

## 발아조건별 당화용 엿기름의 분해효소 활성도

이영택\* · 목철균

경원대학교 식품생물공학과

**초 록 :** 엿기름의 적정 제조조건을 설정하기 위하여 발아조건을 달리하여 제조한 엿기름의  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amylase 및  $\beta$ -amylase의 활성을 조사하였다. 보리는 발아가 진행됨에 따라  $\beta$ -glucanase의 활성이 증가하였으며, 이로 인해 세포벽의 주요 구성다당류인  $\beta$ -glucan이 분해되어 감소하였다.  $\beta$ -Glucanase 활성은 15°C의 발아온도에 비해 18°C와 21°C에서 발아초기에 급격히 증가하였으며 발아 6일경에는 최고값에 달하였다. 6조보리인 울보리의  $\beta$ -glucanase 활성이 2조보리인 진양보리에 비해 높게 나타났다. 울보리의  $\alpha$ -amylase 활성 역시 진양보리에 비해 현저히 높았으며 6일간의 발아일수에서 증가하는 경향이 있었다. 발아보리의  $\alpha$ -amylase 활성은 발아온도 15°C에서 가장 낮았고 18°C에서 가장 높았으며 21°C에서는 약간 감소하였다.  $\beta$ -Amylase는 원맥에서 상당한 활성이 있었으며 발아과정중에 지속적으로 증가하는 경향을 보였다. 15°C에 비해 18°C와 21°C에서 발아일수에 따른  $\beta$ -amylase 활성의 증가폭이 컸으며 발아 5일 이후부터는 효소활성도에 있어서 크게 변화를 보이지 않았다. 엿기름의 당화력(diastatic power)은 울보리가 진양보리에 비해 1.4~1.9배 정도 높았으며 18°C에서 5~6일의 발아가 당화력이 가장 우수한 것으로 나타나 발아조건으로서 적합한 것으로 제시되었다. (1999년 7월 21일 접수, 1999년 10월 1일 수리)

### 서 론

엿기름은 보리를 발아시켜 제조하는데 amylase 효소원으로서 전분을 분해하여 당화시키는 역할을 하여 식혜, 장류, 물엿, 맥주 등의 제조에 널리 사용되어 왔다. 최근에 전통음료인 식혜 제품 산업이 크게 성장되어 있고 식혜의 품질에 있어 엿기름의 품질이 매우 중요시되고 있기 때문에 이에 따른 고품질의 엿기름 생산이 요구되고 있다. 엿기름의 품질은 당화과정에서 전분의 당화에 관여하는 효소의 활성이 매우 중요한 요인으로<sup>1,2)</sup> 잘 알려져 있으며 이는 보리의 품종 뿐 만 아니라 엿기름의 제조 방법, 저장방법 등에 따라 영향을 받을 수 있다. 엿기름의 전통적인 제조법은 옛문헌들에 기록되어 있으며,<sup>3)</sup> 엿기름과 관련한 연구로는 당화력이 강한 맥아제조,<sup>4)</sup> 겉보리와 아울러 쌀보리, 밀을 사용하여 제조한 엿기름의 특성<sup>5)</sup> 등에 대하여 일부 보고된 바 있다.

보리는 발아중에 호분층 세포에서 gibberellic acid(GA<sub>3</sub>)에 반응하여 다양한 가수분해 효소를 합성하고 호분층 세포벽으로부터 전분질 배유로 분비하는 역할이 있으며, 이들 효소로는  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -glucanase, xylanase, proteases, cellulase 등이 있다.<sup>6)</sup> 보리의 배유 세포벽은 주로  $\beta$ -glucan(~70%)과 arabinoxylan(~20%)이며,<sup>7)</sup> 호분층 세포벽은 arabinoxylan(~65%)과  $\beta$ -glucan(~25%)으로 구성되어 있다.<sup>8)</sup> 보리는 발아시 호분층과 배유 세포벽의 구조형성 다당류들이  $\beta$ -glucanase와 xylanase 등의 세포벽 분해효소의 작용에 의해 우선적으로 분해되며 이로 인해 노출된 전분이  $\alpha$ -amylase와  $\beta$ -amylase 등에 의해 분해되어 배유의 변형이 초래된다.

