

## 전통식혜 제조 - 제1보 엿기름과 효소를 이용한 제조

안 용 근

충청대학 식품영양과

### Preparation of Traditional Malt-Sikhye 1. Preparation by Malt and Amyolytic Enzymes

Yong-Geun Ann

Dept. of Food and Nutrition, Chung Cheong Junior College, Cheong Won, Chung Buk 363-890, Korea

#### Abstract

To develop the scientific preparation method of Korean traditional rice drink 'Sikhye', effect of malt and commercial amyolytic enzymes in preparation of malt-Sikhye were studied. Amylase activity of malt used in this study was 9,725unit /g. In malt-Sikhye preparation, effective saccharifying conditions were 4% of malt, 20% of rice, at 60°C for 5hour. Commercial amyolytic enzymes such as  $\beta$ -amylase(Biozyme ML, Himaltosin GL),  $\alpha$ -amylase(Bokhabhyoso 5000, Teramyl and Fungamyl) and pullulanase(Enzyme CK-20) were not effective in saccharification for Sikhye preparation.

Key words : malt-Sikhye, traditional Sikhye, Sikhye production

#### 서 론

식혜는 보리로 만든 엿기름으로 고두밥을 당화시켜 만든다. 보리싹을 틔우면 지벨렐린의 작용으로  $\beta$ -아밀라아제가 합성된다. 그리고, 잠재형의 지모겐  $\beta$ -amylase ( $\alpha$ -1,4-glucan maltohydrolase, EC 3.2.1.2)는 싹이 트면서 각효소 사이를 묶고 있던 결합이 절단되어 효소로 작용하게 된다. 엿기름을 전분에 작용시키면 함유된  $\beta$ -아밀라아제는 전분의 비환원성 말단에서  $\alpha$ -1,4-글루코시드 결합을 차례로 가수분해하여 말토오스(맥아당)를 생산한다. 그러나,  $\alpha$ -1,6-글루코시드의 가지결합은 가수분해하지 못하여 가수분해가 멈추어서 한계 텍스트린 토막이 남는다. 그래서 식혜에는 가수분해되지 않은 비전분성 밥알과 말토오스, 한계 텍스트린이 함께 들어 있으나 엿기름에는  $\alpha$ -아밀라아제도 일부 들어 있으므로 다른 말토올리고당도 일부 생기며, 글루코오스도 생긴다. 그러나 주성분은 말토오스이다<sup>1,2)</sup>.

식혜는 선풍적인 인기를 끌어 음료시장의 매출액 면에서 1위를 달성한 바 있으나 본 연구자는 시판식

혜를 분석하여 주성분이 설탕이므로 소비자의 기호를 오래 잡아둘 수 없을 것으로 문제를 제기한 바 있다<sup>3-5)</sup>. 그러나 관련업계와 기관에서는 엿기름만으로 식혜를 만들 수 없고, 설탕이 들어가지 않으면 식혜가 안 된다고 하였다<sup>6,7)</sup>. 그래서 본 연구자는 문헌적 고찰을 통하여 전통식혜는 설탕을 사용하지 않는다는 사실을 확인하고, 엿기름만으로 식혜를 만들어서 그들의 주장이 엉터리이고, 현재의 식혜산업이 옛날 방법보다 낙후되어 있다는 사실을 밝힌 바 있다<sup>3-5,8)</sup>.

나아가 전통방법으로 만든 식혜의 당성분과 구조를 분석<sup>9,13)</sup> 하고, 식혜를 효모 발효시켜서 술을 제조하였다.<sup>14,16)</sup> 그러나, 아직까지 엿기름만으로 제조하는 전통식혜 제조 방법에 대한 과학적이고 체계적인 조건을 모두 밝혀 낸 연구결과는 없다. 본 연구는 전통식혜제조에 대한 경제적, 과학적, 체계적 조건을 밝힌 결과이다.

