

보리곡립의 성숙중 이화학적 특성변화

석호문 · 김정삼* · 홍희도 · 김성수 · 김경탁

한국식품개발연구원, 경기 성남시 분당구 백현동 산 46-1, 462-420,

*인제대학교 식품영양학과, 경남 김해시 어방동 607, 621-749

초록 : 출수 후, 경시별로 보리곡립을 채취하여 이화학적 특성변화를 조사하였다. 보리가 성숙됨에 따라 회분 및 조섬유의 함량은 점차 감소한 반면 조지방, 조단백질, 전분, AIS(알콜 불용성고형물) 및 β -glucan 함량 등은 증가경향을 나타내었으나 출수 후 31~36일 이후에는 더 이상의 큰 변화는 없었다. 반면 수분함량은 지속적으로 감소하였고 유숙기인 출수 후 31~36일경에는 40~50%수준이었다. 보리의 유리당은 glucose, fructose, sucrose, raffinose, maltose 및 kestose 등이 존재하였으며 전 성숙 기간을 통하여 maltose의 함량이 가장 낮았다. 이들 유리당 중 glucose, sucrose 및 kestose는 성숙이 진전됨에 따라 점차 감소한 반면 raffinose는 증가경향을 나타내었고 출수 후 43일경에는 건물량으로서 sucrose 0.62% > raffinose 0.46% > kestose 0.33% > glucose 0.19% > fructose 0.17% > maltose 0.04%의 순이었다. 보리의 무기원소는 $K > P > Mg > Ca > Na > Fe > Zn > Mn > Cu$ 의 순으로 그 함량이 높았으며 성숙이 진행됨에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나 출수 후 31일 이후에는 더 이상의 큰 변화는 없었다. 비타민 B₁ 함량의 경우에도 성숙됨에 따라 점차 증가하지만 출수 후 36일경 건물량으로서 350 μ g/100 g을 나타낸 뒤 더 이상의 큰 변화는 없었다(1993년 9월 23일 접수, 1993년 11월 10일 수리).

서 론

보리는 70년대 까지만 하더라도 쌀과 더불어 국민의 기본 식량으로서 큰 몫을 차지하여 왔고, 농가소득증대에는 물론 농지이용률 제고에도 크게 기여하여 왔으나, 80년대에 들어서면서부터 국민의 식생활구조의 변화에 따라 보리소비량이 크게 줄어들어 1인당소비량은 1980년의 13.9 Kg에서 1990년의 1.6 Kg으로 격감하게 되었다.¹⁾ 이와 같은 사실은 보리의 보다 효율적인 소비촉진을 위해서는 보리를 이용한 가공식품의 개발이 절대 필요한 것임을 말해주는 것이라 생각된다.

지금까지 국내에서 이루어져온 보리에 대한 연구는 주로 식량난을 해결하고 품질을 향상시키기 위한 육종 연구와 재배기술 개발에 역점을 두어 왔으며, 상대적으로 가공을 통한 이용율의 다각화에 대한 연구는 미흡하였다.

그러나 최근 식이섬유에 대한 관심이 높아지고 있고 특히 보리의 주요 식이섬유성분인 β -glucan이 콜레스테롤 저하효과에 큰 영향을 미친다는 사실이 밝혀짐에 따라 보리의 식품학적 가치는 한층 높아지게 되었다.^{2,3)}

지금까지 보리를 이용한 가공연구는 대부분 완숙보리를 소재로하여 이루어져왔으나 유숙기에 있는 보리가 영양학적으로나 관능적으로 오히려 완숙보리보다 우수할 수 있다는 가능성의 전제하에, 본 연구에서는 성숙 단계별 보리의 식품영양학적 특성에 영향을 줄 수 있는 주요성분 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 경기도 화성군 정남면에서 재배한 칠보품종의 겉보리로서 수확시기별로 채취한 후 보리이삭의 수분함량이 5% 내외 되게 동결건조하고, 이삭을 손으로 비벼서 낱알을 분리하였다. 정선된 낱알은 Cyclone Mill(Cyclotec, Tecator Co.)을 이용하여 60 mesh 이하로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

시료의 수분은 105°C 건조법으로, 조단백질 함량은

Key words : Immature barley kernels, physicochemical properties, maturation

Corresponding author : H. M. Seong

Micro-Kjeldahl(KJELTEC AUTO 1030 analyzer, Tector Co.) 법으로 질소함량을 측정 한 다음 질소계수 5.83 을 곱하여 결정하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 조섬유 및 회분의 함량은 상법⁴⁾에 따라 측정하였다.