발아하는 보리에 있어서 엿기름의 품질특성중 특히 전분의 당화에 관여하는 효소의 활성 증대는 엿기름의 품질향상을 위

해서 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 발아온도를 달리하여 발아일수별로 제조한 엿기름의 주요 세포벽 및 전분분해 효소인  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amylase 및  $\beta$ -amylase의 활성을 분석하여 엿기름의 적정 발아조건을 확립하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

엿기름 제조를 위한 보리품종으로 6조 겉보리인 울보리와 2조 겉보리인 진양보리를 사용하여 비교하였으며 그 품질특성은 Table 1과 같다. 보리는 1996년도 수원에서 수확되었으며 농촌진흥청 작물시험장으로부터 제공받았다.

#### 엿기름의 제조

엿기름은 제맥기(Nordon Co., France)를 사용하여 제조하였다. 보리를 17°C에서 48시간(수침 : 건침 = 2 : 1) 침맥하여 발아온도별(15, 18, 21°C), 발아일수별(3, 4, 5, 6일)로 발아조건을 달리하였으며 45°C에서 24시간 건조하여 엿기름을 제조하였다. 엿기름은 0.5 mm screen을 사용한 Cyclone Sample Mill (US Corporation, U.S.A.)로 분쇄하여 분석에 사용하였다.

#### $\beta$ -Glucanase 활성 측정

$\beta$ -Glucanase의 활성은 McCleary와 Shameer의 Azo-Barley glucan 방법<sup>9)</sup>에 따라  $\beta$ -glucanase assay kit(Megazyme,

Table 1. Quality characteristics of 6- and 2-rowed barley varieties

	Moisture(%)	1,000 KW*(g)	Protein**(%)
6-rowed	10.53	31.36	16.15
2-rowed	11.10	40.32	12.83

\*Kernel weight.

\*\*Protein = Nitrogen  $\times$  6.25.

찾는말 : 보리, 엿기름, 발아,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -amylase  
 \*연락처

Ireland)를 사용하여 측정하였다. 0.5 g 엿기름 가루를 유리 원심분리튜브(14×120 mm, 17 ml 용량)에 넣고 8.0 ml 추출 buffer 용액(40 mM acetate/phosphate, pH 4.6)을 첨가하여 혼합한 후 실온에서(30°C 미만) 15분간 효소를 추출하였으며 1000×g에서 10분간 원심분리하였다. Azo-Barley glucan 염색 기질 용액 0.5 ml를 원심분리 튜브에 넣고 0.5 ml 엿기름 추출물을 첨가하여 혼합한 후 30°C에서 정확하게 10분동안 반응시켰다. 10분간의 반응 후 3.0 ml 침전용액을 넣고 튜브 내용물을 격렬하게 저어 주었으며 실온에서 5분간 방치해 두었다. 튜브를 원심분리(1000×g, 10분)한 다음 상정액의 흡광도를 590 nm에서 측정하였다. β-Glucanase의 활성은 Unit/kg 엿기름으로 계산되었으며 1 Unit은 30°C, pH 4.6에서 1분 동안 glucose 환원당에 해당하는 양 1 micromole을 생성하는 효소의 활성으로 나타내었다.

β-Glucanase 분해에 따른 엿기름의 β-glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes의 방법<sup>10)</sup>에 의해 측정하였다

**α-Amylase 활성 측정**

α-Amylase 활성은 α-amylase assay kit(Megazyme, Ireland)를 사용하여 McCleary와 Sheehan의 Ceralpha 방법<sup>11)</sup>으로 측정하였다. 엿기름 0.5 g을 100 ml 정용플라스크에 넣고 1% sodium chloride, 0.02% calcium chloride, 0.02% sodium azide를 함유하는 용액으로 정용하였으며 20°C에서 15분동안 효소를 추출한 후 원심분리(1,000×g, 10분)하였다. BPNPG7 (blocked p-nitrophenyl maltoheptaoside)를 포함하는 α-amylase 기질용액 0.2 ml를 테스트 튜브에 넣고 희석된 효소 추출물 0.2 ml를 첨가하여 40°C에서 10분간 반응시켰으며 반응 후 생성된 p-nitrophenol에 의한 용액의 흡광도를 410 nm에서 측정하였다. 1 Unit/g의 효소활성은 1분동안 BPNPG7로부터 p-nitrophenol 1 micromole을 생성하는데 필요로 하는 효소의 양으로 정의되며 Ceralpha Unit으로 표시되었다.

