

Parboiling처리가 미숙보리곡립의 이화학적 특성에 미치는 영향

석호문 · 김정삼* · 홍희도 · 김성수 · 김경택

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

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

초록 : 벼의 수확 후 저장손실 또는 도정시 영양성분의 손실 방지수단으로서 인도를 중심으로 한 열대지방에서 널리 행하여지고 있는 parboiling기법을 성숙단계별로 보리곡립에 적용하여 그 효과를 검토하였다. 성숙단계별 보리곡립의 parboiling시 호화도 측정결과 수분함량이 40% 이상인 출수 후 36일 이전의 보리인 경우에는 40% 이상의 호화도를 보여 parboiling처리시 전분의 호화를 위한 별도의 수침공정은 필요치 않은 것으로 나타났다. 또한 출수 후 31일 이후의 보리의 경우에는 parboiling처리에 의해 외관이 크게 변형되지 않는 것으로 나타났다. 보리의 유리당 중 환원성당은 parboiling처리에 의해 감소하였으나, 비환원성인 sucrose와 raffinose는 큰 변화가 없었고 maltose는 오히려 증가하였다. 유숙기의 보리로 조제한 parboiled 보리의 도정수율별 조단백질, 조지방, 조섬유 및 회분함량은 모두 정맥수율이 낮아짐에 따라 점차 감소하였으며 P, K, Mg, Ca 등 무기원소에 있어서도 같은 경향이였다. 유리당의 경우에도 대부분이 다소 감소하는 경향이였으나 maltose의 경우에는 증가 후 다소 감소하였다. 비타민 B₁ 함량에 있어서는 도정하기전 보리에서는 건물량으로 340 µg/100 g 정도이었고 정맥수율이 낮아짐에 따라 점차 감소하기는 하지만 도정수율 50%에서도 260 µg/100 g을 보여 parboiling 처리에 의해 비타민 B₁의 도정시 손실을 크게 억제할 수 있는 것으로 나타났다(1993년 9월 23일 접수, 1993년 11월 10일 수리).

서 론

보리는 밀, 쌀 등 다른 곡류와 마찬가지로 열량원으로 이용하는 배유와 배아 등 내부물질이 과피, 종피, 호분층 등으로 둘러싸여 있어 이를 식량으로 이용하고자 할 때는 외부층을 형성하고 있는 이들 물질을 도정을 통하여 제거할 필요가 있다. 특히 보리의 경우에는 외종피가 견고히 내부저장물질과 부착되어 있어 이를 식용으로 하고자 할 경우에는 정맥수율 55~70% 정도로까지 도정하여 사용하고 있다. 이와 같은 도정을 행할 경우 일반적으로 섬유질에 의한 거친 조직감은 감소하게 되어 식감은 개선되지만, 도정에 의해 영양성분의 대부분이 손실되는 것을 방지할 수는 없게 된다. 즉, 보리는 외층부에 비타민, 무기질 등 미량성분의 함량이 높고 비타민 B₁의 경우에는 배반과 호분층에 전체의 94%나 집중되어 있으므로 도정할 경우 이들 영양성분은 대부분 소실된다.¹⁾

한편 쌀의 경우에 있어서는 도정시 이와 같은 영양성분의 손실을 방지하고 고온의 환경하에서 효소 또는 해충류로부터의 저장손실을 방지하기 위해 벼를 수침시키고 나서 증기로 쪄 다음 건조하여 도정하는 이른바 parboiled rice가 오래전부터 인도에서 시작되어 현재까지 인도를 중심으로 스리랑카, 방글라데시, 파키스탄 및 아프리카 등 열대지역에서 널리 행하여지고 있다. 이와 같은 parboiled rice는 초기에는 아마도 dehulling을 용이하게 하기 위함이었으나 오늘날에는 주로 영양성분의 유지 목적으로 이용되고 있으며, 전 세계 쌀의 20% 정도가 parboiled rice형태로 가공처리되고 있다.²⁾

이와 같이 보리에 parboiling기법을 적용시킴에 의해 보리 외층부에 풍부히 함유되어 있는 비타민 B₁ 등과 같은 영양성분의 도정에 의한 손실을 방지하고 유리당, 아미노산 등의 유리성분을 증숙, 건조등의 공정을 통하여 상호반응시킴으로서 새로운 풍미물질을 생성시키게 되면 보리의 품질이 향상될 것으로 기대된다.