전통 식혜 제조 방법을 전문으로 연구한 것으로는 이<sup>17)</sup>, 문<sup>18)</sup>과 박<sup>19)</sup>의 결과가 있으나 부분적이다. 다른 결과들은 목적이 다르고, 설탕을 첨가하거나, 곰팡이 코오지를 사용하여 만든 것으로 전통식혜와 거리가 멀다<sup>20-24)</sup>. 안동식혜<sup>25-27)</sup>는 시어버린 것을 활용할 수

Corresponding author : Yong-Geun Ann

있도록 가공한 것으로 정통 식혜와 거리가 멀다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

시약은 일급 및 특급시약을 사용하였다. 쌀은 충북 청원군 연합농협의 미호천쌀(일반미)을 사용하였다. 엿기름은 비락 진천 식혜공장에서 제공받은 제품을 사용하였다.

시판 효소는 다음과 같은 식품공업용 아밀라아제를 받아서 사용하였다.

- (1) Biozyme ML (日本 天野(Amano)):  $\beta$ -Amylase 6,810unit/ml,  $\alpha$ -amylase 1,360 unit/ml, 최적 pH 5.0, 최적 온도 58℃
- (2) 복합효소제 5000 (태평양화학) :  $\alpha$ -amylase 150,000unit/g,  $\beta$ -amylase 5,000unit/g, protease 1,000unit/g, 최적 pH 5.0, 최적 온도 55℃.
- (3) Enzyme CK-20L (日本 天野(Amano)) : Pullulanase 1,000unit/ml, 최적 pH 6.4, 최적온도 55℃
- (4) Himaltosin GL (日本 阪急共榮物産) :  $\beta$ -Amylase 10,000unit/g, 최적 pH 5.0, 최적온도 55℃
- (5) Fungamyl (Novo) :  $\alpha$ -amylase, 최적 pH 5, 최적온도 55℃.
- (6) Teramyl (Novo) : 액화형  $\alpha$ -Amylase, 최적 pH 6, 최적온도 90℃

### 2. 기 기

굴절당도계는 Atago (0~32%), UV/Vis 분광광도계는 Shimadzu UV-1601, 항온수조는 Jisco C-BG, 원심분리기는 한일 유니온 5KR을 사용하였다.

### 3. 엿기름의 활성측정

- (1) 엿기름에 물 5배를 가해 60℃에서 1시간 추출한 다음, 다시 60℃에서 30분 추출하여 0.01 M 아세트산 완충액(pH 5.5)을 가해 4% 엿기름 추출액으로 한 것.
- (2) 상기용액을 60℃에서 5시간 반응시킨 것
- (3) 상기 (1) 용액과, 쌀로 20%의 고두밥을 함유한 용액을 60℃에서 5시간 항온시킨 것. 이것은 식혜 제조 조건이다.

### (4) 기 질

가용성 전분 0.8g을 20ml의 0.05M 아세트산 완충액(pH 5.5)에 용해한 것.

### (5) 방 법

기질 0.5ml에 0.05M 아세트산 완충액(pH 5.5)으로 500배 희석한 효소 용액(상기 1, 2, 3) 0.5ml를 가해 37℃에서 10분간 반응시킨 후 생성된 환원당을 Somogyi-Nelson 법<sup>28)</sup>으로 670nm에서 비색정량하였다. 1 Unit는 1분간에 1  $\mu$ mol의 말토오스를 유리하는 양으로 하였다.

### 4. 엿기름에 의한 당화

엿기름 추출은 엿기름 200g에 물을 가해 750ml로 하여 60℃에서 2시간 추출한 다음 원심분리하였다. 남아있는 찌꺼기에 물 200ml를 가해 교반, 원심 분리하여 추출액을 합쳤다.

고두밥은 상온에서 1시간 물에 담갔다가 30분 썰서 사용하였다.