**β-Amylase 활성 측정**

β-Amylase 활성은 β-amylase assay kit(Megazyme, Ireland)를 사용하여 McCleary와 Codd의 Betamyl 방법<sup>12)</sup>으로 측정하였다. 0.5 g의 엿기름 시료에 5.0 ml 추출 buffer를 넣고 20°C에서 1시간동안 효소를 추출하였으며 원심분리(1,000×g, 10분)하여 추출액을 분리하였다. PNPG5(p-nitrophenyl maltopentaoside)를 포함하는 기질용액 0.2 ml를 튜브에 넣고 효소추출액 0.2 ml를 첨가한 후 40°C에서 10분간 반응시켰으며 3.0 ml의 반응종결시약을 넣고 튜브 내용물을 저어주었다. 반응후 생성된 p-nitrophenol에 의한 색의 발현은 β-amylase에 의한 maltose의 생성속도와 직접적인 관련이 있으며 이에따른 반응 내용물의 흡광도를 410 nm에서 측정하였다. 1 Unit/g의 효소활성은 1분 동안 PNPG5로부터 p-nitrophenol 1 micromole을 생성하는데 필요로 하는 효소의 양으로 정의되며 Betamyl Unit으로 표시되었다.

**Diastatic Power 측정**

엿기름의 diastatic power는 AACC방법<sup>13)</sup> 22-16에 준하여 측

정하였다. 엿기름 시료 5 g(±0.01 g)을 E-flask에 넣고 증류수 100 ml를 넣은후 20°C로 유지된 항온수조에 2시간 반 동안 20 분 간격으로 매우 조심스럽게 돌려서 저어주며 추출한 다음 여과하였다. 2 ml의 엿기름 추출물을 20°C로 유지된 100 ml 전분 용액(2%, w/v)에 넣고 혼합하여 30분동안 반응시켰으며 10 ml의 0.5 N NaOH 용액을 넣어 잘 혼합하였다. 엿기름 추출물에 의해 분해된 전분용액 5 ml를 취해 10 ml alkaline ferricyanide 시약을 첨가하여 반응시키고 요오드 적정법에 의해 0.05 N sodium thiosulfate 용액으로 적정하였으며 이를 °L로 전환하여 표시하였다.

**결과 및 고찰**

**발아조건별 β-glucanase 활성**

배유 세포벽의 약 70%는 (1→3),(1→4)-β-D-glucan(β-glucan)으로 구성되어 있으며 발아하는 보리의 배유 세포벽 β-glucan을 분해하는 가장 중요한 효소는 (1→3),(1→4)-β-glucan 4-glucanohydrolase(EC 3.2.1.73), 즉 β-glucanase이다. 보리는 발아가 진행됨에 따라 β-glucanase의 함성에 의한 활성이 증가하였는데 발아온도에 따른 증가양상에는 다소 차이가 있었다 (Fig. 1). 진양보리는 15°C에서 발아 3일에 활성도가 187 U로 낮았으나 발아 5일까지 현저한 증가추세를 보여 발아 5~6일에 약 410 U까지 증가하였다. 18°C의 발아에서는 효소의 함성이

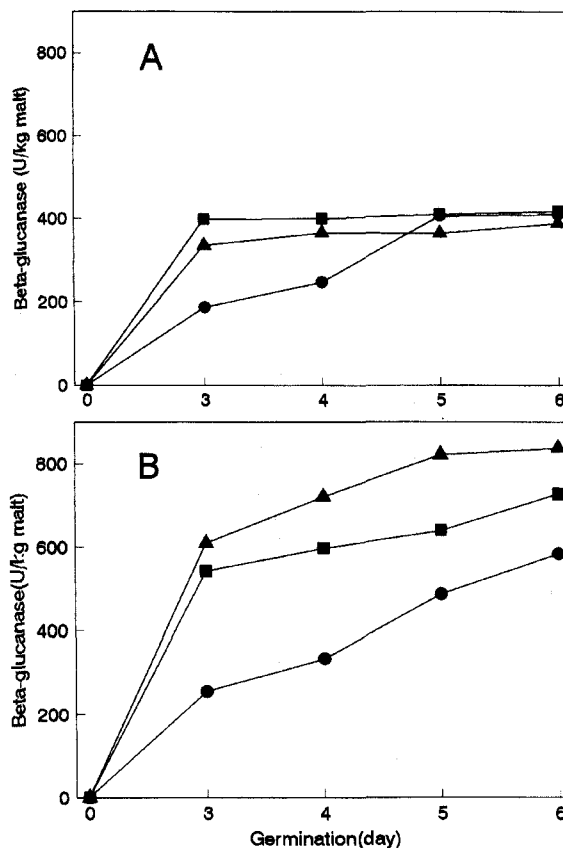


Fig. 1. β-Glucanase activities in 2-rowed(A) and 6-rowed(B) barley malts germinated at different temperatures during 6-day period. ●-● : 15°C, ■-■ : 18°C, ▲-▲ : 21°C.