알콜불용성 고형물(alcohol insoluble solid, AIS)과 전분 함량

시료 10 g에 80% ethanol을 가하고 열탕 중에서 환류냉각법으로 가온 추출한 뒤 Molish반응으로 당이 검출되지 않을 때까지 80% ethanol로 침출을 계속한 후 무수 ethanol, acetone 및 diethyl ether를 차례로 사용하여 탈수시키고 40℃ 의 송풍건조기에서 건조시켜 알콜 불용성 고형물의 양을 정량하였다. 전분정량을 위해서는 앞서의 알콜불용성 고형물의 일부를 시료로 취하여 25% HCl을 가하여 끓는 수욕조상에서 3시간 가수분해시켰다. 분해액을 냉각시키고 여과하여 얻은 여액은 10% NaOH를 사용하여 중화시킨 다음 Somogyi 변법으로 환원당을 정량하고 계수 0.8를 곱하여 전분량을⁵⁾ 산출하였다.

유리당 정량

시료 2.5 g을 80% ethanol로 가온추출⁶⁾하여 냉각한 후 여과한 여액을 50℃ 이하에서 감압농축시키고 증류수로 100 ml되게 정용하였다. 이 중 20 ml을 취해 50 ml로 정용한 후 이온교환수지(Amberlite MB-3)로 처리하여 이온성물질을 제거하고 0.2 μ memberane filter로 여과시킨 시료액을 Dionex Bio LC(Dionex, Sunnyvale, CA)에 주입하여 유리당의 조성과 함량을 분석하였다.

무기질 정량

간식회화에 의해 얻어진 회분에 3N 염산용액을 가하고 90℃ 수조상에서 가온추출하여 무기질을 용출시킨 후 증류수로 일정량으로 정용시키고 여과한 액을 ICP(Inductively Coupled Plasma) AES(Atomic Emission Spectrophotometer)(Jobin Yvon model JY 38 plus)에 주입하여 무기성분을 분석하였다.

식이섬유 정량

보리의 식이섬유함량은 Prosky 등의 방법⁷⁾에 따라 total dietary fiber정량 kit(Sigma)를 사용하여 정량하였다.

β-glucan 정량

보리의 β-glucan함량은 McClear의 방법⁸⁻⁹⁾에 따라 mixed-linkage β-glucan 정량 kit(Megazyme, Australia)를 사용하여 측정하였다.

비타민 B₁ 분석

보리시료의 비타민 함량은 AOAC방법에 따라 측정하였다.⁴⁾ 즉, 분쇄시료 20 g정도를 250 ml 삼각플라스크에 넣고 0.1N HCl 30 ml와 6N HCl 1 ml를 가하여 잘 분산시킨 다음 121℃ 에서 15분간 처리하였다. 시료용액을 실온으로 냉각시킨 다음 2M 초산소다용액 7 ml를 가하여 pH를 4.0~4.5로 조절하고 6% Takadiastase 5 ml를 가하여 48℃ 에서 3시간 반응시켜 TMP와 TPP형태로 존재하는 비타민 B₁으로부터 인산기를 제거하였다.

반응종료 후 50% TCA 2 ml와 6N HCl 0.2 ml를 가하여 pH를 3.5정도로 조절하고 100℃ 에서 15분간 열처리하여 효소단백질을 침전시킨 다음 전체부피를 50 ml로 정용하였다. 잘 혼합한 시료액을 Whatman N0.41 여과지로 여과한 다음 약산성 양이온 교환수지(Amberlite IRC-60)로 정제하였다.¹⁰⁾ 이하 분석과정은 AOAC법에 따랐다.

결과 및 고찰

보리의 성숙 중 천립 중의 변화

출수후 경시별로 채취한 보리이삭을 수분함량 5% 정도되게 동결건조시킨 다음 낱알을 분리하여 천립 중의 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다.

출수후 24일 이전 시료의 경우에는 곡립내부에 전분 등 영양성분의 축적이 거의 이루어져 있지 않아 곡립으로서의 중요성은 없는 것으로 나타나 중량을 측정하지 않았다.