Key words : Parboiling, immature barley kernels, pearling rate, physicochemical properties
Corresponding author : H. M. Seong

전보³⁾에서 보고한 바와 같이 수분함량이 높은 유숙기의 보리를 이용하여 parboiling을 할 경우 관능적 측면에서의 개선효과 외에 수침공정을 생략할 수 있다는 공정상의 장점이 있다. 따라서 본보에서는 출수 후 24~43일 사이에 채취한 보리이삭을 수침공정없이 증기로 가열, parboiled 보리를 조제하여 이들의 이화학적 특성을 조사함과 동시에 전보³⁾의 결과 가공에 가장 적합하다고 판단된 출수 후 36일에 수확한 보리시료에 대해서는 parboiling 처리 후 도정수율별 이화학적특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 경기도 화성군 정남면에서 재배한 칠보품종의 골보리로서 수확시기별로 채취한 후 즉시 증기를 사용 30분간 가열하였다. 증자한 보리는 70℃ 열풍건조기에서 하룻밤 동안 건조하여 손으로 비벼서 낱알을 분리하였다. 정선한 낱알은 시험도정기(Satake testing mill)로 50~100% 도정수율로 도정한 다음, Cyclone Mill(Cyclotec, Tecator Co.)을 이용하여 60 mesh 이하로 분쇄하여 parboiled 보리시료로 사용하였다.

색도 측정

분쇄한 parboiled 보리시료는 Color and color difference meter(Model 600-UC-IV, Yasuda Seiki Seisakusho, Ltd.)를 사용하여 표면색도값인 L, a, b를 측정하였다.

화학성분 분석

parboiled 보리시료의 일반성분, 전분, 유리당, 식이섬유, β-glucan, 및 비타민 B₁ 함량은 전보와 동일한 방법으로 수행하였다.³⁾

호화도 측정

성숙시기별 조제한 parboiled 보리시료의 호화도측정은 Kainuma 들의 방법⁴⁾에 따라 실시하였다.

결과 및 고찰

Parboiling에 의한 보리의 외형변화

출수 후 24일에서 43일 사이에 채취한 보리이삭을 수침공정없이 증기로 가열처리하여 조제한 parboiled보리의 외형을 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 곡립으로서의 형태는 출수 후 31일부터는 거의 완숙기인 43일의 시료와 형태적인 면에서 큰 차이는 없었으나 증기가열 처리 후 건조시켜 얻은 parboiled보리의 경우 출수 후 24일

시료에서는 외견상 수축이 일어나 곡립의 체적이 크게 감소하였고 이와 같은 수축현상은 출수 후 31일 시료에서도 다소 발생하긴 하였으나 그 정도는 심하지 않았다. 한편 출수 31일 이후의 시료에서는 parboiling처리에 따른 외견상의 변화는 인지할 수 없었으며 이와 같은 결과는 이들 parboiled보리를 정맥수율 60%로 도정한 결과에서도 유사한 경향을 나타내었다.

Parboiled 보리의 색도

출수 후 24일~43일 사이에 채취한 보리이삭을 parboiling처리한 후 도정수율 60%로 도정한 후, 분쇄한 시료의 표면색도를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 전보의 성숙시기별 색도변화의 결과에서와 같이 색의 밝기를 나타내는 L값은 성숙이 진전됨에 따라 점차 증가하였고 parboiling하지 않은 보리를 분쇄하여 측정된 값에 비해 보다 높은 것은 도정에 의해 외부겨층이 제거된 때문에 상대적으로 곡립내의 전분함량이 증가된 때문일 것으로 생각된다. 그러나 전분 함량의 면에서는 출수 후 36일 이상에서는 더 이상 큰 변화를 나타내지 않았으나 색의 밝기의 경우에는 완숙기인 출수 후 43일 보리의 것이 가장 높은 값을 보인 것은 이시기에 가열처리시 갈변반응에 관여하는 유리당 등 유리성분의 양이 가장

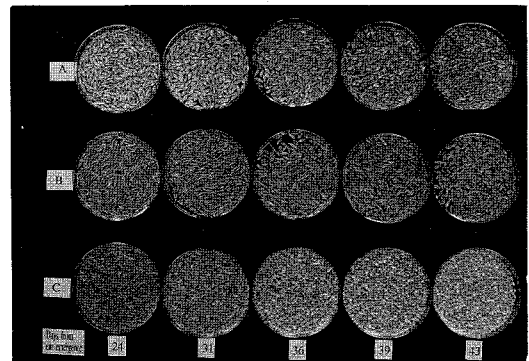


Fig. 1. Appearance of barley samples. A, raw barley; B, parboiled; C, parboiled and pearled.

