

식혜제조시 쌀 품종이 당화에 미치는 영향

이시경 · 주현규 · 안종국*

건국대학교 농과대학 농화학과, *건국대학교 농과대학 식량자원학과

Effects of Rice Varieties on Saccharification in Producing *Sikhe*

Si Kyung Lee, Hyun Kyu Joo and Joung Kuk Ahn*

Department of Agricultural Chemistry, Kon-Kuk University

*Department of Crop Science, Kon-Kuk University

Abstract

This study was to determine the effects of rice varieties on saccharification in producing *sikhe* using 45 different rice varieties. Using Gancheok, Sinkeumo, Seoan and Gychwa, *sikhe* showed the highest sweetness determined by refractometer, however *sikhe* using Sangju, Namweon and Yeongdeog showed the lowest sweetness with difference of about 19%. Sugar composition of *sikhe* using Gancheok, rice variety, is fructose 3.6%, glucose 9.8%, maltose 78.3% and maltotriose 8.3%, analysed by High Performance Liquid Chromatography. Six-row malt showed better saccharification power than two-row malt. And 100 mesh sieved powder of malt was better in saccharification than 20 mesh sieved powder. Optimum saccharification temperature of six-row malt was 60°C.

Key words: rice variety, *sikhe*, saccharification, sugar composition

서 론

식혜는 중국의 예기(禮記)에 기록된바 상류층 음료의 하나인 감주의 윗물인 禮(단술)에서 그 기원을 찾을 수 있다고 하였다. 식혜는 보통 단술 또는 감주라고 부르나 밥알을 띄어서 먹는 것을 식혜라 하고 다삭은 것을 끓여서 밥알을 건져 내고 물만 먹는 것을 감주라고 구별하기도 한다⁽¹⁾. 지금까지 맥아 및 식혜 제조에 관한 연구로는 이와 전⁽²⁾이 식혜제조에 관한 과학적 연구에서 봄에 기른 엿기름 가루는 55~60°C에서 당화력이 가장 높고 가을에 기른 엿기름 가루는 40~50°C에 당화력이 가장 높았다고 하였다. 조⁽³⁾는 맥아를 15°C에서 제조하면 아밀라아제의 역가가 높으며 맥아잎 눈의 길이는 3~4 cm일 때 좋았고 찹쌀, 멥쌀, 보리쌀 중 찹쌀이 당화가 가장 좋았다고 하였다.

조⁽⁴⁾는 당화력이 강한 맥아제조 및 맥아 침수시간, 쌀의 종류와 취반 방법에 따른 식혜의 비교연구에서 맥아잎 눈의 길이가 1.2~1.5 cm일 때 당화력이 가장 강하였으며 쌀의 길이가 보리길이의 1.5배를 정점으로

당화력이 감소하였고, 맥아분의 최적 침수 시간은 3.5 시간 일 때 가장 당화력이 높았다고 하였다.

남과 김⁽⁵⁾은 고두밥과 엿기름 가루의 양을 달리한 식혜와 여러가지 대체 감미료를 사용한 식혜의 관능적 특성을 조사하였으며, 유⁽⁶⁾는 곰팡이를 증자한 쌀에 배양하여 코오지를 만들어 감주제조에 이용하는 재반 조건을 검토하였다. 최근 몇 년 동안 특정 지역의 식혜에 관한 연구가 보고되고 있다^(7,11).

이상에서와 같이 지금까지의 연구는 주로 맥아제조, 당화조건, 쌀의 종류 및 취반 방법에 관한 연구로서 쌀의 다양한 품종에 따른 식혜제조에 관한 연구는 전무하다. 따라서 본 연구에서는 다양한 쌀의 품종을 달리하여 식혜제조시 쌀 품종에 따른 당도와 당 조성의 변화를 조사하였으며, 또한 맥아의 종류도 달리하여 이조 맥아와 육조 맥아의 식혜당화에 미치는 효과를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

경기도 여주 건국대학교 농과대학 실습장에서 1995년 재배하여 수확한 45종의 찹쌀과 멥쌀을 식혜

Corresponding author: Lee, Si Kyung, Department of Agricultural Chemistry, Kon-Kuk University, 93-1 Mojin-dong, Kwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea

밥의 원료로 사용하였다. 맥이는 두산농산(주)에서 제조한 이조 맥아와 육조 맥아를 사용하였다.