출수후 24일 보리의 경우 20 g정도이던 것이 성숙이 진전됨에 따라 점차 증가하여 출수후 36일에 35 g정도를 나타낸 이후 더 이상의 큰 변화는 보이지 않았다. 한편 완숙기인 출수 43일 시료의 경우 천립 중은 35.4 g정도로써 일반적으로 완숙된 보리의 경우 중간정도크기의 보리곡립은 중량으로서 35 mg정도라는 사실과 유사한 값을 나타내었으며 보리의 성숙 중 천립 중 변화는 S형 곡선을 나타낸다는 Cerning 등¹¹⁾의 보고와 일치하였다.

성숙 중 수분함량의 변화

출수후 경시별로 채취한 보리이삭의 수분함량변화는

Table 1. Changes in 1,000 kernel weight of barley during maturation

Days after ear emergence	24	31	36	39	43
Weight (g)	20.14	30.73	34.87	35.39	35.44

Fig. 1과 같다. 초기에는 65~70% 정도로 수분함량이 높았으나 성숙됨에 따라 점차 감소하여 완숙기인 출수후 43일에는 20%정도를 나타내어 Liu¹²⁾들의 결과와 유사한 경향이였다.

이와 같은 보리의 수분함량은 parboiling공정을 보리에 도입할 경우 원료의 수분함량에 따라 수침공정을 거치지 않고서도 전분의 호화 및 효소의 불활성화를 위한 증숙공정에 바로 도입할 수 있을 것으로 생각되어 적절한 수분함량을 갖는 성숙시기를 찾는 일은 중요한 것으로 생각된다.

성숙 중 일반성분의 변화

보리의 성숙 중 조섬유, 회분, 지질 및 단백질함량의 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다.

조섬유함량의 변화에 있어서는 성숙초기 25% 이상의 높은 값을 나타내었으나 성숙됨에 따라 점차 감소하여 출수후 36일에 6.34%를 나타낸 뒤 거의 일정한 수준을 유지하였다. 이와 같이 성숙초기에 조섬유함량이 높은 것은 초기의 미숙된 보리이삭은 주로 외피와 과피들로 이루어져 있고 배유는 개화후 10일부터 급격히 발달하게 되며 따라서 이삭의 건물량은 개화후 10~30일 사이에 급격히 증가하고 완숙단계에서는 정체된다는 사실과 관련이 있는 것으로 생각된다.¹³⁾

회분함량의 변화 역시 조섬유의 변화양상과 거의 유사한 경향을 나타내었다. 즉 출수후 36일에 건물량으로서 2.25%정도를 나타낸뒤 더 이상의 큰 변화는 없었으며 이와 같은 결과는 보리는 일정시기 이후에는 회분함량에 큰 변화가 없다는 Liu들의 보고¹²⁾와 일치하는 경향이였다. 한편 Pomeranz 등¹⁴⁾은 보리는 성숙됨에 따라 회분의 %함량은 감소하지만 곡립당 회분의 절대함량은 증가하게 됨을 보고한 바 있다.

조지방의 경우에는 출수후 10~17일 사이의 시료는 1.88~1.59% 정도이였으나 출수후 24일 2.5%로 증가한 이후 큰 변화는 없었고 다만 완숙시까지 약간의 감소 경향을 나타내었다. 한편 단백질의 경우에는 성숙초기에서부터 완숙기에 걸쳐 대략 10.4~11.8%의 범위로서 성숙에 따라 다소 증가경향을 보였으나 출수후 36일 이후에는 더 이상의 큰 변화를 나타내지 않았다. Pomeranz 등¹⁴⁾은 보리의 단백질함량은 수확전 10~13일경 거의 정지하게 됨을 보고한 바 있다.

성숙 중 전분함량의 변화

보리의 숙기별 전분함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 출수 후 10~17일경 시료의 경우에는 건물량으로서 34~36% 정도에 불과하던 것이 성숙이 진전됨에 따라 급격히 증가하여 출수후 31일에는 63~65% 정도

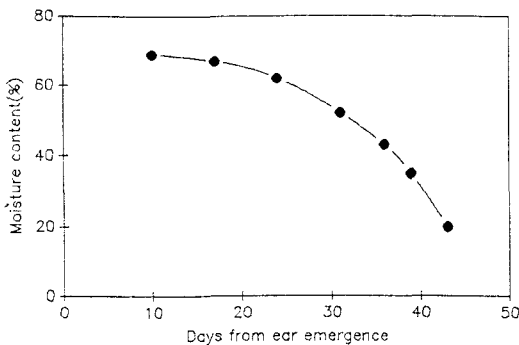


Fig. 1. Changes in moisture content of barley during maturation.