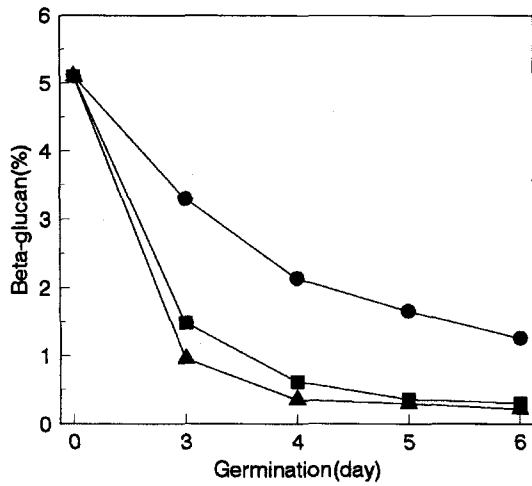


Fig. 2.  $\beta$ -Glucan content in barley malts germinated at different temperatures during 6-day period. ●-●: 15°C, ■-■: 18°C, ▲-▲: 21°C.

가장 빠르게 진행되어 발아 3일에 398 U로 급격하게 증가하였으며 그 이후부터는 매우 미미한 증가가 있었다. 21°C의 발아 조건에서는  $\beta$ -glucanase 활성이 18°C에 비해 전반적으로 약간 떨어지지만 발아 3일에 358 U로 현저히 증가한 후로 별 변화가 없었다(Fig. 1A). 각각의 발아온도에서 발아 6일경에 효소 활성에서 별 차이가 없이 상승세가 둔화되거나 미미하여 효소의 활성이 거의 최고에 도달한 것으로 생각되었다.

올보리의  $\beta$ -glucanase 활성은 진양보리에서와 마찬가지로 발아가 진행됨에 따라 증가하였을 뿐 만 아니라 발아 6일에도 지속적인 증가세를 보여 최고 활성이 훨씬 높은 것으로 나타났다(Fig. 1B). 15°C에서는 발아 3~6일에 255~638 U로 지속적인 증가를 하였으며 18°C에서도 543~728 U로 증가하였다. 발아 온도 21°C에서는 효소활성이 18°C에서 보다 약간 높아 609~820 U로 증가하였다.

보리  $\beta$ -glucanase 활성은 호분층과 배유에 밀집되어 있고 약간의 활성이 겉질, 배아와 scutellum에 존재하는 것으로 보고<sup>14)</sup> 된 바 있다. 또한  $\beta$ -glucanase의 활성은 품종 및 제맥조건에 따라 발아 5일이나 그 이후에서 최고 활성을 나타내는 것으로 조사되었고<sup>15)</sup> Kim 등<sup>16)</sup> 역시 제맥초기에 그 활성이 약하나 제맥 2일째부터 증가하여 6일 이후 최고수준에 도달하였다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 것으로 나타났다.

한편 발아일수에 따른 올보리의  $\beta$ -glucan 함량변화를 측정된 결과(Fig. 2), 발아전의 원료보리에서  $\beta$ -glucan 함량은 5.10%였으며 발아중에 지속적으로 감소하였는데 15°C, 18°C, 21°C의 발아온도 순으로 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 15°C에서는 발아 3~6일에 3.30~1.17%로 감소하였으며 18°C와 21°C에서는 각각 1.49~0.31%, 0.96~0.22%로 감소하여 발아조건에 따른 엿기름의  $\beta$ -glucan 함량에 차이가 있었다.  $\beta$ -Glucan의 감소는 발아중 합성되어 생성된  $\beta$ -glucanase의 활성과 관련이 있으며 발아 6일 후에는 대부분의  $\beta$ -glucan이  $\beta$ -glucanase에 의해 분해된 것으로 분석되었다. 이는 제맥과정중에  $\beta$ -glucan 함량은 약 4.0%에서 약 0.5% 이하로, 원맥의 약 3.54%에서 맥아의 0.75%로 감소한다는 보고<sup>17)</sup>와 유사하며, 맥아의  $\beta$ -glucan 함량