맥아 추출물의 조제

맥아를 100 메쉬(mesh)로 분쇄하여 사용 하였으며 분쇄된 맥아 2에 50°C의 물 8의 비율로 가하여 50°C에서 2시간 추출한 후 5,000 rpm으로 10분간 냉장 원심 분리한 상정액을 맥아 추출액으로 사용하였다.

식혜의 제조

쌀 100 g을 각각 취하여 물로 3회 씻은 후 물 200 g을 붓고 2시간 실온에서 정치시켜 쌀을 불렸다. 그 후 증기솥을 이용하여 밥을 제조하였다. 밥을 식힌 후 준비된 맥아 추출물 480 g에 밥 60 g의 비율로 골고루 섞어 60°C 수조에서 당화시키면서 당도와 총당을 측정하였다.

당화력 및 당도 측정

0.1 M 아세테이트 완충용액(pH 5.6)을 이용한 0.5% 가용성 전분 용액 5 mL에 엇기름액 0.1 mL를 취하여 섞은 후 40°C 수조에서 10분간 반응시켜 유리된 환원당을 Somogi 방법으로 540 nm에서의 흡광도(Optical Density)를 측정하여 당화력으로 표시하였다. 한편 밥을 기질로 사용할 때에는 밥 30 g에 맥아 추출물 240 mL를 가하여 당화시켜 같은 방법으로 측정하였다. 당도는 refractometer (Precision type, NOW Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 당화액의 총당은 페놀-황산법을 이용하여 측정하였다⁽¹²⁾. 즉 1,000배 희석한 식혜당화액 1 mL에 5% phenol 1 mL와 진한 황산 5 mL를 가해 정치시킨 후 470 nm에서 비색 정량하였다. 표준당으로는 maltose를 사용하였다.

식혜의 당 분석

쌀 품종을 달리하여 60°C에서 6시간 당화시켜 제조한 식혜액의 당조성은 High Performance Liquid Chromatography (GPC-2, Model 590, Waters Associates, USA)를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 carbohydrate column, mobile phase 78.5% acetonitrile, flow rate 0.6 mL/min, column temperature 30°C이었다.

자료의 통계처리

실험 결과의 통계처리는 SAS (Statistical Analysis System) Program을 이용하여 최소 유의차(least significant difference, LSD)를 유의도 5%수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

맥아의 종류 및 입자의 크기별 추출시간에 따른 당화력 비교

이조 보리와 육조 보리를 이용하여 제조한 맥아를 각각 20 메쉬로 곱게 분쇄한 맥아분과 100 메쉬로 곱게 분쇄한 맥아분을 물과 골고루 섞어 50°C에서 정치시키면서 추출 시간의 경과에 따른 맥아 추출물을 이용하여 밥 30 g에 추출물 240 g을 골고루 섞어 60°C에서 90분간 반응시킨 후 유리된 환원당을 흡광도로 표시한 결과는 Fig. 1과 같다.

그림에서의 같이 육조 맥아를 100 메쉬로 곱게 분쇄하여 사용하였을 때 가장 높은 흡광도를 나타 내었다. 육조 맥아를 곱게 분쇄한 경우가 이조 맥아를 곱게 분쇄한 경우보다 다소 높았으나 커다란 차이가 없었으며, 이조 맥아를 20 메쉬로 곱게 분쇄하였을 경우는 가장 낮은 흡광도를 나타내었다. 추출 120분까지는 맥아 추출물을 이용하여 식혜를 제조시 유리된 환원당이 계속 증가하였으나 추출 150분의 맥아 추출물을 이용시는 환원당의 증가가 거의 없었다.

조⁽⁴⁾는 맥아분의 침수시간 3.5시간에 당화가 가장 좋았다고 하여 본 실험과 다소 상이한 결과를 보고하였으나, 이는 실온에서 추출시킨 것에 기인하는 것으로 생각된다. 이상에서 식혜제조시 맥아의 선택에서 육조 맥아의 당화력이 이조 맥아보다 높았으며, 20 메쉬로 곱게 분쇄한 경우보다는 100 메쉬로 곱게 분쇄한 맥아분을 이용시 당화력이 높았음을 알수 있었다. 일반적으로 이조 맥아는 맥주 제조용 맥아로 주로 많이 이용되는 것으로 알려져 있다.