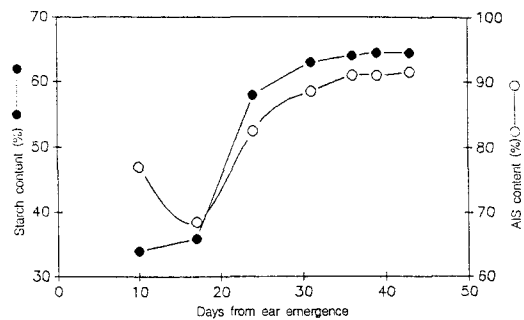


Fig. 2. Changes in starch and AIS content of barley during maturation.

Table 2. Changes in proximate composition of barley during maturation (on a dry basis)

Constituents (%)	Days from ear emergence						
	10	17	24	31	36	39	43
Ash	3.94	3.80	2.59	2.51	2.25	2.22	2.23
Crude fiber	25.16	19.43	8.26	7.21	6.34	6.14	6.14
Crude fat	1.59	1.88	2.52	2.50	2.52	2.47	2.40
Crude protein	10.43	10.62	10.88	11.43	11.75	11.80	11.80

이었으며 36일에는 64.5%를 나타낸뒤 더 이상의 증가는 없었다. 전분은 보리의 가장 주된 성분으로서 보리의 성숙 중 전분함량의 변화는 천립 중 및 고형물의 함량 변화와 거의 일치하는 결과이었으며 보리는 개화후 38일 이후에는 전분함량이 더 이상 증가하지 않는다는 Cer-ning 등¹¹⁾의 보고와 유사한 경향이였다.

한편 Torp 등¹⁵⁾은 37종의 보리에 대해 전분함량을 조사한 결과 건물량으로서 55~62%정도임을 보고한 바 있다.

본 시험의 결과 보리는 출수후 36일 이내에 대부분의 전분이 합성되어지며 특히 출수후 31일 사이에 전분의 98% 이상이 합성되는 것으로 나타났고 이와 유사한 경향을 MacGregor 등¹⁶⁾도 보고한 바 있다.

이와 같이 출수후 31~36일경 보리이삭의 경우 이미 저장물질인 전분의 대부분은 합성되어져 있는 상태에 있으나 수분함량은 40~50%전으로 대단히 높아 곡립은 아직 단단하지 않은 상태를 유지하고 있으므로 이를 적절히 활용하게 되면 새로운 형태의 보리가공제품의 개발이 가능할 것으로 생각된다.

성숙중 AIS함량의 변화

보리의 80% ethanol가용성 성분은 저분자량의 유리당, 유리 아미노산, 유기산 등으로서 AIS 즉 알콜불용성 고형물은 이들 유리성분을 제외 한 고분자성 물질 즉 전분, 단백질, 검류 및 cellulose, hemicellulose 등의 세포벽 구성 성분으로 이루어져 있을 것으로 생각된다.

따라서 보리의 성숙 중 AIS함량 변화는 보리성분 중 주종을 차지하는 전분의 함량변화와 유사한 경향을 나타낼 것으로 예상되며 그 결과는 Fig.2와 같다.

출수후 10일경에는 고형물의 77% 정도를 차지하던 것이 출수후 17일에는 68.5%정도로 낮아졌으나 그 이후 출수 후 36일까지는 점진적으로 증가하여 고형물의 90~91%정도로 높아졌고 이후 더 이상의 증가경향은 보이지 않았다. 성숙초기에 AIS함량이 낮게 나타난 것은 이 시기에 있어서는 아직 곡립내의 전분의 축적량이 그다지 높지 않은 반면 유리형태의 당류 등 가용성 성분의 양이 비교적 높고 섬유소 등 비가용성 물질의 양이 상대적으로 높기 때문일 것으로 생각되며 출수후 17일 이후에는 전반적으로 전분의 함량증가와 유사한 경향을 나타 내었다.

성숙 중 유리당의 변화

Ion chromatography를 이용하여 성숙 중 보리에 존재하는 유리형태의 당류의 조성 및 함량을 분석한 결과는 Fig.3 및 Table 3과 같다.

보리이삭에는 glucose, fructose, sucrose, raffinose, maltose, kestose 및 소량의 rhamnose, arabinose, man- nose 등이 존재하였고 이들 당류는 대부분 성숙됨에 따라 감소하였다.

