.W. and Niediek, E.A.: Separation of starch molecules by high performance liquid chromatography. *Getreide Mehl. Brot.*, 33, 295 (1979)
33. Alsberg, C.L. and Griffing, E.P.: Effect of fine grinding of flour, *Cereal Chem.*, 2, 325(1925)
34. Craig, S.A.S. and Stark, J.D.: The effect of physical damage on the molecular structure of wheat. *Carbohydrate Res.*, 125, 117 (1984)
35. 이원종 : 도정 및 가열조리중 보리의 식이섬유 함량변화. *한국식품과학회지*, 24, 180 (1992)
36. 김영진, 김상숙: 현미경법, 표준체법, 전기저항법, 공기역학법에 의한 쌀가루의 입도분포의 비교. *한국식품과학회지*, 26(2), 184 (1994)
37. Neel, D.V. and Hosenev, R.C. Sieving characteristics of soft and hard wheat flours. *Cereal Chem.* 61(4), 259 (1984)
38. 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)
39. Bhattv, R.S.: Physicochemical and functional(breadmaking) properties of hull-less barley fractions. *Cereal Chem.* 63(1), 31 (1986)
40. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루의 입자크기에 미치는 영향. *한국식품과학회지*. 25(5), 541 (1993)

41. Pomeranz, Y.: Industrial uses of barley. p371 in Industrial Uses of Cereals. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN (1973)
42. Nishita, K.D. and Bean, M.M.: Grinding methods: Their impact on rice flour properties. Cereal Chem. 59(1), 46 (1982)
43. 박용곤, 석호문, 남영중, 신동화: 제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성. 한국식품과학회지. 20(4), 504 (1988)
44. Hosenev, R.C.: Principles of Cereal Science and Technology (1986)
45. Bhattv, R.S.: Effect on grain composition, β -glucan, and the starch. Cereal Chem., 65, 463 (1988)
46. 석호문, 박용곤, 남영중, 김준평, 손태화, 윤형식: 쌀보리의 발아과정중 분리전분의 이화학적 특성. 한국농화학회지, 31(4), 339 (1988)
47. Mok, C. and Dick, J.W.: Moisture adsorption of damaged wheat starch. Cereal Chem., 68(4), 405 (1991)
48. Paton, D.: Method for water hydration capacity of plant materials. Cereal Foods World, 26:269 (1981)
49. Quinn, J.R. and Paton, D.: A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. Cereal Chem., 56, 36 (1979)
50. 김영수, 이기열, 최미순 : 맥분의 이용에 관한 연구. 한국식품과학회지, 4,77(1972)
51. 최홍식, 스나이다, 권태완. 겉보리와 쌀보리의 제분특성 및 점조성. 한국식품과학회지, 7(2),85 (1975)
52. Bae, S.H.: Barley breeding in Korea. p26, in Proc. Joint Barley Utilization Seminar, Korea Science and Engineering Foundation, Suweon, Korea (1979)

53. 김희갑: 보리류의 제분방법에 관한 연구. 한국식품과학회지, 6(3), 133 (1974)
54. Bhatti R.S.: β -Glucan content and viscosities of barleys and their roller-milled flour and bran products. Cereal Chem., 69(5), 469 (1992)
55. 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)
56. 조후종: 한국식품오천년, 유럽문화사, p.128 (1988)
57. 윤서석: 한국식품사연구, 신광출판사, p.71 (1987)
58. 장지현: 전통식품의 새로운 인식과 바람직한 발전, 제1회 인제식품과학 포럼 총람, p.47 (1993)
59. Ayano, Y.: 곡류식물섬유의 식품. 영양학적연구. 일본영양식량학회지, 45, 209 (1992)
60. Hizukuri, S.: 신농산물이용학, 조창서점, p.3 (1987)
61. Extrusion Cooking: 2축형의 개발과 이용, 식품산업 extrusion cooking 기술 연구조합, 광림, 동경, p.1 (1987)
62. Useful Plant of the World: Hotta, M., eds., Heibonsha LTD, Tokyo, p.491 (1989)
63. 유용성감초추출물의 향충치성: Technical J. Food Chemistry and Chemicals, 10(8), 9 (1994)
64. Fincher, G.B.: Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. J. Ins. Brew. 81, 116(1975)