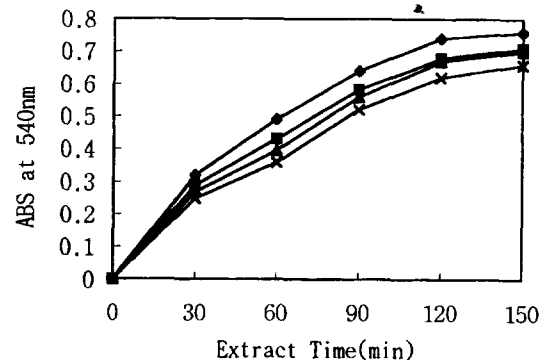


Fig. 1. Effect of malt varieties on saccharification of boiled rice with extract time. ◆—◆: 100 mesh sieved powder of 6-row malt, ■—■: 20 mesh sieved powder of 6-row malt, ▲—▲: 100 mesh sieved powder of 2-row malt, ×—×: 20 mesh sieved powder of 2-row malt.

육 등⁽¹³⁾은 육조 맥아를 이용한 식혜 제조실험에서 20 메쉬 이하의 굵은 입자에서 당화력이 가장 높았으며, 찹질부분과 80 메쉬 이상의 미세한 입자에서 낮았다고 보고하였으나, 이는 맥아를 분쇄한 후 입자 크기별로 구분하여 당화력을 측정된 결과로 본 실험의 맥아 전체를 입자별로 구분하여 분쇄하여 사용한 것과는 차이가 있었다.

온도가 당화에 미치는 영향

0.5% 가용성 전분과 밥을 각각 기질로 사용하여 맥아 추출물을 가한 후 각 온도에서 당화 시키면서 당화 효소에 의해 유리되는 환원당을 540 nm에서의 흡광도로 나타내었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 가용성 전분 용액을 기질로 사용하였을 경우 당화온도 60°C

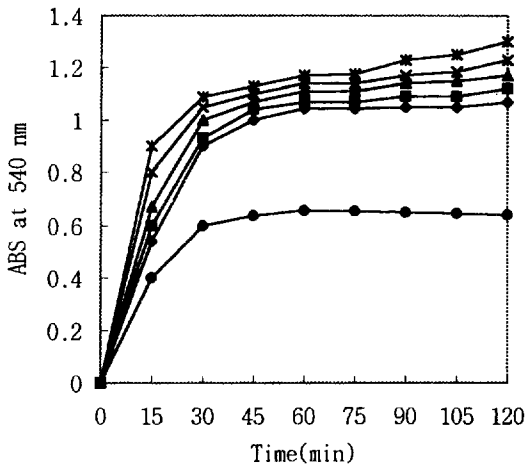


Fig. 2. Effect of temperature on saccharification using soluble starch as substrate. ◆—◆: 40°C, ■—■: 45°C, ▲—▲: 50°C, ×—×: 55°C, *—*: 60°C, ●—●: 70°C.

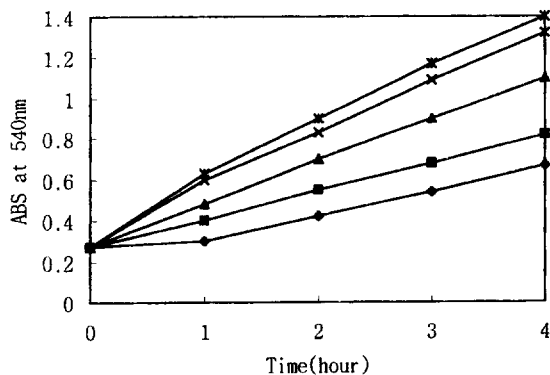


Fig. 3. Effect of temperature on saccharification using boiled rice as substrate ◆—◆: 40°C, ■—■: 45°C, ▲—▲: 50°C, ×—×: 55°C, *—*: 60°C.

에서 당화력이 가장 높았으며 그 다음으로는 50°C와 45°C, 40°C순으로 높았다. 그러나 당화온도 70°C에서의 환원당은 현저히 감소하는 경향을 나타내었다.