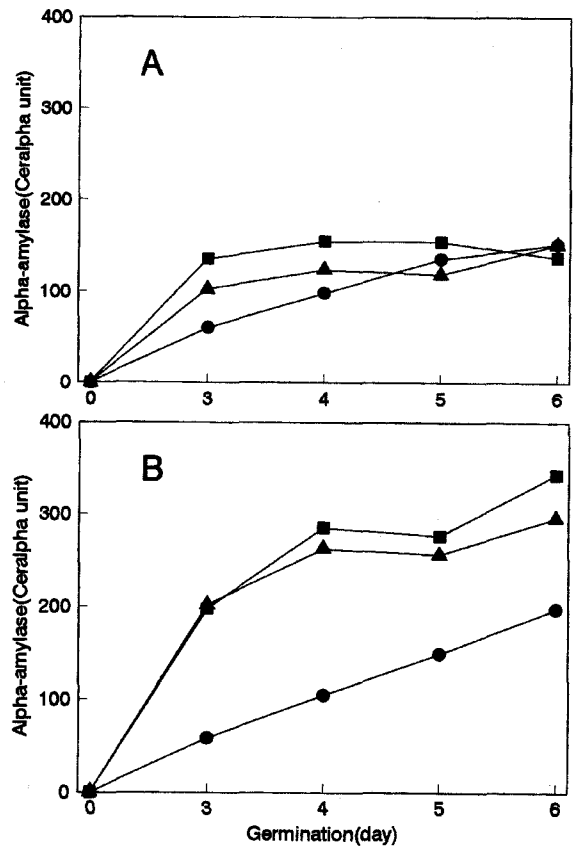


Fig. 3.  $\alpha$ -Amylase activities in 2-rowed(A) and 6-rowed(B) barley malts germinated at different temperatures during 6-day period. ●-●: 15°C, ■-■: 18°C, ▲-▲: 21°C.

은  $\beta$ -glucanase 활성과 고도의 부의 상관관계를 갖는다고 보고<sup>16)</sup>한 결과와 일치하였다.

**발아조건별  $\alpha$ -amylase 활성**

발아조건에 따른 보리의  $\alpha$ -amylase 활성은 Fig. 3에 나타나 있다. 발아전의 보리곡립에는  $\alpha$ -amylase의 활성이 거의 없으나 발아가 진행됨에 따라 증가하는 추세를 나타냈는데 15°C 발아 조건에서 효소활성이 가장 낮았으며 18°C에서 가장 높았고 21°C에서는 다소 떨어지는 경향을 보여주었다. 2조 진양보리는 15°C의 발아온도에서  $\alpha$ -amylase 활성이 발아초기에 상대적으로 낮았으나 6일간 발아가 진행됨에 따라 지속적으로 증가하였다. 18°C의 발아온도에서는 발아초기에 가장 빠르게  $\alpha$ -amylase가 합성되어 발아 3~4일까지 급격하게 증가하였으며 발아 5일 이후에는 약간 감소하였다. 21°C의 발아온도는 18°C에 비해 발아 5일까지 효소활성이 다소 떨어졌으나 비슷한 증가추세를 나타내었고 발아 5일 이후에는 다른 발아온도와 비슷한 경향을 보였다(Fig. 3A).

6조 보리인 올보리는 진양보리보다 발아중 합성되는  $\alpha$ -amylase의 활성이 훨씬 높았다. 15°C에서는 효소활성이 18°C와 21°C에 비해 낮았지만 지속적으로 증가하는 추세였으며, 18°C와 21°C에서는 발아 3, 4일까지 급속히 증가하였고 이후 약간 둔화된 후 다시 증가하는 추세를 보였다. 18°C, 21°C에서 4-6일간 발아시켰을때 6조 올보리는 2조 진양보리에 비해 효소활