65. Aman, P. and Graham, H.: Mixed-linked beta-(1→3),(1→4)-D-glucans in the cell walls of barley and oats chemistry and nutrition. Scand. J. Gastroenterol., 22, 42(1987)
66. Basic, A. and Stone, B.A.: Chemistry and organization of aleurone cell wall components from wheat and barley. Aust. J. Plant Physiol., 8, 475(1981)
67. Hockett, E.A., McGuire, C.F., Newman, C.W. and Prentice, N.: The relationship of barley beta-glucan content to agronomic and quality characteristics. Barley Genetics., V:851(1987)
68. Lee, Y.T and Lee, C.K. 1994. Effect of varietal variation in barley on β -glucan and malting quality characteristics. Korean J. Food Sci., 26, 172(1994)
69. Newman, C.W. and McGuire, C.F.: Nutritional quality of barley. p.403, in: Barley. Rasmusson, D.C., ed., ASA, Inc., Madison, Wis., (1985)
70. Prentice, N., Babler, S. and Faber, S.: Enzymic analysis of β -D-glucans in cereal grains. Cereal Chem. 57, 198(1980)
71. Bourne, D.T. and Wheeler, R.E.: Environmental and varietal differences in total beta-glucan contents of barley and the effectiveness of its breakdown under different malting conditions. J. Inst. Brew. 90, 306 (1984)
72. Henry, R.J.: Genetic and environmental variation in the pentosan and beta-glucan contents of barley, and their relation to malting quality. J. Cereal Sci., 4, 269(1986)

73. Stuart, I.M., Loi, L. and Fincher, G.B.: Varietal and environmental variations in (1→3),(1→4)- β -glucan levels and (1→3),(1→4)- β -glucanase potential in barley: relationships to malting quality. J. Cereal Sci., 7, 61(1988)
74. Ullrich, S.E., Clancy, J.A., Eslick, R.F., and Lance, R.C.M.: Beta-glucan content and viscosity of extracts from waxy barley. J. Cereal Sci., 4, 279(1986)
75. Buliga, G.S., Brant, D.A. and Fincher, G.B.: The sequence statistics and solution conformation of an barley (1→3),(1→4)- β -D-glucan. Carbohydrate Res., 157, 139(1986)
76. Woodward, J.R., Fincher, G.B. and Stone, B.A.: Water-soluble (1→3),(1→4)- β -glucans from barley(*Hordeum vulgare*) endosperm. II. Fine structure. Carbohydr. Poly. 3, 207(1983)
77. Staudte, R.G., Woodward, J.R., Fincher, G.B. and Stone, B.A.: Water-soluble (1→3),(1→4)- β -glucans from barley(*Hordeum vulgare*) endosperm. III. Distribution of cellotriosyl and cellotetraosyl residues. Carbohydr. Poly., 3, 229(1983)
78. Woodward, J.R., Phillips, D.R. and Fincher, G.B.: Water-soluble (1→3),(1→4)- β -glucans from barley(*Hordeum vulgare*) endosperm. I. Physicochemical properties. Carbohydr. Poly. 3, 143(1983)
79. Woodward, J.R., Phillips, D.R. and Stone, B.A.: Water-soluble (1→3),(1→4)- β -glucans from barley(*Hordeum vulgare*) endosperm. IV. Comparison of 40°C and 65°C soluble fractions. Carbohydr. Poly., 8, 85(1988)

80. Bathgate, G.N. and Dalglish, C.E.: The diversity of barley and malt beta-glucans. Proc. Am. Soc. Brew. Chem., 33, 32(1974)
81. Edney, M.J., Marchylo, B.A. and MacGregor, A.W.: Structure of total barley β -glucan. J. Ins. Brew., 97, 39(1991)
82. Henry, R.J.: A simplified enzymatic method for the determination of (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucans in barley. J. Inst. Brew., 90, 178(1984)
83. Preece, I.A. and Mackenzie, K.G.: Non-starchy polysaccharides of cereal grains. I. Fractionation of the barley gums. J. Inst. Brew., 58, 353(1952)
84. Ballance, G.M. and Manners, D.J.: Structural analysis and enzymic solubilization of barley endosperm cell-walls. Carbohydr. Res., 61, 107(1978)
85. Preece, I.A. and Hobkerk, R.: Non-starchy polysaccharides of cereal grains. III. Higher molecular gums of common cereals. J. Inst. Brew., 59, 385(1953)
86. Clarke, A.E. and Stone, B.A.: Enzymatic hydrolysis of barley and other beta-glucans by a beta-(1 \rightarrow 4)-glucan hydrolase. Biochem. J., 99, 582(1966)
87. Wood, P.J., Wiesz, J. and Blackwell, B.A.: Molecular characterization of cereal β -glucans. Structural analysis of oat β -D-glucan and rapid structural evaluation of β -D-glucans from different sources by high-performance liquid chromatography of oligosaccharides released by lichenase. Cereal Chem., 68, 31(1991)