당화는 100ml 비이커에 쌀로 20%의 고두밥을 가하고 상기 (1)의 엿기름액 1~10%를 단계적으로 가한 다음 1M 시트르산 완충액을 0.01M(pH 5.0)로 희석하여 pH를 5.5로 맞춘 용액을 가하여 100ml로 하였다. 이후 60℃ 항온수조에서 반응시키면서 30분마다 한번씩 저어주면서 두 시간 반, 5시간 후의 Brix를 잰다.

### 5. 시판효소를 사용한 쌀의 당화

#### (1) 엿기름 및 고두밥

상기 4와 같다.

#### (2) 조 건

100ml 비이커에 쌀로 20%의 고두밥을 가하고 시판 효소 원액을 0.1ml에서 1.0ml까지 단계별로 가한 다음 1M 시트르산 완충액(pH 5.0)으로 pH를 5.5로 맞추어 100ml로 만들었다. 다음, 60℃ 항온수조에서 반응시키면서 2시간반, 5시간째의 Brix를 잰다.

#### (3) 태평양화학 분말효소(당화효소 5000) 0.5g을

100ml 물에 녹여서 (2)와 같은 조건으로 1~10ml까지 단계적으로 가해 반응시켰다. 이와 별도로 엿기름 추출액 4%가 함유된 용액에도 같은 양 가해 반응시켰다.

**6. 엿기름을 4%로 고정한 상태에서의 시판 효소의 영향**

상기 4의 조건과 같이 쌀 20%의 고두밥, 엿기름 4% 용액에 시판효소를 0ml에서 0.3ml까지 단계적으로 가한 용액을 55℃에서 5시간 반응시키면서 두시간 반, 5시간 후의 Brix를 잰다.

**7. 엿기름을 4%로 고정하고, 시판효소 함량도 고정**  
 엿기름은 60℃에서 두 시간, 다시 물을 부어 60℃에서 30분간 추출하여 합쳤다.

고두밥은 쌀 2kg을 실온에서 한 시간 불린 다음 30분 찌다.

반응은 100ml 짜리 비이커에 쌀로 20%의 고두밥, 엿기름 4% 용액으로 만들어 시판효소를 0.5ml씩 가하고, 나머지 용액은 0.002M 시트르산 완충액(pH 5.5)으로 채웠다. 57℃에서 5시간 반응시키면서 30분마다 한번씩 저어 주고 1시간마다 Brix를 잰다.

**8. 엿기름과 시판효소의 온도 안정성**

200ml 비이커에 쌀로 20%의 고두밥, 엿기름 4%, 시판효소 0.5ml를 0.002M 시트르산 완충액(pH 5.5)에 함유시켜 70℃와 90℃에서 5시간씩 반응시키면서 30분마다 저어주며 1시간마다 Brix를 잰다.

**결 과**

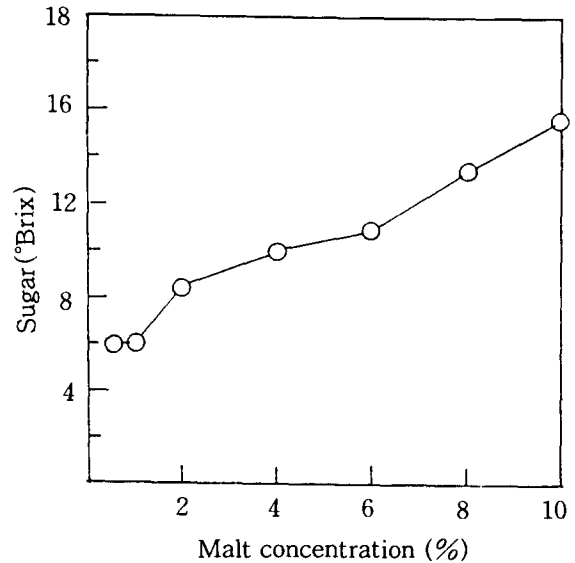
**1. 엿기름의 아밀라아제 활성**

엿기름을 60℃에서 1시간 추출한 다음, 다시 30분 추출하여 4% 함량으로 조정하여 측정된 엿기름의 아밀라아제 활성은 38.9unit/ml(9,725unit/g 엿기름)이었으나, 추출액에 고두밥을 가하지 않고 60℃에서 5시간 가온한 것은 25.4unit/ml, 추출액에 고두밥을 가해 60℃에서 5시간 당화시킨 것은 41unit/ml를 나타냈다.