Table 1. Color and Color Difference Meter Readings of parboiled barley flour

	Days from ear emergence				
	24	31	36	39	43
L	79.6	82.3	84.0	84.4	87.5
a	-2.15	-2.12	-0.33	-0.23	0.34
b	14.6	13.9	11.9	10.6	8.14
E	17.1	15.2	12.3	11.0	7.56

낮기 때문에 parboiling처리에 따른 색의 변화가 억제되었기 때문인 것으로 생각된다.

녹색도(또는 적색도)를 대표하는 a값의 경우에는 출수 후 24일 보리에서는 -7정도 이었으나 parboiled보리쌀의 경우에는 -2정도를 나타내었다. 이는 도정에 의해 엽록소가 존재하는 외층부의 소실에 기인한 것 또는 가열처리에 의해 엽록소의 녹색이 다소 소실 또는 변색되어짐에 의한 것으로 추정되어진다.

한편 황색도를 나타내는 b값의 경우에도 parboiling전의 것에 비해 전반적으로 그 값은 낮아졌고 성숙이 진전됨에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었다.

Parboiled 보리의 호화도

Table 2는 성숙기간별로 채취한 보리이삭을 수침공정없이 그대로 증자, 건조시켜 얻은 보리시료를 정맥수용 60%로 도정하여 얻은 parboiled 보리쌀의 호화도를 측정 한 결과이다.

출수 후 31일경 시료인 유숙기에 해당되는 보리쌀의 경우 호화도는 53%로 가장 높은 값을 나타내었고 이후 보리이삭의 수분함량이 감소함에 따라 점차 낮아져 수분함량 20% 정도인 완숙상태 즉 출수 후 43일의 시료에서는 호화도 13%로 대단히 낮아졌다.

반면 공시원료의 수분함량이 가장 높은 시기인 출수 후 24일 시료에서는 예상과는 달리 호화도가 37%수준으로 성숙이 보다 진전된 그 이후의 시료보다 오히려 낮은 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 초기시료에 존재하는 전분함량이 그 이후의 시료에 비해 낮고 상대적으로 섬유질과 같은 비 전분성분의 비율이 높기 때문에 일어난 분석상의 오류 때문이 아닌가 추측되지만

Table 2. Degree of gelatinization of parboiled barley

Days from ear emergence	Degree of gelatinization (%)
24	37
31	53
36	43
39	30
43	13

현재로서는 명확한 이유를 알 수 없다.

한편 본 시험에서 채택한 수침공정 없는 parboiling 기법에 의한 보리쌀의 호화도를 일반적인 방법에 따라 보리밥을 조제한 후 바로 호화도를 측정한 결과와 상호 비교하여 본 바 보리밥의 호화도인 82% 수준에는 미치지 못하였다.

이는 parboiled보리시료의 경우 호화에 필요한 수분의 부족, 또는 건조과정 중 발생한 노화 등 두가지 이유중 하나일 것으로 생각되어 수분함량 15% 정도의 완숙보리를 70°C 에서 3시간 수침시켜 충분히 흡수시킨 다음 30분간 증자하고 70°C 에서 건조, 도정시켜 얻은 보리쌀의 호화도를 측정한 결과 42% 수준으로서 출수 후 36일경 보리시료의 호화도인 43%와 유사한 값을 나타내었다.

이와 같은 결과로 미루어 보아 본 시험에 공시한 보리의 경우 출수 후 36일 이전시료에 있어서는 parboiling시 보리곡립내의 전분호화를 위한 별도의 수침공정은 필요치 않은 것으로 생각된다.