88. Woodward, J.R. and Fincher, G.B.: Substrate specificities and kinetic properties of two (1→3),(1→4)- β -D-glucans endohydrolase from germinating barley. *Carbohydr. Res.*, 106, 111(1982)
89. Wood, P.J., Wiesz, J., Fedec, P. and Burrows, V.D.: Large-scale preparation and properties of oat fractions enriched in (1→3),(1→4)- β -D-glucan. *Cereal Chem.*, 66, 97(1989)
90. Carpita, N.C. and Shea, E.M.: Linkage structure of carbohydrates by gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS) of partially methylated alditol acetates. p.157-216 in: *Analysis of Carbohydrates by GLC and MS.*, C.J. Biermann and G.D. McGinnis, eds, CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla.(1989)
91. Harris, P.J., Henry, R.J., Blakeney, A.B. and Stone, B.A.: An improved procedure for the methylation analysis of oligosaccharides and polysaccharides. *Carbohydr. Res.*, 127, 59(1984)
92. Ballance, G.M.: Purification of a specific endo-beta-glucanase from *Bacillus subtilis* for beta-glucan quantification. *Cereal Chem.*, 62, 148(1985)
93. Bengtsson, S., Aman, P., and Graham H.: Chemical studies on mixed-linked β -glucans in hull-less barley cultivars giving different hypocholesterolaemic responses in chickens. *J. Sci. Food Agric.*, 52, 435(1990)
94. Dais, P. and Perlin, A.S.: High-field, ^{13}C -NMR spectroscopy of beta-D-glucans, amylopectin, and glycogen. *Carbohydr. Res.*, 100, 103(1982)

95. Forrest, I.S. and Wainwright, T.: The mode of binding of β -glucans extracted from barley at different temperatures. Carbohydr. Res., 83, 279(1977)
96. VÅrum, K.M. and Smidsrod, O.: Partial chemical and physical characterization of (1→3),(1→4)- β -D-glucans from oat aleurone. Carbohydr. Poly., 9, 103(1988)
97. Woodward, J.R. and Fincher, G.B.: Water-soluble barley beta-glucans. Fine structure, solution behavior and organization in the cell wall. Brew. Digest, 58, 28(1983)
98. Ahluwalia, B. and Ellis, E.E.: Studies of beta-glucan in barley, malt and endosperm cell walls. p.285 in: New Approach to Research on Cereal Carbohydrates. R.D. Hills and L. Munck, eds. Elsevier Science Publishers, Amsterdam(1985)
99. Wood, P.J., Wiesz, J., and Mahn, W.: Molecular characterization of cereal β -glucans. II. Size-exclusion chromatography for comparison of molecular weight. Cereal Chem., 68, 530(1991)
100. Woodward, J.R. and Fincher, G.B.: Substrate specificities and kinetic properties of two (1→3),(1→4)- β -D-glucans endohydrolase from germinating barley. Carbohydr. Res., 106, 111(1982)
101. Autio, K., Myllymaki, O. and Malkki, Y.: Flow properties of solutions of oat beta-glucans. J. Food Sci., 52, 1364(1987)
102. Doublier, J. and Wood, P.J.: Rheological properties of aqueous solutions of (1→3),(1→4)- β -D-glucan from oats(*Avena sativa* L.). Cereal Chem., 72, 335(1995)

103. Lee, Y.T.: β -Glucans from hull-less barley: Isolation, chemical and rheological characterization, and utilization as a food gum. Ph.D. dissertation. North Dakota State University(1992)
104. Fadel, J.G., Newman, R.K., Newman, C.W. and Barnes, A.E.: Hypocholesterolemic effects of β -glucans in different barley diets fed to broiler chicks. Nutr. Rep. Int., 35, 1049(1987)
105. Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Astroth, K. and Bhatta, R.S.: Relative lipidemic responses in rats fed barley and oat flours and their fractions. Cereal Chem. 68, 548(1991)
106. Shinnick, F.L., Ink, S.L., and Marlett, J.A.: Dose response to a dietary oat bran fraction in cholesterol-fed rats. J. Nutr., 120, 561(1990)
107. Shinnick, F.L., Longacre, M.J., Ink, S.L. and Marlett, J.A.: Oat fiber: composition versus physiological function in rats. J. Nutr., 118, 114 (1988)
108. Davidson, M.H., Dugan, L.D., Burns, J.H., Bova, J., Story, K., and Drennan, K.B.: The hypocholesterolemic effects of β -glucan in oat meal and oat bran. A dose-controlled study. JAMA., 265, 1833(1991)
109. Newman, R.K., Newman, C.W., Fadel, J. and Graham, H.: Nutritional implications of beta-glucans in barley. Barley Genetics, V:773(1987)
110. Klopfenstein, C.F. and Hosney, R.C.: Cholesterol lowering effect of -glucan enriched bread. Nutr. Rep. Int., 36, 1091(1987)
111. Anderson, J.W., Story, L., Sieling, B., Chen, W.L., Petro, M.S. and Story, J.: Hypercholesterolemic effects of oat-bran or bran intake for hypercholesterolemic men. Am. J. Clin. Nutr., 40, 1146(1984)