이 같이 엿기름 추출액에 고두밥을 가하지 않고 같은 조건에서 5시간 놓아둔 후의 효소는 35%가 실활되었으나 고두밥을 가해 식체를 제조한 것은 5시간 후도 아밀라아제의 활성이 저하되지 않은 것은 기질이 존재하면 효소가 안정화되기 때문이다.

**2. 엿기름에 의한 당화**

쌀을 20%로 고정하고 엿기름 양을 변화시켜서 5시간 당화시킨 결과, Fig. 1과 같이 엿기름 양이 증가하는 데 따라 당도도 증가하였다. 엿기름 양에 따른



**Fig. 1. Effects of malt concentration on the sugar of saccharification of cooked rice.** Rice 20%, pH 5.5, reaction: 60℃ for 5hr.

**Table 1. Effects of malt contents on sugar content (°Brix) in malt-Sikhye**

Malt (%)	10	8	6	4	2	1	0.5
Sugar (°Brix)	17.8	16.7	15.5	15	14.2	13	13

\* Cooked rice 20%, pH 5.5, 60℃ and 5hr

당도는 Table 1과 같다.

이 결과와, 엿기름의 향취, 엿기름 가격, 당화시간 등을 감안하여 20%의 쌀을 당화시키는 데 필요한 최소한의 엿기름을 4%로 정하였다.

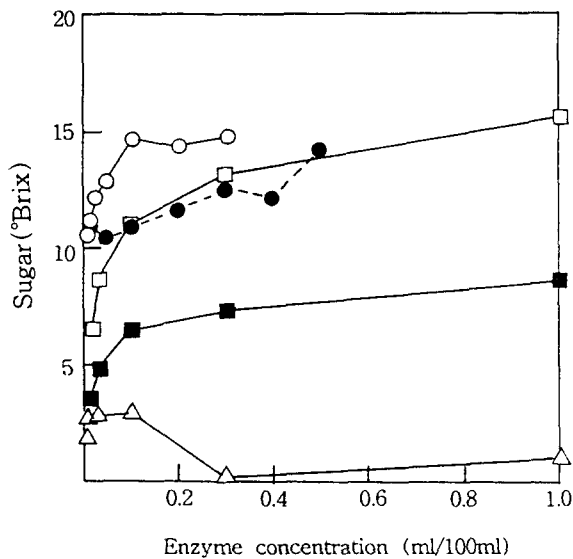
**3. 시판효소에 의한 당화**

시판효소만을 사용하여 쌀 20%의 고두밥을 당화시킨 결과, Fig. 2와 같이 첨가량 0.1~0.3ml/100ml 농도에서는 비슷한 당화율을 나타냈다. 그중 Fungamyl(α-amylase), Teramyl(β-amylase), Biozyme ML(β-amylase)의 당화력은 비슷하였고, Hilmaltosin GL(β-amylase)은 Biozyme ML의 1/2 정도의 당화력을 나타냈다.

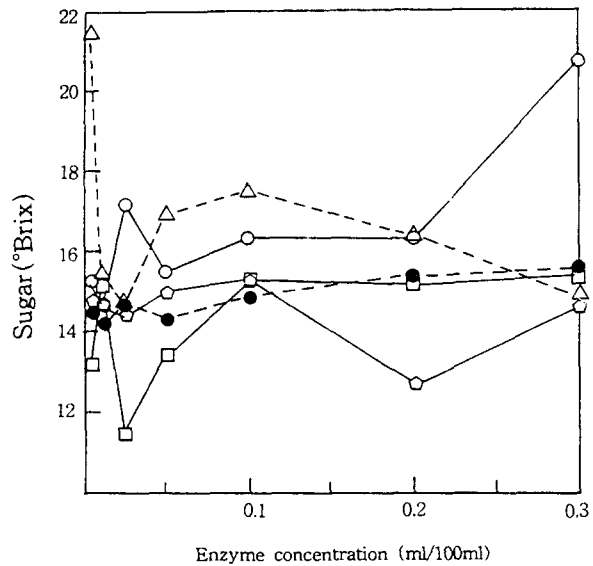
한편, 복합효소제 5000(α-amylase)의 결과는 Fig. 3과 같이 3ml/100ml 농도까지는 당화율이 효소량과 직선적으로 증가하였다.