한편 Fig. 3에서와 같이 기질을 밥으로 사용하여 밥 30 g에 맥아 추출물 240 g을 섞어 각 온도에서 당화시킨 결과에서도 60°C에서 당화시 당화력이 가장 높았으며 가용성 전분 기질 용액에서 보다 각 온도에서의 당화력의 차이가 뚜렷하였다. 기질로 가용성 전분을 이용시에는 반응시간 30분 만에 환원당이 급격히 증가하였으나, 밥을 사용하였을 때에는 4시간 동안 직선형으로 증가하였다. 이는 가용성 전분의 경우 기질의 분해가 용이하였기 때문인 것으로 생각된다.

이와 전⁽¹⁴⁾은 엿기름에 관한 실험에서 봄 엿기름을 사용시 55°C와 60°C에서 당화력이 가장 높았으며, 가을 엿기름의 경우는 40°C-50°C에서 가장 높았다고 하여 봄과 가을 엿기름의 당화 온도의 차이가 있음을 보고하였다.

이상에서 본 실험에 사용한 육조 걸보리 맥아의 당화 온도는 60°C가 최적임을 알 수 있어 향후 쌀 품종별 당화에 미치는 효과에 관한 실험에서 당화온도를 60°C로 하였다.

맥아 사용량의 결정

맥아의 사용량을 각각 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%로 하여 50°C의 물로 골고루 섞은 후 2시간 추출하여 추출물을 각각 제조하여 맥아 추출물 240 g과 밥 30 g을 잘 섞은 후 60°C에서 당화시켰다. 각 조건에서 당화시간 경과에 따른 식혜의 환원당 변화를 Fig. 4와 같이 흡광도로 표시하여 비교한 결과 맥아의 사용량

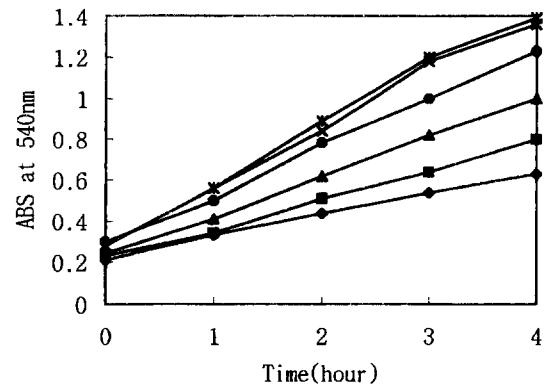


Fig. 4. Effect of malt amount on saccharification in producing sikhae ◆—◆: malt 5%, ■—■: malt 10%, ▲—▲: malt 15%, ×—×: malt 20%, *—*: malt 25%, ●—●: malt 30%.

을 20~25%으로 하였을 때 당화가 가장 좋은 것으로 나타났다. 당화시간의 경과에 따라 유리당이 증가하는 것은 식혜원료인 쌀밥중의 전분질이 맥아 추출물 중의 아밀라아제(amylase)에 의해 분해되어 생성된 당분이 식혜액으로 용출되었기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 10%이하의 맥아를 사용할 때에는 당화 과정중 충분한 효소역가를 갖지 못하여 유리 환원당이 적었으며 맥아 사용량이 높을 수록 당화가 잘된 것으로 나타났다. 맥아 사용량이 30%일 경우는 사용양 15%의 경우보다는 높았으나 20%의 경우보다는 낮았다. 문과 조⁽⁴⁾는 문현에 나타난 맥아사용량은 4.8~28.6%라는 큰 격차를 보이고 있었으나, 15~20%가 가장 보편적이었다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

쌀 품종이 당화에 미치는 영향

식혜제조시 쌀 품종에 따른 당화에 미치는 효과를 조사하기 위하여 45종의 다양한 쌀 품종을 이용하여 밥을 제조하여 각각 밥 60g에 맥아 추출물 480g을 골고루 섞어 60°C에서 당화시켰을 때 식혜액의 당도 및 총당의 변화는 Table 1과 같다.