112. Kirby, R.W., Anderson, J.W., Sieling, B., Rees, E.D., Chen, W.L., Miller, R.E. and Kay, R.M.: Oat-bran intake selectively lowers serum low-density lipoprotein cholesterol concentrations of hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 824(1981)
113. Qureshi, A.A., Burgerm W.C., Peterson, D.M. and Elson, C.E.: The structure of an inhibitor of cholesterol biosynthesis isolated from barley. *J. Bio. Chem.* 261, 10544(1986)
114. Wang, L., Newman, R.K., Newman, C.W. and Hofer, P.: Barley β -glucans alter intestinal viscosity and reduce plasma cholesterol concentrations in chincks. *J. Nutr.*, 122, 2292(1992)
115. Trowell. H.: Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29, 417(1976)
116. Theander, O. and Westerlund, E.A.: Studies on dietary fiber, 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 34, 330(1986)
117. Klopfenstein, C.F.: The role of cereal β -glucans in nutrition and health. *Cereal Foods World*, 33, 865(1988)
118. Marlett, J.A.: Dietary fiber content and effect of processing on two barley varieties. *Cereal Foods World*, 36, 576(1991)
119. Fincher, G.B. and Stone, B.A.: Cell walls and their components in cereal grain technology, p.207, in: Pomeranz, ed. *Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota.*(1986)
120. Bhattya, R. S.: Milling yield and flour quality of hull-less barley. *Cereal Foods world*, 32, 268(1987)

121. Bhatt, R. S.: Extraction and enrichment of (1-3),(1-4)-b-D-glucan from barley and oat brans. *Cereal Chem.*, 70, 73(1993)
122. Danielson, A. D., McGuile, C. F., Newman, R. K., Newman, C. W. and Schwarz, P. B.: Dietary fiber content of air-classified fractions of hull-less waxy barley. *Barley Newsl.*, 33, 147(1989)
123. Victor, Y., Stringfellow, A. C. and Inglett, G.: Protein and b-glucan enriched fractions from high-protein, high b-glucan barleys by sieving and air classification. *Cereal Chem.*, 71, 220(1994)
124. Mok, C., Park, D. and Ku, K.: Air classification of barley flour. *Foods and Biotechnol.*, 4, 21(1995)
125. Yoon, S. H., Berglund, P. T. and Fastnaught, C. E.: Evaluation of selected barley cultivars their fractions for b-glucan enrichment and viscosity. *Cereal Chem.*, 72, 187(1995)
126. 紫田茂久: 食品工業, 31(17),44(1988)
127. 日本후생성: 日本食品衛生法 2, p.4941(1991)
128. 好井久雄: 식품미생물학, 枝報堂, p.237
129. 한국식품공업협회: 식품공전, p.229(1991)
130. 정동효: 식품살균론, 대광서림, p.342 (1990)
131. 好井久雄 : 일본식품공업학회지, 31(8), 531(1984)
132. Benson, H. J.: *Microbiological Application, A laboratory manual in general microbiology*, 5th ed., Wm.C. Brown Publishers, Penn., U.S.A, p.185(1990)
133. Chenouda, M. S.: *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 18, 155(1972)
134. Khan, A. W. and Walker, T. L.: *Can. J. Microbiol.*, 7, 895(1961)

135. Bhatia, I. S., Raheja, R. K. and Sukhija, P. S.: J. Sci. Food Agric., 24, 779(1973)
136. Bhatia, I. S., Raheja, R. K. and Chahal, D. S.: J. Sci. Food Agric., 23, 1197(1972)
137. 석호문. 김성수. 김정상. 김경탁. 홍희도: 국내산 잡곡류의 수요증대를 위한 편의 식품 생산기술 개발에 관한 연구. 한국식품개발연구원 보고서(1992)
138. Pollock, J. R. A.: Brewing Science, vol. 3, Academic Press, London, p.533(1987)
139. Phillips, G. O., Wedlock, D. J. and Williams, P. A.: Gums and stabilisers for the food industry, vol.3, Elsevier Applied Science Publishers, London, p.167(1985)