즉 glucose와 fructose의 경우에는 출수 후 10일~17일 사이의 성숙초기에는 건물량으로서 각각 1.5~1.6% 및 2.3%정도로 비교적 그 함량이 높았으나 성숙이 진전됨에 따라 급격히 감소하여 출수 43일에는 glucose 0.19%, fructose 0.17%로 낮아졌고 이와 같은 감소경향은 특히

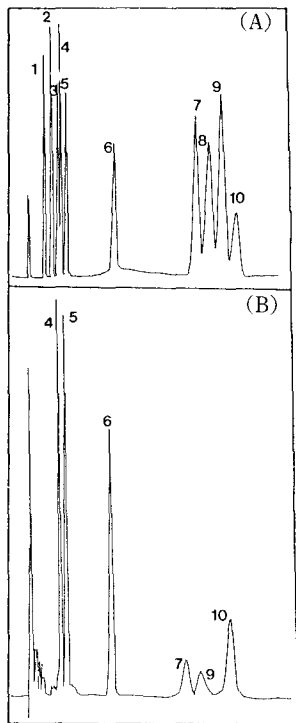


Fig. 3. Chromatograms of free sugars. A, standard; B, barley (36 days from ear emergence). 1, rhamnose; 2, arabinose; 3, mannose; 4, glucose; 5, fructose; 6, sucrose; 7, raffinose; 8, starchyose; 9, mal- tose; 10, kestose

Table 3. Changens in free sugar contents of barley during maturation (% , on a dry basis)

Sugars	Days from ear emergence						
	10	17	24	31	36	39	43
Glucose	1.49	1.64	0.72	0.63	0.27	0.21	0.19
Fructose	2.29	2.28	0.75	0.61	0.28	0.22	0.17
Sucrose	4.68	2.02	1.93	0.98	0.59	0.69	0.62
Raffinose	0.01	0.01	0.02	0.02	0.19	0.36	0.46
Maltose	—	—	0.06	0.06	0.08	0.06	0.04
Kestose	0.77	1.07	1.03	0.61	0.53	0.45	0.33

전분의 합성이 활발히 진행되는 출수 후 17일~31일 사이에 현저하였다.

보리의 유리당 중 주된 것으로 알려져 있는 sucrose의 경우에는 성숙초기에는 4.68%로서 전체 유리당의 50% 정도를 나타내었으나 성숙됨에 따라 급격히 감소하여 출수후 36일경에는 0.6%를 나타낸 뒤 더 이상의 큰 변화는 없었다. Sucrose의 경우에는 출수 후 10~36일 즉 전분의 합성이 활발히 일어나는 시기에 그 함량이 급격히 감소하는 것은 glucose 및 fructose와 마찬가지로 이들 유리당이 전분의 합성에 관여한 때문일 것으로 생각된다.

한편 maltose의 경우에는 성숙초기단계에서는 거의 함유되어 있지 않지만 출수후 24일경 0.06%정도 존재하였고 이 값은 성숙이 진전됨에 따라 더 이상의 큰 변화없이 출수후 43일에도 0.04%정도 함유되어 있었다.

반면 kestose, 즉 GF₂의 경우에는 성숙초기에 0.77%를 보이던 것이 출수후 17일경 1.07%로서 증가경향을 나타내었으나 그후 일정시기 동안 큰 변화를 보이지 않다가 출수 31일에는 0.61%로 다시 감소한 이후 성숙말기까지 지속적으로 감소하여 출수 43일에는 0.33%로 낮아졌다.

이와 같이 본 시험의 경우 보리의 올리고당 중 GF₂는 1-kestose로 동정하였으나 Henry 등에 의하면 TLC로 분석한 결과는 6-kestose로 동정한 바 있어⁶⁾ 이에 대해서는 향후 재검토해야할 필요가 있는 것으로 생각된다. LaBerge¹³⁾ 등은 보리에 있어 비환원성의 수용성 fructosan이 성숙의 모든 시기에 걸쳐 존재하며 그 함량을 정량적으로 측정하지는 못하였으나 보리의 fructosan은 주로 kestose로 추정한 바 있으며 MacLeod¹⁷⁾ 및 Henry⁶⁾ 등은 보리에는 일련의 fructose함유 올리고당이 존재하며 fructosan계열의 가장 단순한 것은 glucodiffructose로서 이 밖에도 glucotriffructose, glucotetrafructose 및 gluco-pentafructose역시 존재함을 보고한 바 있으나 본 시험에서는 GF₂ 이상의 올리고당의 존재는 확인할 수 없었다.