Parboiling에 의한 보리의 유리당변화

보리의 성숙기간별 수분함량, 영양성분, 외형 및 호화도의 변화 등의 연구결과를 토대로하여 출수 후 31~36 일경 보리이삭의 경우 parboiling처리에 적합한 상태의 숙기인 것으로 판단되어 출수 후 36일 채취한 보리를 대상으로 하여 parboiling한 후 유리당의 변화를 ion chromatography를 이용하여 분리, 정량한 결과는 Table 3과 같다.

parboiling 보리의 경우에는 sucrose가 0.58%로 가장 높은 값을 나타내었고 다음이 kestose, maltose 및 raffinose가 각각 0.39, 0.33 및 0.20% 존재하였으며 glucose와 fructose는 parboiling전에는 0.27~0.28% 정도이었으나 parboiling함에 의해 대부분이 감소하였다. 반면 sucrose 및 raffinose 경우에는 그 함량에 거의 변화가 없었고 kestose의 경우에는 그 중간정도이었다. 이들 유리당 중 특히 glucose와 fructose의 경우 parboiling에 의해 현저한 감소경향을 보이는 것은 이들 당이 carbonyl기를 갖고 있어 가열처리중 Maillard반응에 직접 관여하여 소모된 때문으로 생각된다.

그러나 환원당인 maltose의 경우에는 parboiling처리에 의해 0.08%에서 0.33%로 오히려 크게 증가하는 결과를

Table 3. Free sugar contents in raw and parboiled barley (% , on a dry basis)

	Glucose	Fructose	Sucrose	Raffinose	Maltose	Kestose
Raw	0.27	0.28	0.59	0.19	0.08	0.53
Par boiled	0.04	0.06	0.58	0.20	0.33	0.39

나타내었다. 일반적으로 보리의 경우 maltose의 함량은 높지 않으며 성숙단계별 유리당의 함량을 조사한 본 시험의 결과에서도 0.06~0.08% 이하의 낮은 값을 보이지만 parboiling처리에 의해 0.3% 이상으로 크게 증가하는 것은 흥미로운 결과로 생각된다. 이와 같이 가열처리에 의해 maltose의 함량이 증가하는 것은 보리에 잔존하고 있는 amylase 중 특히 exo type의 α -amylase가 증기가열 초기에 배유부위에 있는 전분을 일부 가수분해시켜 maltose를 다소 생성한 때문일 것으로 추측되며 이와 같은 maltose의 생성은 parboiling이 계속되는 동안 높은 온도에 의해 β -amylase의 불활성화가 일어난 이후에는 중지되기 때문에 다만 짧은 반응시간에 생성된 결과이므로 그 함량이 그다지 높지 않으며 생성된 maltose역시 환원당인 관계로 parboiling공정을 통하여 일부는 갈색화반응에 관여하였을 것으로 생각된다.

즉 보리의 amylase는 성숙기 동안 어느 시기에 그 활성이 최대에 달한후 완숙시기 동안 점차 감소하게 되며 여기에는 α -amylase, β -amylase, α -glucosidase 및 limit dextrinase 등 여러효소가 포함되어 있는 것으로 알려져 있다.^{5,6)}

본 시험에 공시한 보리이삭의 경우 출수 후 36일경의 것이므로 이 시기는 유숙기(milky stage)에 해당하고 따라서 보리곡립 내에는 전분의 합성, 분해에 관여하는 효소의 활성이 활발한 시기이며 특히 보리에 존재하는 β -amylase는 내열성이 높아 50°C 이상의 온도에서도 활성을 나타내는 점 등의 사실은⁷⁾ 본 시험의 결과를 잘 뒷받침해주는 것이라 생각된다.

도정수율별 parboiled 보리의 일반성분

정맥수율별 parboiled 보리쌀의 일반성분의 함량은 Table 4와 같다. 도정하기 전 parboiled 보리의 단백질은 11.42%, 지방은 2.52%, 조섬유는 6.34%, 회분은 2.25%로 그 함량이 가장 높았고 정맥수율이 낮아질수록 일반성

분함량은 점차 감소하여 정맥수율 50%에서 단백질은 8.52%, 지방은 1.11%, 조섬유는 1.42% 및 회분은 0.98%로 그 함량이 가장 낮았다. 일반성분 중 조섬유의 경우에는 특히 정맥수율 90%에서 그 감소의 폭이 대단히 높았으며 이는 외층부의 겨층이 제거되었기 때문인 것으로 생각된다.

반면 단백질, 지방의 경우에는 정맥수율 60% 이하에서, 회분의 경우에는 정맥수율 80% 이하에서 감소의 폭이 낮은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 정맥수율이 낮아짐에 따라 각 성분 모두 그 함량이 거의 직선적으로 감소한다는 다른 연구자들의 보고⁸⁻⁹⁾와는 감소의 폭에 있어 차이를 나타내었고 이는 parboiling에 의한 도정 후 영양성분의 손실 억제효과에 의한 것으로 생각된다.