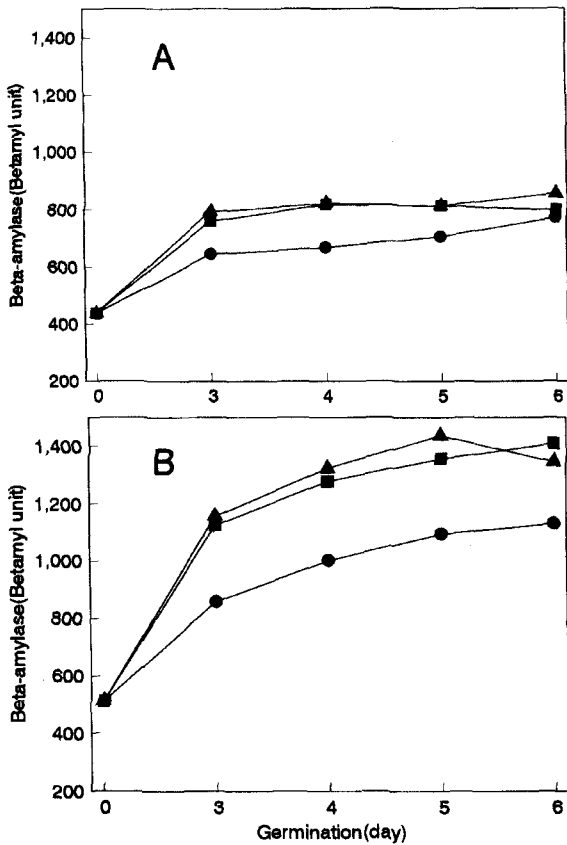


Fig. 4.  $\beta$ -Amylase activities in 2-rowed(A) and 6-rowed(B) barley malts germinated at different temperatures during 6-day period. ●-● : 15°C, ■-■ : 18°C, ▲-▲ : 21°C.

성이 2배 정도 높은 수치를 나타냈다(Fig. 3B). Kim 등<sup>18)</sup>은  $\alpha$ -amylase 활성이 18°C에서 발아일수가 경과함에 따라 발아 3일에서 급격히 증가하여 5일까지 계속하여 증가하다가 그 이후부터는 점차 감소한다고 하여 본 연구결과와 비슷하였다.

**발아조건별  $\beta$ -amylase 활성**

발아온도별 보리의  $\beta$ -amylase 활성변화를 나타낸 결과는 Fig. 4와 같다. 초기 원맥상태에서 진양보리는 437 Betamyl unit, 울보리는 512 Betamyl unit의 상당한  $\beta$ -amylase 효소활성을 지니고 있었다. 전분을 maltose로 분해하는  $\beta$ -amylase는  $\alpha$ -amylase와는 달리 미발아 곡립에서 amylolytic 활성에 중요한 역할을 하는데, 이는 대부분의 가수분해 효소들이 발아와 함께 호분층과 scutellum에서 합성되는 반면에  $\beta$ -amylase는 곡립이 성숙하는 동안 배유부에 합성되는 데<sup>6)</sup> 기인하기 때문이다. 미발아 곡립의  $\beta$ -amylase 일부는 염용액으로 추출되어 효소활성을 나타내지만 일부는 다른 단백질과 disulfide 결합으로 묶여 있어 발아와 함께 proteolytic enzyme에 의해 활성화되며,<sup>6)</sup> 따라서 발아가 진행됨에 따라  $\beta$ -amylase 활성이 증가하는 추세를 보여주었다.

15°C의 발아온도에서 발아일수 3~6일 동안 진양보리는 645~771 Betamyl unit, 울보리는 859~1131 Betamyl unit으로 증가하여 원맥에서 보다 1.7~2.2배 정도 높은 다소 완만한 상승세를 보여주었다. 발아일수에 따른  $\beta$ -amylase 활성의 증가폭은