쌀 품종으로 간척을 이용시 45종의 품종가운데 당도가 가장 높아 당화 5시간에 7.7 Brix, 10시간 후에는 11.1 Brix를 나타내었으며 신금오, 서안, 계화 등의 품종을 이용시에도 높게 나타났으나 상주, 남원, 영덕, 오봉 등의 품종을 이용시에는 당도가 가장 낮아 당화 5시간에 6.3~6.5 Brix였다. 당도가 가장 높았던 간척과 가장 낮았던 상주와의 당도 차이는 19%를 보여 당화시 쌀 품종에 따른 당도의 차이가 큰 것으로 나타나 이들은 품종간에 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 이상의 실험에서 식혜제조시 쌀 품종의 선택에 따라 당도에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으나 품종간의 어떠한 요인이 당화에 영향을 주었는지에 관하여는 밝히지 못하였다. 지금까지 쌀 품종에 따른 식혜 제조에 관한 문헌은 전무하여 고찰이 어려우나 다만 조⁽⁴⁾가 일반미와 정부미 등으로 구분하여 밥을 만들어 식혜를 제조하였을 경우 정부미 보다는 일반미를 이용하였을 때 당도가 높았음을 보고하였다. 찰쌀 품종인 화순과 신선을 이용시 당화 10시간 후의 당도가 10.4 Brix로 나타나 사용된 45종의 쌀 품종 가운데 비교적 높았다. 그러나 진부 찰쌀을 이용하였을 경우 9.4 Brix로 매우 낮은 당도를 보여 찰쌀 품종간에도 당화에 큰 차이가 있음을 알 수 있었다.

조⁽⁵⁾는 찰쌀, 멥쌀, 보리쌀을 각각 이용하여 식혜를 제조하였을 때 찰쌀의 당화가 가장 좋았다고 보고하였으나, 이는 쌀의 품종을 고려하지 않은 단순한 비교

Table 1. Changes of Brix in saccharification with time as affected by rice varieties (Unit:Brix)

Varieties	Saccharification time (hour)			Total sugar* (%)
	5	7	10	
Gancheok	7.7	9.6	11.1	13.4
Sinkeumo	7.5	9.0	11.0	12.9
Seoan	7.5	8.8	10.8	13.2
Gyehwa	7.6	9.6	10.8	12.9
Hwacheong	7.7	8.4	10.8	12.2
Tamjin	7.4	8.8	10.6	11.9
Sangsan	7.3	8.4	10.6	11.8
Hwajin	7.1	8.0	10.6	12.4
Seohae	7.1	8.0	10.6	11.7
Cheongmyeong	7.4	9.0	10.5	11.8
Mankeum	7.2	8.4	10.5	11.7
Hawnam	6.9	8.0	10.5	12.1
Palgong	7.8	8.8	10.4	11.5
Donghae	7.5	8.4	10.4	11.7
Hwaseonchal	7.3	8.2	10.4	11.1
Shinseonchal	7.3	8.1	10.4	11.6
Yeomyung	7.4	8.0	10.4	12.0
Ilpum	7.3	8.3	10.3	11.7
Unbong	7.5	8.4	10.3	12.4
Sambaeg	7.1	8.3	10.3	11.0
Sobaeg	7.7	8.9	10.2	11.4
Odae	7.3	8.3	10.2	10.4
Keumo	7.3	8.3	10.2	11.2
Nagdong	7.2	8.4	10.1	11.5
Daechong	7.1	8.0	10.1	11.2
Dongjin	6.9	8.1	10.1	11.4
Yeongsan	7.0	8.2	10.1	11.8
Yongmoon	7.6	8.3	10.0	11.8
Daegwan	7.9	8.1	10.0	11.4
Dunnae	7.5	8.3	10.0	11.7
Chucheong	8.1	8.2	9.9	12.1
Bonggwang	7.1	8.3	9.9	11.4
Samgang	7.0	8.3	9.7	11.3
Hwaseong	6.5	8.2	9.7	11.0
Jinbu	7.0	8.2	9.6	11.4
Chilseong	6.7	8.0	9.5	11.3
Daeseong	6.3	7.8	9.5	11.3
Hawyeong	6.5	7.8	9.5	11.7
Jinbuchal	6.6	7.8	9.4	11.2
Sinunbong	6.4	7.7	9.3	11.0
Hwajung	6.3	7.7	9.3	11.0
Obong	6.4	7.6	9.3	11.2
Yeongdeog	6.5	7.7	9.1	10.9
Namweon	6.3	7.6	9.0	10.9
Sangju	6.3	7.5	9.0	10.8
**CV (%)	3.6	3.4	2.6	5.6
**L S D(0.05)	0.42	0.45	0.43	1.06

*Total sugar was analyzed after 5 hours in saccharification.
 **CV (coefficient of variance) and LSD (least significant difference) were analyzed by SAS program. LSD between any two varieties at the 0.05 probability level.