도정수율별 무기질함량

정맥수율별 parboiled 보리쌀의 무기질함량은 Table 5와 같다. 각 무기질 함량 역시 도정하기 전 parboiled 보리가 가장 높았고 정맥수율이 낮아짐에 따라 일반성분 함량에서와 같이 점차 감소하였다.

무기질의 종류별 함량을 살펴보면 K가 건물량으로서의 100 g당 403 mg으로 가장 높고 다음이 P로서 312 mg이며 Mg가 117 mg, Ca가 33 mg 정도로서 비교적 그 함량이 높았으며 Na 및 Fe는 각각 8.2 mg 및 6.2 mg 정도이었고 Mn과 Cu는 2.2 mg 및 0.8 mg으로 가장 낮은 값을 나타내어 박 등⁸⁾ 보고한 K>P>Mg>Ca>Na>Fe>Mu>Cu의 순서와 잘 일치하였다.

한편 쌀보리쌀을 정맥수율별로 조사한 박 등의 보고⁸⁾에 의하면 정맥수율 70%에서 각 원소 모두 대략 30~60%로 감소한다고 하였으나 본 시험의 결과에 있어서는 감소의 폭이 이 보다 낮아 도정수율 50%인 경우에도

Table 4. Proximate composition of parboiled barley at different pearling yields (on a dry basis)

Pearling yield (%)	Crude protein1 (%)	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	Ash (%)
50	8.58	1.11	1.42	0.98
60	8.52	1.33	2.04	1.12
70	9.54	1.59	2.05	1.20
80	9.65	1.78	2.28	1.28
90	10.87	2.36	3.29	1.64
100	11.42	2.52	6.34	2.25

Table 5. Mineral contents of parboiled barley at different pearling yields (mg%, on a dry basis)

Mineral	Pearling yield (%)					
	50	60	70	80	90	100
P	201.4	207.3	242.8	257.7	301.2	312.0
K	320.8	329.6	375.5	374.3	380.6	403.4
Mg	72.2	76.3	80.2	85.4	102.1	117.0
Ca	26.4	26.3	28.0	28.7	30.2	33.3
Na	6.8	6.2	7.4	7.6	8.2	8.2
Fe	4.2	4.1	5.1	5.6	5.8	6.2
Zn	0.9	0.9	1.1	1.2	1.5	2.2
Mn	1.1	1.0	1.2	1.2	1.5	2.2
Cu	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8

감소율은 47~83% 정도인 것으로 나타났다.

Liu들은¹⁰⁾ 보리는 외층부가 무기질이 풍부하여 도정하게 되면 그 정도에 따라 점차 감소하게 되며 P, K, Mg, Ca, Na 등 대부분의 무기원소들 역시 감소하지만 특히 Mg의 감소정도가 가장 큰 반면 Ca의 감소폭이 가장 적어 Ca는 Mg에 비해 보리곡립내 조직에 비교적 골고루 분포되어 있음을 보고한 바 있으나 parboiled보리를 사용한 본 시험의 결과와는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.

이와 같이 parboiling처리에 의해 곡류의 도정 후 무기질함량에 있어서도 손실억제효과가 있는 것은 parboiling처리한 쌀의 경우 잘 연구되어져 있다. 즉 P, Ca, Fe, Mn 등의 무기원소는 도정함에 따라 감소하기는 하지만 그 감소의 폭은 parboiling하지 않은 것에 비해 낮은 것으로 보고²⁾ 되어 있다.

도정수율별 parboiled 보리의 β-glucan 함량

Table 6은 parboiled보리의 도정수율별 β-glucan의 함량을 측정된 결과이다. 도정하지 않은 보리의 경우 β-glucan함량은 3.35%이었으나 10%도정 즉 도정수율 90%로 한 보리쌀의 경우에는 3.60%로 다소 증가하였고 이후 도정수율이 점차 낮아짐에 따라 더 이상의 감소는 나타내지 않았다. Dreher는¹¹⁾ 보리의 β-glucan함량은 4.4% 정도라고 하였고 Lehtonen들은¹²⁾ 보리의 β-glucan은

Table 6. β-Glucan contents of parboiled barley at different pearling yields (on a dry basis)

Pearling yield	β-Glucan
(%)	(%)
50	3.58
60	3.68
70	3.75
80	3.53
90	3.60
100	3.35

품종 및 재배지역에 따라 차이가 있으며 그 함량은 2.8~5.6%범위라 보고한 바 있다.