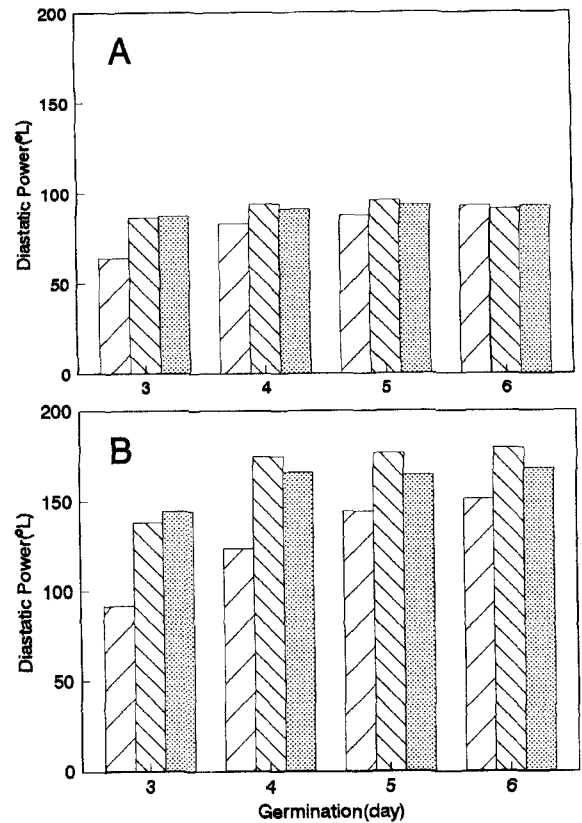


Fig. 5. Diastatic power(DP) of 2-rowed(A) and 6-rowed(B) barley malts germinated at different temperatures during 6-day period. ●-● : 15°C, ■-■ : 18°C, ▲-▲ : 21°C.

15°C에 비해 18°C와 21°C 발아온도에서 더 크게 나타났다. 진양보리의 경우 18°C와 21°C에서 발아 4일까지 효소활성이 약 820 Betamyl unit까지 증가하였고 울보리는 18°C와 21°C에서 발아 5일경에 각각 1356, 1435 Betamyl unit까지 증가하였으며 그 이후에는 크게 변화하지 않았다.  $\beta$ -Amylase의 활성은 발아 온도에 따라 차이가 있어 적정 발아온도를 설정해야하며 18~21°C에서 발아 5~6일이 활성이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 6조 울보리가 2조 진양보리에 비해  $\beta$ -amylase 활성이 1.5배 이상으로 높게 나타났다.

**발아조건별 diastatic power(DP)**

발아조건별로 제조한 엿기름에 대해 전분의 분해에 따른 환원력을 측정하여 나타낸 엿기름의 당화력(DP)은 Fig. 5와 같다. 발아 3~6일 사이에 엿기름의 당화력을 측정된 결과 진양보리가 64~96 °L, 울보리가 92~180 °L의 범위에서 증가하여 울보리가 진양보리에 비해 1.4~1.9배 정도 당화력이 높았다. 진양보리는 15°C의 발아시 64 °L에서 93 °L로 지속적으로 증가하였으며 18°C와 21°C에서는 발아 초기에 현저한 증가하여 발아 3일에 86~87 °L이었고 발아 4~6일에 각각 91~96 °L로 큰 변화를 보이지 않았다. 15°C에서 발아시킨 진양보리 엿기름은 발아초기에 당화력이 낮았지만 지속적인 증가추세로 발아 6일에는 18, 21°C 발아온도에서 제조한 엿기름의 당화력에 도달한 반면, 18°C와 21°C 발아조건에서는 별 차이가 없이 유사한 당

화력을 가지는 것으로 나타났다.

올보리는 15°C에서 발아시 발아 3~6일에 DP가 92~151 °L로 지속적으로 증가하였다. 한편 18°C 발아에서는 3일, 4일에 각각 138, 175 °L로 현저히 증가하였고 21°C에서는 발아 3일, 4일에 144, 166 °L로 증가하여 초기 증가폭이 컸으며 그 이후로는 크게 변화하지 않았다. 올보리의 당화력은 15°C에서보다 18°C와 21°C에서 높게 나타났을 뿐 만 아니라 그 차이에 있어 진양보리에서 보다 큰 것으로 분석되었다. 6조 겉보리인 올보리가 2조 겉보리인 진양보리에 비해 최대 당화력이 높고 발아에 따른 당화력의 증가속도가 빠른 것으로 평가되었다. 엿기름의 제조에서 6조보리는 18°C에서 발아시 당화력이 가장 우수하였으며 발아일수 5~6일경에는 당화력이 더 이상 증가하지 않아 18°C, 5~6일 발아가 당화용 엿기름 제조에 가장 적합한 것으로 생각되었다.