**4. 엿기름 4% 고정시의 농도별 시판효소의 영향**

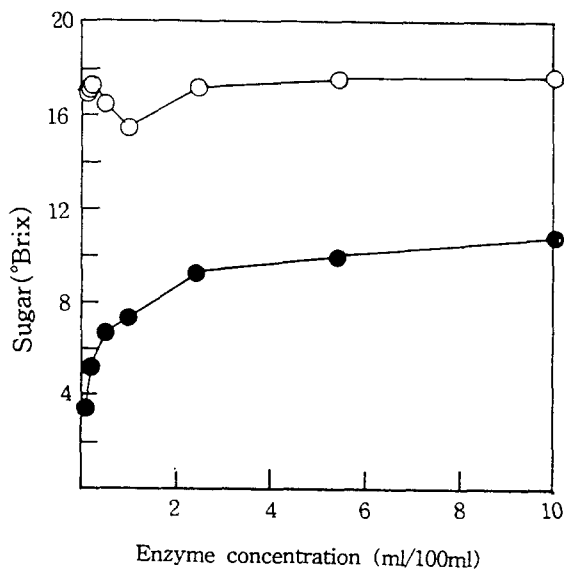
이상의 결과를 바탕으로 쌀 20%의 고두밥을 사용



**Fig. 2. Effects of commercial amylolytic enzyme concentration on the degree of saccharification of cooked rice.** Rice 20%, pH 5.5, reaction: 60°C for 5hr. ○-○ Teramyl, ●-● Fungamyl, □-□ Biozyme ML, ■-■ Himaltosin GL, △-△ Enzyme CK-20L.



**Fig. 4. Effects of commercial amylolytic enzyme concentration on the sugar contents in malt-Sikhye.** Rice 20%, pH 5.5, reaction: 60°C for 5hr. ○-○ Teramyl, ●-● Biozyme ML, □-□ Fungamyl, △-△ Enzyme CK-20L, ◇ Himaltosin GL



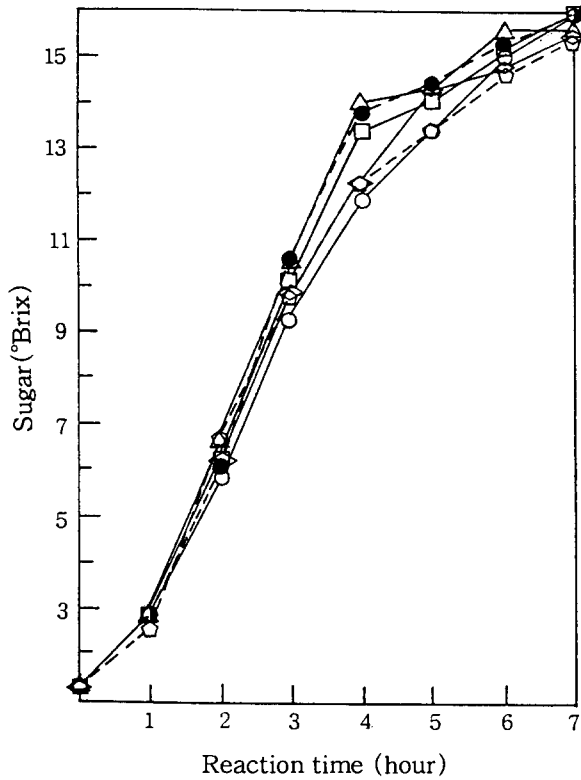
**Fig. 3. Effects of Bokhabhyoso 5000 concentration on the degree of saccharification of cooked rice.** Rice 20%, pH 5.5, reaction: 60°C for 5hr. ○-○ malt 4% plus Bokhabhyoso 5000, ●-● Bokhabhyoso 5000 alone.