도정수율별 β-glucan의 함량을 조사한 본 시험의 결과 도정수율 90%로 한 경우 오히려 증가하게 되나 그 이상으로 도정한 경우에는 β-glucan의 함량에 더 이상 변화를 나타내지 않는 것은 β-glucan의 대부분은 배유 및 호분층 세포벽에 존재하지만 특히 배유 세포벽에는 그 함량이 높아 건물량의 75%가 β-glucan 입에 비해 호분층 세포벽의 경우 10% 미만이라는 사실로^{12,13)} 미루어 볼때 β-glucan이 거의 없는 외부겨층이 제거된 때문에 상대적으로 β-glucan이 풍부한 배유 및 호분층의 비율이 높아진 때문일 것으로 생각된다.

도정수율별 유리당 함량

Parboiled보리의 도정수율별 유리당의 조성 및 함량을 측정된 결과는 Table 7과 같다. Parboiled보리에 잔존하는 유리당으로서는 sucrose, raffinose, maltose 및 kestose 등이 있고 그밖에 소량의 glucose와 fructose가 존재하고 있음은 앞서의 결과에서 언급한 바와 같다. 유리당의 종류별 도정수율에 따른 변화를 살펴보면 sucrose의 경우 도정하기 전 건물량으로서 0.58%이던 것이 도정수율이 점차 낮아짐에 따라 sucrose의 함량은 약간씩 감소하여 도정수율 50%인 경우 0.48%를 나타내었다. glucose와 fructose의 경우에도 감소의 폭은 그다지 크지 않지만 경향은 유사하였다.

반면 kestose의 경우에는 도정하지 않은 경우 0.39%이던 것이 보리의 외층부가 도정에 의해 제거되어 감에 따라 그 함량은 오히려 증가하여 도정수율 70%인 보리쌀에서 0.51%를 보인뒤 더 이상의 큰 변화는 나타내지 않았다. 이와 같은 결과는 kestose의 경우 그 함량의 대부분이 내부의 배유부분에 존재하고 있는 관계로 외층부가 제거됨에 따라 배유부분이 차지하는 비율이 상대적으로 증가되기 때문인 것으로 생각된다.

한편 maltose의 경우에는 도정에 의해 다른 당류들과는 다른 특이한 경향을 나타내었다. 즉 도정수율이 낮

Table 7. Free sugar contents of parboiled barley at different pearling yields (% , on a dry basis)

Pearling yield	Glucose	Fructose	Sucrose	Raffinose	Maltose	Kestose
50	0.02	0.04	0.48	0.17	0.40	0.49
60	0.02	0.04	0.51	0.16	0.43	0.51
70	0.04	0.04	0.54	0.19	0.54	0.51
80	0.02	0.04	0.55	0.20	0.42	0.50
90	0.03	0.05	0.57	0.20	0.40	0.45
100	0.04	0.06	0.58	0.20	0.33	0.39

아짐에 따라 kestose에서와 같이 증가경향을 나타내어 도정하기전 0.33%이던 것이 도정수율 70%의 경우 0.54%로 증가하였으나 도정수율이 50%로 더욱 낮아짐에 따라 0.40%로 오히려 감소하는 경향이였다.

앞서의 parboiling전후의 maltose함량변화 결과에서 언급한 바와 같이 원료상태하에서는 낮은 수준으로 함유되어 있던 maltose가 parboiling의 극히 초기 동안 보리곡립에 내재하고 있던 β -amylase의 작용으로 배유내에 존재하는 전분이 일부 가수분해되어짐에 의해 증가하게 되며 이때 특히 호분층을 둘러 싸고 있는 배유의 외측부분이 효소의 공격을 더욱 많이 받게 될 것으로 생각된다.

따라서 전분의 분해가 보다 많이 진행된 이들 부위가 도정수율 70% 수준에서 최대로 남게 되지만 도정이 더욱 진행되어 도정수율이 낮아짐에 따라 maltose가 많이 생성된 이들 부위는 상대적으로 줄어들기 때문에 일어난 결과가 아닌가 추측되어진다.