### 감사의 글

본 연구는 1998년도 경원대학교 학술연구비의 지원을 받아 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Moon, S. J. and Cho, H. J. (1978) A scientific studies on Sikhe. *Kor. J. Home Economics* **16**, 43-49.
2. Kim, B. S., Lee, T. S. and Lee, M. W. (1984) Changes of component in Sikhei during saccharification. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* **12**, 125-128.
3. Lee, C. H. and Kim, S. Y. (1991) Literature review on the Korean traditional non-alcoholic beverages I. Types and processing methods. *Kor. J. Dietary Culture* **6**, 43-54.
4. Cho, S. O. (1983) Steeping time of malt with high saccharifying activity. *Kor. J. Home Economics* **21**, 79-85.
5. Suh, H. J., Chung, S. H. and Whang, J. H. (1997) Characteristics of sikhe produced with malt of naked barley, covered barley and wheat. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**, 716-721.
6. Fincher, G. B. and Stone, B. A. (1992) Physiology and biochemistry of germination in barley. In 'Barley: Chemistry and Technology' MacGregor, A. W. and Bhatti, R. S., Ed., Chap. 6, AACC Inc., MN, U.S.A.
7. Fincher, G. B. (1975) Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. *J. Inst. Brew.* **81**, 116-122.
8. Bacic, A. and Stone, B. A. (1981) Chemistry and organization of aleurone cell wall components from wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol.* **8**, 475-495.
9. McCleary, B. V. and Shameer, I. (1987) Assay of malt  $\beta$ -glucanase using azo-barley glucan: An improved precipitant. *J. Inst. Brew.* **93**, 87-90.
10. McCleary, B. V. and Glennie-Holmes, M. (1985) Enzymatic quantification of (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucan from barley and malt. *J. Inst. Brew.* **91**, 285-295.
11. McCleary, B. V. and Sheehan, H. (1987) Measurement of cereal  $\alpha$ -amylase: A new procedure. *J. Cereal Sci.* **6**, 237-251.
12. McCleary, B. V. and Codd, R. (1989) Measurement of  $\beta$ -amylase in cereal flours and commercial enzyme preparations. *J. Cereal Sci.* **9**, 17-33.
13. American Association of Cereal Chemists (1983) *Approved Methods of the AACC*. The Association, St. Paul, Minnesota
14. Ballance, G. M., Meredith, W. O. S. and Laberge, D. E. (1976) Distribution and development of endo- $\beta$ -glucanase activities in barley tissues during germination. *Can. J. Plant Sci.* **56**, 459-466.
15. Brunswick, P., Manners, D. J. and Stark, R. J. (1988) Degradation of isolated barley endosperm cell walls by purified endo-(1 $\rightarrow$ 3)(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucanase and malt extracts. *J. Cereal Sci.* **7**, 153-168.
16. Kim, W. I., Chang, H. S., Park, R. D. and Kim, K. S. (1986) Effect of cultural environments on  $\beta$ -glucan contents and  $\beta$ -glucanase activities on malting barley varieties. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **29**, 266-272.
17. Henry, R. J. (1988) Changes in  $\beta$ -glucan and other carbohydrate components of barley during malting. *J. Sci. Food Agric.* **42**, 333-341.
18. Kim, J. G., Kim, S. D. and Kim, K. S. (1985) Changes of  $\alpha$ -amylase activity of barley during germination by the red light irradiation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **17**, 237-239.

---

**Activities of Hydrolytic Enzymes in Barley Malts Prepared under Different Germination Conditions**

Young-Tack Lee\* and Chulkyoon Mok(*Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Sungnam, Kyunggi-do, 461-701, Korea*)

**Abstract :** Barley malts were prepared at 15, 18 and 21°C for 3~6 days, and assayed for  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amylase and  $\beta$ -amylase activities.  $\beta$ -Glucanase activity increased markedly during early germination and reached maximum at the 6th day of germination.  $\beta$ -Glucanase activity in six-rowed barley malt was much higher than that in two-rowed malt.  $\beta$ -Glucanase activity was associated with reduction in  $\beta$ -glucan content during germination.  $\beta$ -Amylase activity was also considerably higher in two-rowed barley, and increased continuously during 6-day germination.  $\beta$ -Amylase activity was the lowest at 15°C, the highest at 18°C, and intermediate at 21°C of germination temperature. Considerable amount of  $\beta$ -amylase was detected in ungerminated raw barley, and this enzymatic activity tended to increase during 6-day germination. Diastatic power, measure of starch-saccharifying enzyme, in six-rowed malt was 1.4~1.6 fold higher than in two-rowed malt. Germination at 18°C for 5~6 days was suggested to be the optimum condition for manufacturing good quality malts, in terms of enhanced starch-degrading enzymatic activity.

---

Key words : barley, malt, germination,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -amylase

\*Corresponding author