하여 엿기름 농도 4%, 시판효소 0.3ml/100ml로 고정시켜서 당화시킨 결과, Fig. 4의 결과를 얻었다.

(Fig. 4) 효소 첨가량 0.05ml/100ml 이하에서는 결과에 기복이 심하였고, 0.05%에서 0.1%의 농도 범위에서는 당화율이 안정하였다. Enzyme CK-20L은 0.1ml 농도에서 최대의 당화율을 나타냈으나 그 이상에서는 오히려 저하하였다. Himaltosin GL은 0.1%에서 최대값을 보이고 상하 양방향에서 저하하였다. 한편, 복합효소제 5000은 Fig. 3과 같이 1ml/100ml에서 가장 낮은 결과를 보이고, 그보다 상하에서는 증가하였다. 이것은 이들 효소가 엿기름의 아밀라아제와 경쟁적으로 작용하기 때문이다. 이 같이 당화력을 최적으로 나타내는 상호 보합적인 효소 농도가 서로 다르다.

**5. 엿기름과 시판효소의 농도를 고정하였을 때의 당화율**

이상의 결과를 바탕으로 쌀 20%, 엿기름 4%, 각 시판효소를 0.3ml로 고정하여 7시간 반응시킨 결과 Fig. 5와 같이 4시간째는 차이가 많이 났으나 6시간째에는 차이가 거의 없어졌다. 이들 결과만으로 판단하면 4% 엿기름과 함께 시판효소를 사용하는 것은 당화율에는 그다지 영향을 미치지 못하지만 생성당에는 차이가 생긴다(Table 2).



**Fig. 5. Effects of commercial amyolytic enzymes on the sugar contents in malt-Sikhye during different preparation time.** Rice 20%, pH 5.5, reaction: 60°C for 5hr. ○-○ malt, ●-● Fungamyl, □-□ Enzyme CK-20L, △-△ Teramyl, ◇-◇, Himaltosin GL, ◊ Biozyme ML

**Table 2. Effects of commercial amyolytic enzymes on the sugar contents (°Brix) in malt-Sikhye**

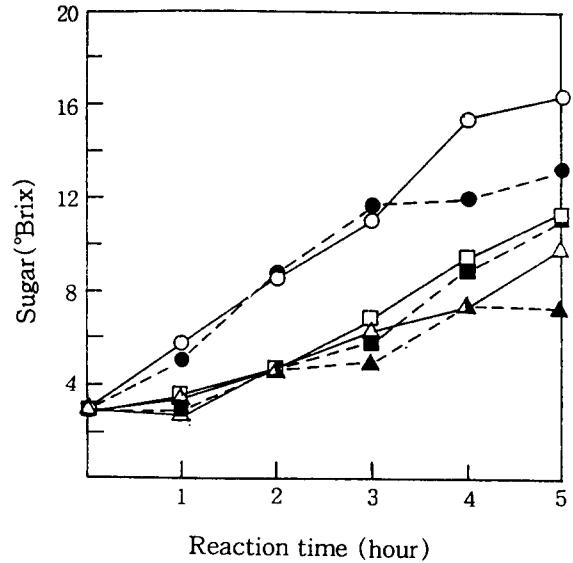
Enzyme	Saccharification time (hr)		
	2	4	7
Malt	6.8	12.8	16.5
Malt plus Teramyl	7.1	14.8	17.0
Malt plus Enzyme CK	7.3	14.4	17
Malt plus Fungamyl	7.6	15.0	16.6
Malt plus Biozyme ML	7.7	13.2	16.4
Malt plus Himaltosin GL	7.2	10.9	13.2