보리의 성숙 중 raffinose의 함량변화에 있어서는 성숙초기에서 성숙중기인 출수 후 10일~31일 사이에는 0.01%~0.02%정도로 그 함량이 대단히 낮았으나 이후 증가경향을 나타내어 출수 후 36일에는 0.19%이었으며 성숙말기까지 지속적인 증가경향을 나타내어 출수 후 43일에는 0.46%정도까지 증가하여 총유리당의 25%정도에 달하고 있어 대부분의 유리당의 성숙이 진전됨에 따라 급격히 또는 점진적으로 감소하는 것과는 다른 경향이 었다.

이와 같이 성숙된 보리에 있어 raffinose의 함량이 높은 것은 성숙된 보리를 2차 가공할 경우 가공적성에 영향을 미칠수 있을 것으로 생각된다.

보리의 성숙단계별 총유리당의 함량변화를 살펴보면

성숙초기에는 건물량으로서 9%정도이던 것이 출수후 31일까지 급격히 감소하여 2.9%정도를 나타낸 뒤 그 감소폭은 낮아져 출수후 36일 이후에는 1.9%정도로서 더 이상의 큰 감소는 보이지 않았다. 이와 같은 결과는, 완숙기에 접어든 보리곡립의 유리당 함량은 전분함량이 낮은 품종에서는 다소 높기는 하지만 품종간에 따른 큰 차이없이 대략 2%정도이었다는 Torp의 보고¹⁵⁾와 유사하였다.

성숙 중 무기질함량의 변화

보리의 성숙시기별 P, K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Mn 및 Cu 등 무기원소의 함량을 ICP를 사용하여 측정할 결과는 Table 4와 같다.

보리에는 P, K, Mg 및 Ca 등은 비교적 그 함량이 높았으나 Na, Fe, Zn, Mn 및 Cu 등의 원소는 모두 10 mg% 이하로 그 함량이 낮았다. 보리의 성숙에 따른 이들 각종 무기원소의 함량변화를 살펴 보면, P의 경우 초기인 출수후 10일에는 268 mg% 정도이던 것이 성숙함에 따라 점차 증가하는 경향을 나타내어 출수 39일에는 384 mg% 정도로 증가한 반면, K의 경우 성숙초기에는 635 mg% 정도로 그 함량이 대단히 높았으나 성숙에 따라 점차 감소하여 완숙기인 출수후 43일경에는 400 mg% 정도로 감소하였다.

그밖의 원소 중에서는 그 함량이 높지는 않지만 Na와 Cu의 경우 성숙에 따라 점차 감소하는 경향을 나타낸 반면 Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Mn 등의 원소에 있어서는 뚜렷한 증감경향은 없었다.

한편 개화후 20~40일경 보리이삭으로부터 배아와 배유부분을 각각 분리하여 무기성분을 분석한 결과에 의하면 배아의 경우 성숙함에 따라 K와 Ca는 감소하지만 Fe, Mn은 증가하고 Mn과 Cu는 큰 변화를 나타내지

Table 4. Changes in mineral contents of barley during maturation (mg%, on a dry basis)

Mineral	Days from ear emergence						
	10	17	24	31	36	39	43
P	268.4	313.6	301.3	303.2	312.0	384.4	359.3
K	635.8	514.3	452.9	416.5	403.4	402.9	399.2
Mg	127.0	105.2	109.3	113.1	117.4	123.2	114.6
Ca	30.3	38.4	32.4	33.6	33.3	33.8	34.3
Na	39.3	50.2	42.7	44.5	8.2	8.8	7.7
Fe	11.0	4.0	5.4	6.5	6.2	7.2	6.2
Zn	1.2	2.0	2.3	2.3	1.9	2.0	2.1
Mn	1.1	2.4	2.7	2.3	2.2	2.1	1.9
Cu	1.9	1.3	1.2	1.0	0.8	0.5	0.6

않는 반면 배유인 경우에는 K, Mg, Ca 및 Mn 모두 점차 감소하는 것으로 보고¹⁸⁾ 되어 있다.

그러나 본 시험의 결과에 있어서는 이들 무기원소의 함량을 건물량에 대해 환산한 값이므로 시료의 수분함량을 고려한 원료상태의 보리에 대해서는 이들 각종 무기원소의 증감경향은 다른 양상을 나타낼 것으로 생각되며 필요에 따라서는 수분함량을 고려한 원료상태에서의 중량 %로 재환산해야할 필요성도 있을 것으로 생각된다.