실험에 기인하는 것으로 생각된다. 조⁽⁴⁾는 찰쌀을 사용할 때 멥쌀보다 당화시간이 길었다고 하였으며, 이와

Table 2. Comparison in sugar composition of *sikhe* using different rice varieties, analyzed by HPLC (Unit: %)

Sugars	Varieties				
	Gancheok	Sinkeumo	Seoan	Namweon	Sangu
Fructose	0.29 (3.6) ^a	0.32 (4.0) ^a	0.32 (4.0) ^a	0.18 (2.5) ^b	0.15 (2.1) ^b
Glucose	0.80 (9.8) ^a	0.76 (9.5) ^a	0.77 (9.7) ^a	0.65 (9.1) ^b	0.64 (9.0) ^b
Maltose	6.39 (78.3) ^a	6.13 (76.3) ^a	6.07 (76.7) ^a	5.7 (79.4) ^a	5.70 (79.9) ^a
Maltotriose	0.67 (8.3) ^b	0.82 (10.2) ^a	0.75 (9.5) ^{ab}	0.65 (9.0) ^b	0.64 (9.0) ^b
Total	8.15 (100) ^a	8.03 (100) ^a	7.91 (100) ^a	7.18 (100) ^b	7.13 (100) ^b

*Means in the row followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 probability level.

전⁽²⁾은 찹쌀과 멥쌀을 이용한 식혜제조에 관한 실험에서 찹쌀을 이용시 당도가 가장 높게 나타나기도 하였지만, 사용된 맥아의 종류를 달리하였을 때 당도가 가장 낮게 나타나, 당화 조건에 따라서도 그 차이가 큰 것으로 보고하였다. 이상에서 찹쌀과 멥쌀에 관하여는 쌀의 종류, 취반조건, 당화조건 등에 따라 당도의 차이가 있는 것으로 생각된다.

한편 당화 5시간 후의 식혜밥을 제거한 식혜물의 총 당함량을 측정한 결과 당도가 가장 높았던 간척 품종에서 총당의 함량이 13.4%로 가장 높았으며, 당도가 가장 낮았던 쌀 품종 상주에서는 총당의 함량이 10.9%로 나타나 당도가 높은 품종에서 총당의 함량도 높았다. 김 등⁽⁴⁵⁾은 맥아와 코코지를 이용한 식혜제조 실험에서 총 당함량이 17.5~18.4%이었다고 하여 본 실험에서보다 다소 높았으나, 이는 식혜밥 대비 맥아 추출물의 차이에서 기인하는 것으로 생각된다.

몇가지 쌀 품종을 달리하여 식혜를 제조하였을 때의 당조성을 알아보기 위하여 60°C에서 6시간 당화시킨 후 HPLC를 사용하여 당을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 당화시 당도가 가장 높았던 쌀 품종 간척을 이용하여 제조한 식혜의 당 조성은 fructose 3.6%, glucose 9.8%, maltose 78.3%, maltotriose 8.3%로 맥아당이 주요당으로 나타났으며, 4가지 당함량은 8.15%이었다. 이는 신금오, 서안을 이용한 식혜에서도 유사한 결과이었다. 그러나 식혜 제조시 가장 낮은 당도를 나타내었던 쌀 품종인 상주와 남원을 이용하였을 때에는 주요 당의 함량이 7.1%로 나타나 HPLC에 분석에 의한 당 분석 실험에서도 가장 낮은 수치를 나타내었으나 당 조성에서는 거의 차이가 없었다.

유의도 분석 결과 fructose, glucose, maltotriose는 5%수준에서 유의성이 인정되었으나, maltose는 품종간에 유의성이 인정되지 않았다.