\* Cooked rice 20%, pH 5.5, 60°C and 5hr

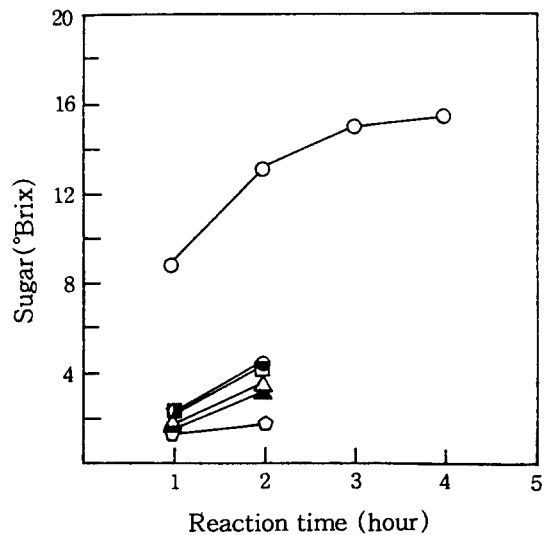
6. 내열성

쌀 20%, 엿기름 4%, 각 효소 0.3% 존재하에 60°C에서 5시간 반응시킨 결과는 Fig. 5에서 살펴보

았다. 한편 같은 조건에서 70°C에서 반응시킨 결과, 열안정성은 Fig. 6과 같이 Teramyl, Biozyme ML, 엿기름, Enzyme CK-20L, Himaltosin GL,



**Fig. 6. Heat stability (70°C) of commercial amyolytic enzymes in preparation of malt-Sikhye.** Rice 20%, pH 5.5, malt 4%, enzyme 0.5ml, reaction: 70°C for 5hr. ○-○ Teramyl, ●-● Biozyme ML, □-□ malt, ■-■ Enzyme CK-20L, △-△, Himaltosin GL, ▲-▲ Fungamyl



**Fig. 7. Heat stability (90°C) of commercial amyolytic enzymes in preparation of malt-Sikhye.** Rice 20%, pH 5.5, malt 4%, enzyme 0.5ml, reaction: 90°C for 5hr. ○-○ Teramyl, ●-● Enzyme CK-20L, □-□ Fungamyl, △-△ Biozyme ML, ▲-▲ Himaltosin GL, ◊ malt

Fungamyl의 순으로 나타났다. 90℃에서는 Fig. 7과 같이 Teramyl 외에는 대부분 실패하였다. 나머지는 효소가 변성되어 고두밥이 떡과 같이 불기 때문에 더 이상의 측정은 불가능하였다. 결과적으로 Teramyl의 내열성이 가장 우수하였다.

## 요 약

전통 식혜제조 방법을 과학화 체계화시키기 위하여 엿기름과 시판 아밀라아제를 단독 또는 혼합 사용하여 식혜를 제조하였다. 엿기름의 아밀라아제 활성(환원력)은 9,725unit/g이었다. 엿기름 식혜는 엿기름 4%, 쌀 20%를 사용하여 60℃에서 5시간 반응시키는 것이 가장 효과적이었다. 시판  $\beta$ -아밀라아제(Biozyme ML, Hamilton GL),  $\alpha$ -아밀라아제(복합효소 5000, Teramyl, Fungamyl), pullulanase(Enzyme CK-20)는 단독, 또는 엿기름과 함께 사용하면 초기에는 엿기름을 단독 사용한 것보다 당화율을 증가시켰으나 5시간 후에는 엿기름 단독 사용한 것보다 큰 차이가 없었다.

## 감사의 말

본 연구는 비락(주)의 연구비로 수행되었다.