국내산 대맥의 무기질 중 P, K, Mg, Ca의 함량을 조사한 박 등의 결과¹⁹⁾에 의하면 이들 함량은 각각 0.29%, 0.30%, 0.043% 및 0.084%라 하였고 이와 같은 결과를 본 시험에 있어 완숙단계인 출수 후 43일 시료의 것과 비교할때 다소의 차이는 있으나 전반적으로 유사한 경향이였다.

성숙 중 총식이섬유 및 β-glucan함량의 변화

보리의 성숙과정 중 시일별로 채취한 이삭을 동결건조하고 분쇄한 시료의 총식이섬유함량 및 β-glucan 함량

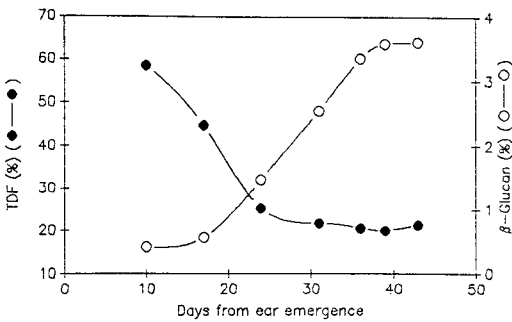


Fig. 4. Changes in TDF and β-glucan contents of barley during maturation.

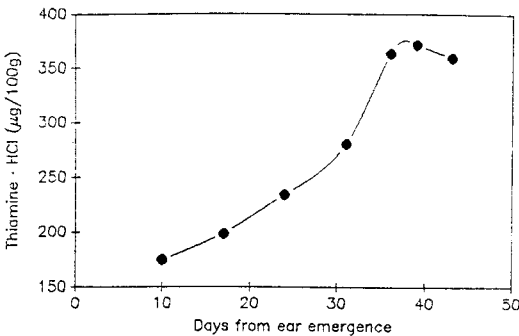


Fig. 5. Changes in vitamin B₁ content of barley during maturation.

측정결과는 Fig. 4와 같다.

성숙이 진전됨에 따라 총식이섬유 함량은 점차 감소하였고 특히 출수 후 10~24일 사이에 감소의 폭은 컸다. 즉 출수 후 10일에 총식이섬유 함량은 58.6%이던 것이 출수 24일에는 30% 이상 감소된 25.3%로 낮아졌으며 이는 이 기간 중 보리곡립 내부의 전분합성이 활발히 이루어짐에 따른 상대적인 결과로 생각된다. 한편 출수후 24일에서 36일 사이에는 비교적 완만한 감소추세를 보이다가 그 이후에는 거의 변화가 없었다. β-Glucan의 함량은 성숙함에 따라 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 즉 출수 후 10일에 0.41% 정도이던 것이 완숙기인 출수후 43일에는 3.7%를 나타내어 Anderson과 Lethonen 등이 보고한^{20,21)} 완숙보리의 β-glucan함량과 유사한 결과이었다. 보리의 β-glucan함량은 출수 후 17일까지는 비교적 완만한 증가경향을 보였으나 17일 이후부터 36일 사이에는 급격히 증가하는 것으로 보아 이 시기에 β-glucan이 주로 합성되는 것으로 생각된다. 또 총식이섬유의 함량이 급격히 감소되는 시기와 β-glucan함량이 증가하는 시기가 거의 일치하고 있는 것으로 보아 보리곡립의 전분합성이 활발한 시기에 β-glucan의 합성도 빠르게 일어나는 것으로 생각된다.

보리의 β-glucan함량은 여러가지 인자에 의해 영향을 받는데 예를 들어 2조대맥이 6조대맥보다 β-glucan 함량이 높은 것으로 보고되어 있으며,²¹⁾ 보리의 재배지역 뿐만 아니라 품종에 따라서도 β-glucan 함량이 크게 다른 것으로 알려져 있다.

이와 같이 β-glucan의 함량이 완숙시까지 점진적으로 증가하기는 하지만 출수 36일 이후에는 그다지 큰 변화를 보이지 않는점은 이 시기의 보리를 이용하여 가공제품화할 경우에도 보리의 식이섬유에서 얻을 수 있는 영양학적 장점은 충분히 살릴 수 있을 것으로 생각된다.