한편 raffinose의 경우에는 도정수율이 낮아짐에 따라 다소 감소경향은 나타내지만 그 폭은 그다지 크지 않았다. 일반적으로 보리에는 raffinose가 0.14~0.83% 정도 존재하며 도정도를 달리한 보리의 경우에는 배아부분에는 3.6% 정도로 그 함량이 높지만 도정후에는 0.008% 정도밖에 존재하지 않으므로 raffinose는 배유부분에는 거의 존재하지 않는다는 보고¹⁴⁾와는 차이를 나타내었다.

도정수율에 따른 parboiled 보리의 비타민 B₁ 함량 변화

Table 8은 parboiled 보리의 도정수율별 비타민 B₁ 함량 변화를 parboiling처리를 하지 않은 보리의 것과 상호비교한 결과이다. Parboiling처리를 하지 않은 보리시료의 경우 도정수율이 낮아짐에 따라 비타민 B₁의 함량은 급격히 감소하여 도정전 360 μ g/100 g 정도이던 것이 도정수율 50%에서는 36 μ g/100 g 정도에 불과하여 거의 대부분의 비타민 B₁은 도정에 의해 유실되어지는 것으로

나타났다. 이와 같은 결과는 함량의 면에서는 다소 차이가 있으나 보리의 비타민 B₁ 함량은 도정하기전 0.23~0.65 mg%이지만 도정하게 되면 0.09~0.21 mg%로 낮아지게 된다는 Matthews들의 보고¹⁵⁾와 같은 경향이였다. 반면 parboiled보리의 경우에는 도정전 340 μ g 정도이던 것이 도정수율 90%에서는 증가하여 380 μ g을 나타내었고 이후 점차 감소경향을 보이는 하지만 도정수율 50%선에서도 260 μ g 정도 잔류하고 있어 parboiling처리에 의해 비타민 B₁의 도정시 손실정도를 크게 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.

한편 도정수율 90%인 경우 도정전의 보리에 비해 오히려 비타민 B₁의 함량이 증가하게 된 것은 다른 대부분의 곡류와는 달리 보리곡립의 외부조직은 비타민 B₁의 함량이 낮아 외부겨층이 제거됨에 따라 상대적으로 비타민 B₁의 함량이 증가하게 된 것으로 생각되며 다른 연구자의 보고¹⁵⁾와 유사한 경향이였다.

이와 같이 곡류를 parboiling함으로써 도정에 따른 비타민 등 영양성분의 손실억제효과는 벼에서 잘 입증되어 있고 현재에도 인도를 중심으로 열대지역에서는 널리 행하여지고 있는 곡류가공 방법이지만 아직까지 보리에 대해 적용한 예는 찾아보기 어렵다. 뿐만 아니라 parboiling처리에 의해 비타민 B₁과 같은 수용성 성분들이 곡립의 내부 배유조직에 어떤 기작에 의해 침투하는지에 대해서도 아직 명확하지 않다. 지금까지 제기된 이론에 의하면 벼의 수침이나 증자공정 중 수분이 곡립내부로 침투될 때 호분층 등에 존재하던 수용성 영양성분들이 내부로 이행되어지는 것으로 설명되고 있다. 그러나 본 연구에서와 같이 보리곡립 자체의 수분함량이 40%선일 때 채취함에 의해 수침공정을 거치지 않고 바로 증자하여 얻은 parboiled보리의 경우에도 비타민 B₁이 내부 배유조직에 이행되는 것과 유사한 효과를 얻을 수 있다는 점을 고려할때 상기의 이론은 설득력이 부족한 듯 하다. 또다른 이론은 증자과정 중 전분이 가열, 호화되면서 호분층에 존재하는 영양소들이 배유내의 전분층에 흡착되므로써 도정에 따른 유실정도가 적게 된다는 가설이 있으나 본 실험의 결과에서와 같이 도정수율 50%선까지 도정한 경우에도 총 비타민 B₁의 78% 정도가 잔존하고 있는 점 등은 이와 같은 이론만으로는 충분히 설명되기 어렵다.