육 등⁽⁴⁶⁾은 재래식 방법으로 제조한 식혜의 당 조성은 fructose 1.8%, maltose 49.5% 이었다고하여 본 실험의 결과와 당함량의 조성에서 다소 차이가 있었으

나, 이는 제조방법의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 그러나 최 등⁽⁴⁷⁾이 제조한 식혜의 당함량은 fructose 0.5%, glucose 1.1%, maltose 6.3%, maltotriose 0.5% 이었다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

요 약

식혜 제조시 쌀 품종에 따른 당도의 변화를 조사하기 위하여 45종의 쌀 품종을 사용하였을 때 당화 10시간 후의 당도가 9.0~11.1 Brix로 품종간에 차이를 나타내었다. 간척과 신금오, 서안, 계화 등을 이용시 당도가 높게 나타났으며, 상주, 남원, 영덕, 오봉 등은 당도가 상대적으로 낮았다. 간척과 상주품종을 비교하면 식혜제조시 당화 10시간에 약 19%의 당도 차이가 있었다. 쌀 품종 간척을 이용한 식혜의 HPLC분석에 의한 주요 당 조성은 fructose 3.6%, glucose 9.8%, maltose 78.3%, maltotriose 8.3%이었다. 육조 맥아와 이조 맥아를 이용한 당화력의 차이는 육조 맥아를 100 메쉬로 분쇄하여 사용시 이조 맥아보다 높았다. 육조 맥아의 당화 최적온도는 60°C이었으며, 밥과 맥아 추출물의 비를 1:8로 하였을 때 맥아 첨가량 25% 추출물에서 당화력이 가장 높았다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 건국대학교 생명과학 연구원 연구비 지원에 의해 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. 이철호, 김선영 : 한국 전통음료에 문헌적 고찰, 한국식문화학지, 6, 50 (1991)
2. 이효지, 전희정 : 식혜제조의 과학적 연구, 대한가정학회지, 14, 685 (1976)

3. 조신호 : 맥아 및 식혜제조에 관한 연구, 고려대 대학원 석사논문 (1979)
4. 조순옥 : 당화력이 강한 맥아제조 및 맥아 침수시간, 쌀의 종류와 취반방법에 따른 식혜의 비교연구, 대한가정학회지, **21**, 79-85 (1983)
5. 남상주, 김광옥 : 재료의 양과 감미료를 달리한 식혜의 관능적 특성, 한국식품과학회지, **21**, 197 (1989)
6. 유연기 : 고체배양에 의한 감주제조에 관한 연구, 중앙대학교 석사 학위 논문 (1985)
7. 윤숙경 : 안동 식혜의 조리법에 관한 연구, 한국식문화학회지, **3**, 101 (1988)
8. 최청, 석문호, 조영제, 임성일, 이우제 : 전통 안동식혜의 제조공정 확립에 관한 연구, 한국식품과학회지, **22**, 724 (1990)
9. 최청, 임성일, 석문호 : 전통 안동식혜의 숙성과정중 성분변화, 한국 영양식량학회지, **20**, 381 (1991)
10. 최청, 석문호, 임성일, 이우제, 조영제 : 전통 안동식혜의 저장 안정성에 관한 연구, 한국식품과학회지, **23**, 546 (1991)
11. 최청, 손규목 : 유산균을 이용한 전통 안동식혜의 제조방법에 관한 연구, 한국식문화학회지, **7**, 259 (1992)
12. Hodge, J.E. and Hofreiter, B.T.: *Methods in Carbohydrate Chemistry II*, Whistler, R.L. and Wolfrom, M.L. (Ed.), Academic Press, p.338 (1962)
13. 육철, 황윤희, 백운화, 박관화 : 전분분해 효소 첨가와 종이봉지를 이용한 식혜의 제조방법, 한국식품과학회지, **22**, 296 (1990)
14. 문수재, 조혜정 : 식혜에 대한 조리과학적 검토, 대한가정학회지, **16**, 43 (1978)
15. 김복선, 이택수, 이명환 : 식혜의 당화과정중 성분변화, 한국산업미생물학회지, **12**, 125 (1984)

(1996년 12월 9일 접수)