성숙 중 비타민 B₁함량의 변화

보리의 성숙과정 중 비타민 B₁함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 앞서의 다른 영양성분의 변화 결과에서와 같이 비타민B₁의 경우에 있어서도 어느 시기까지는 증가하다 정체하는 경향을 보였다. 즉, 성숙초기에는 건물량으로 시료 100 g당 175 μg정도 존재하던 것이 성숙이 진전됨에 따라 점차 증가하여 출수 후 36일경 350 μg정도를 나타낸 뒤 더 이상의 큰 변화는 없었다. 일반적으로 곡류의 경우 비타민 B₁을 포함한 대부분의 비타민 B군은 호분층 및 배아 등의 외층부에 집중되어 있어 도정시 이들 영양성분의 대부분은 소실되므로 이들의 도정 중 손실을 최소화하기 위한 방안이 연구되어야

할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 농림수산부: 농림수산통계연보. p. 95(1992)
2. Newman, P. K, Lewis, S. E., Newman, C. W., Boik, R. J., and Ramage, R. I: Nutr. Rep. Inst., 34 : 749 (1989)
3. Newman, R. K, Newman, C. W., and Graham, H.: Cereal Foods Worlds, 34 : 883(1989)
4. A.O.A.C: Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p. 1051(1990)
5. 정동호, 장현기: 식품분석, p. 185, 진로연구사, 서울 (1986)
6. Henry, R. J., and Saini, H. S.: Cereal Chem., 66 : 362(1989)
7. Prosky, L., ASP, N., Schweixer, T. F., Devries, J., and Furda, I: J. Assoc. Off. Anal. Chem., 71 : 1017 (1988)
8. McClear B. V., and Burthen E.: J. Inst. Brew., 92 : 168(1986)
9. McClear B. V., and Glennie-Holms, M.: J. Inst. Brew. 91 : 285(1985)
10. Brubacher, G., Muller-Mulot, W., and Southgate, D.A.T.: In 'Methods for the Determination of Vitamins in Food', Part II, Chap. 4, Elsevier Applied Science Pub., New York, U.S.A.(1985)
11. Cerning, J., and Guilbot, A.: Cereal Chem., 50 : 220 (1973)
12. Liu, D. J., Pomeranz, Y., and Robbins, G. S.: Cereal Chem., 52 : 678(1975)
13. Laberge, D. E., MacGregor, A. V., and Meredith, W.O.S.: J. Inst. Brew., 79 : 471(1973)
14. Pomeranz, Y., Standridge, N. N., and Shands, H. L.: Crop Science, 11 : 85(1971)
15. Torp, J.: J. Sci. Food Agric., 31 : 1354(1980)
16. MacGregor, A. W., LaBerge, D. E., and Meredith, W.O.S.: Cereal Chem., 48 : 255(1971)
17. MacLeod, A. M.: J. Inst. Brew., 59 : 462(1953)
18. Ahluwalia, B., and Duffus, C. M.: J. Inst. Brew., 89 : 24(1983)
19. 박 훈, 이동석: 한국식품과학회지, 7 : 82(1975)
20. Anderson, M. A., Cook, J. A., and Stone, B. A.: J. Inst. Brew., 84 : 233(1978)
21. Lehtonen, M., and Aikasalo, R.: Cereal Chem., 64 : 191(1987)

Change in chemical composition of maturing barley kernels

Ho-Moon Seog, Jong-Sang Kim*, Hee-Do Hong, Sung-soo Kim and Kyung-Tack Kim (Korea Food Research Institute, Kyonggido, 462-420, Korea and *Departement of Food Science & Nutrition, Inje University, Kyoungnam, 621-749, Korea)

Abstract : Some chemical properties were investigated for barley kernels at different growth stages. Crude fat, crude protein, starch, alcohol-insoluble solids(AIS), and β -glucan increased until 31~36 days from ear emergence and thereafter remained relatively constant, whereas ash and crude fiber contents were gradually decreased through the whole period of maturation. As barley kernels became mature, their water contents kept decreasing, and the content of milky stage barley kernel at 31~36th days from ear emergence ranged from 40~50 %. Free sugars including glucose, fructose, sucrose, raffinose, maltose, and kestose were identified in the growing kernels. Glucose, sucrose and kestose decreased with maturation while raffinose slightly increased. Barley kernels on the 43rd day from ear emergence contained 0.62% sucrose, 0.46% raffinose, 0.33% kestose, 0.19% glucose, 0.17% fructose, 0.04% maltose. Analysis of minerals for barley kernels at different growth stages showed that the growing kernels contained K, P, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Mn, Cu in decreasing order. Vitamin B₁ content tended to increase with kernel growth, showing maximum value of 350 μ g per 100 g dry weight on 36th day from ear emergence.