따라서 parboiled보리의 경우 과도한 도정 후에도 비타민 B₁의 소실정도가 낮은 이유는 다음과 같이 설명될 수 있을 것으로 생각된다. 즉, 본 실험에서 사용한 보리는 수분함량이 40% 정도인 유숙기에 해당하며 이 시기에는 비타민 B₁을 포함한 수용성 비타민 및 기타 영양성분들이 배유조직내에 전분과 함께 균일하게 분포되어 있으나

Table 8. Effect of parboiling on vitamin B₁ retention during pearling of barley (on a dry basis)

Pearling yield (%)	Vitamin B ₁ , as Thiamine·HCl (μ g/100 g)	
	Raw	Parboiled
50	36	258
60	76	294
70	140	345
80	293	375
90	372	380
100	363	338

보리가 완숙기에 접어들어 배유층내의 수분이 외부로 이동, 소실되어 수분함량이 20% 이하로 줄어들게 되는 완숙과정 중 미량성분들이 수분과 함께 이동하여 호분층에 축적되어지는 것이 아닌가 생각된다.

따라서 본 시험에서 사용한 유숙기의 보리인 경우 수침과정없이 그대로 증자하게 되면 곡립내부에 균일하게 분포되어 있던 비타민 B₁ 등 수용성 영양성분들은 배유조직의 호화된 전분층에 갇히게 되고 이후의 건조과정 중 고정되게 되므로 더 이상 이동이 이루어지지 않아 도정에 의한 손실이 크게 억제되어지는 것으로 추정된다.

참 고 문 헌

1. Kent, N. L.: In 'Technology of Cereals, Kent, N. L. (ed), 3rd, ed., Chap. 3, Pergamon Press, N. Y., U. S. A.(1983)
2. Bhattacharya, K. R., and Ali, S. Z.: In 'Advances in Cereal Science and Technology', Pomeranz, Y (ed.), Vol 7, Chap. 3, AACC, Inc., Minn., U. S. A. (1985)
3. 석호문, 김정상, 홍희도, 김성수, 김정탁: 한국농화학회지, 36 : 449 (1993)
4. Kainuma, K., Matsunaga, A., Itagawa, M., and Kobayashi, S. : J. Jap. Soc. Starch Sci., 28 : 235(1981)
5. Pomeranz, Y., Standridge, N. N., and Shands, H. L.: Crop Science, 11 : 85(1971)
6. Piendl, A.: Enzyme Activities in Germinating Barley. Process Biochemistry, April, 19(1971)
7. Meredith, P., and Jenkins, L. D.: Cereal Chem., 50 : 243(1973)
8. 박성희, 김 관, 김성곤, 박양균: 한국영양식량학회지, 18 : 328(1989)
9. 김희갑: 한국식품과학회지, 10 : 109(1978)
10. Liu, D. J., Ribbin, G. S., and Pomeranz, Y.: Cereal Chem., 51 : 309(1974)
11. Dreher, M.: In 'Handbook of Dietary Fiber', Chap. 2, Marcel Dekker, Inc., N. Y., U. S. A.(1987)
12. Lehtonen, M., and Aikasalo, R.: Cereal Chem., 64 : 191(1987)
13. Fincher, G. B.: J. Inst. Brew., 81 : 116(1975)
14. MacLeod, A. M.: J. Inst. Brew., 58 : 363(1952)
15. Matthews, R. H., and Douglass, J. S.: Cereal Food World, 23 : 606(1978)

Effect of parboiling on the physicochemical properties of immature barley kernels

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

Abstract : Parboiling, a popular technology used to protect rice from nutrient loss during milling and to increase the shelf-life of rice, was applied to barley kernels, and its effect on nutrient retention and chemical composition was evaluated. Before 36 days after ear emergence, barley kernels showed water content higher than 40%, and parboiling without presoaking resulted in at least 43% of gelatinization degree. This implies that soaking, an important step of parboiling, is dispensable for barley at milky stage. Parboiling did make little change in the appearance of the kernel after 31 days from ear emergence. Nonreducing sugars such as sucrose and raffinose remained unchanged while reducing sugars of barley was decreased by parboiling, with exception that maltose increased. Pearling led to decrease in crude protein, fat, fiber and minerals of barley sampled and parboiled on 36th day from ear emergence. Free sugars in the parboiled barley also was reduced with increasing pearling rate. Vitamin B₁ content of the parboiled barley was 260 µg per 100 g as dry basis at 50% pearling rate, compared to 36 µg for raw barley at same pearling rate. Thus parboiling appeared to be very effective in the retention of vitamin B₁ during pearling.