## 참고문헌

1. 安龍根 : 甘藷  $\beta$ -아미라아제에 관한 연구, 大阪市立大學 博士學位論文(1989).
2. Shinke, R. : Malt  $\beta$ -amylase, Handbook of Amylases and Related Enzymes, Ed. by The Amylase Research Society of Japan, Pergamon Press p.83~87(1988).
3. 안용근, 이석진 : 시판 식혜에 관한 연구, *한국식품영양학회지*, 8, 165~171(1995).
4. 안용근, 이석진 : 전통식혜 및 시판 식혜의 역사적 고찰 및 정의, *한국식품영양학회지*, 9, 37~44(1996).
5. 안용근, 이석진 : 식혜산업의 문제점과 품질 향상방안, *한국식품영양학회지*, 9, 45~51(1996).
6. 한역 : 쌀이용 전통음료의 산업화와 발전방향, 전통식품의 현황과 품질개선 심포지움논문집, *한국식품과학회*, 169~196 (1995. 11.15).
7. 한역 : 소위 설탕물 식혜에 관한 의견, *한국식품개발연구원* (1995. 11.15).
8. 안용근 : 전통식혜제조, 비락(주) 위탁연구보고서 (1996. 11).
9. 안용근 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 제1보 정제 및 구조 해석, *한국식품영양학회지*, 10, 82~86 (1997).
10. 안용근 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 제2보 효소적 분석, *한국식품영양학회지*, 10, 87~91(1997).
11. 안용근 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 제3보 시판식혜, *한국식품영양학회지*, 10, 92~96(1997).
12. 안용근 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 제4보 참쌀식혜, *한국식품영양학회지*, 10, 180~185(1997).
13. 안용근, 이석진 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 제5보 구조 해석, *한국식품영양학회지*, 10, 309~313 (1997).
14. 안용근, 김승겸, 신철승 : 식혜주에 관한 연구 - 제1보 멥쌀식혜 올리고당주, *한국식품영양학회지*, 10, 360~364(1997).
15. 안용근, 김승겸, 신철승 : 식혜주에 관한 연구 - 제2보 찰쌀식혜 올리고당주, *한국식품영양학회지*, 10, 365~369(1997).
16. 안용근, 김승겸, 신철승 : 식혜주에 관한 연구 - 제1보 시판식혜 올리고당주, *한국식품영양학회지*, 10, 370~374(1997).
17. 이효지, 전희정 : 식혜 제조의 과학적인 연구, *대한가정학회지*, 14, 195~203(1976).
18. 문수재, 조혜정 : 식혜에 대한 조리과학적 연구, *대한가정학회지*, 16, 43~49 (1978).
19. 박성인 : 식혜제조 과정에 있어서의 맥아 효소작용에 대한 효소학적 연구, 고려대학교 식량개발대학원 석사학위논문(1986).
20. 김복선, 이택수, 이명환 : 식혜의 당화과정중 성분 변화, *한국산업미생물학회지*, 12, 125~129 (1984).
21. 전문진 : 전통 맥아음료 제조과정의 효소화학적 연구, *한국음식문화연구원 논문집*, 4, 141~148 (1993).
22. 서형주, 정수현, 황종현 : 쌀보리, 걸보리 및 밀엿기름에 의한 식혜 제조시 특성, *한국식품과학회지*, 29, 716~721(1997).
23. 김석신, 이원종 : 식혜원료로의 활용 가능성 검토를 위한 발아미의 특성 조사, *한국식품과학회지*, 29, 101~106(1997).
24. 이시경, 주현규, 안종국 : 식혜제조시 쌀 품종이 당화에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 29, 470~475(1997).
25. 최청, 석호문, 조영제, 임성일, 이우제 : 전통 안동식혜의 제조공정 확립에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 22, 724~731 (1990).
26. 김성, 손준호, 우희섭, 성태수, 최청 : 전통 안동식혜로부터 젖산균 및 효모의 분리 및 그 특성, *한국식품과학회지*, 30, 941~947(1998).
27. 김성, 손준호, 조국영, 손규목, 최청 : 안정제에 의한 젖산균 및 효모를 이용한 전통 안동식혜의 저장, *한국식품과학회지*, 30, 1394~1398(1998).
28. Nelson, N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 153, 375~379(1944).

(1998년 4월 10일 접수)