

제주 전통엿 제조를 위한 최적당화조건

김효선 · 강영주

제주대학교 식품공학과

Optimal Conditions of Saccharification for a Traditional Malt Syrup in Cheju

Kim Hyo Sun and Kang Yeung Joo

Department of Food Science & Technology, Cheju National University, Cheju

Abstract

Waxy rice, *Oryza sativa*, and foxtail millet, *Setaria italitica*, and mixture (1:1, w/w) of the cereals were saccharified by barley malt. The optimum conditions of saccharification were at 50°C for 3 hrs on waxy rice and 55°C for 3 hrs on foxtail millet, respectively. The equilibrium of saccharification were reached at 20°Brix on waxy rice and mixture, and 17°Brix in foxtail millet. The free sugars in saccharifying liquids were found maltose, glucose and fructose with the contents of ca. 13%, 1% and trace, respectively, by HPLC analysis. The close relationships ($r=0.954$) between °Brix and reducing sugar of saccharifying liquids were observed. The result may be useful for the estimation of the end point of the saccharification.

Key words: malt syrup, saccharification, °Brix, DE

서 론

우리나라에서 옛부터 만들어 오던 전래 식품 중의 하나인 엿은 지역에 따라 그 종류가 달라서 황해도 지방에서는 황골엿, 충청도에서는 수수엿, 전라도 지방에서는 고구마엿, 경상도 지방에서는 강냉이엿과 호박엿 등을 만들어 먹어왔다⁽¹⁾. 특히 제주도에서는 차조나 맵쌀, 참쌀 등의 전분을 원료로 하여 만든 맥아엿에 빙이나 닭, 쇄지고기 등과 익모초, 마늘, 하늘애기 등과 같은 약초를 혼합하여 만든 보신용 약초엿 등 다른 지역들에 비하여 엿의 종류가 매우 많았다⁽²⁾. 이것은 제주지역만이 가지는 지역적 특성 때문으로 엿류의 섭취로 인한 영양 보충효과와 약초의 약리효과를 엿을 통하여 얻고자 하였던 것 같다. 또한 우리나라 대부분 지역에서의 엿이 고형인데 비하여 제주지역에 전래되어 오는 엿은 점조한 반고형인 물엿 형태에 여러가지 유통 및 약초를 혼합하여 만드는 독특한 성질을 가지고 있다. 그러나 제주도 전래 토속엿은 현재는 드물게 가정에서 전통적인 방법에 의하여 소량으로 제조 소비되는 정도일 뿐으로 이의 제조방법에 대한 체계적인 연구와 개선방안 등의 연구가 이루어지지 않고 있어서 그 상품화가 유망할 것으로 여겨짐에도 불구하고 그 맥이 끊길 것으로 생각된다. 또한 현재 국내에서의 전통엿류에 대한 연구는 김과 김⁽³⁾.

이 등⁽⁴⁾의 연구 외에는 거의 찾아볼 수 없으며, 단지 당화를 위한 맥아에 관한 연구^{(5)~(8)}와 맥아 당화 전통 음료인 식혜에 관한 연구^{(9)~(12)}가 일부 이루어져 있는 정도이다. 따라서 본 연구는 제주도 전래의 향토식품을 발굴, 개량시키는 방법의 일환으로 우선 제주도 전래 토속엿의 적정 제조조건을 찾기 위하여 곡류별 당화시간 및 당화온도에 따른 가용성 고형분(°Brix), DE 및 환원 당량의 변화를 조사하므로써 최적당화조건을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

재료

곡류(참쌀, 차조)와 맥아는 거칠게 과쇄된 상태로 판매되고 있는 것을 제주시 오일시장에서 구입하였다. 당화용맥아는 서로 다른 장소에서 구입한 맥아를 같은 비율로 혼합하여 사용하였으며, 후합맥아는 -5°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 참쌀, 차조 및 참쌀과 차조를 1:1(w/w)의 비율로 혼합한 3가지 곡류를 전분질 원료로 하여 조사하였다.

원료의 일반성분 및 맥아의 β -amylase 역가 측정

원료의 일반성분은 상법에 준하여 측정하였으며, 수분, 조회분, 조단백, 조지방 이외의 성분은 모두 탄수화물로 계산하였다. 또한 맥아의 β -amylase 역가 측정을 위하여 시판맥아에 동량의 초산칼륨 완충액을 넣고 1시간 교반 후 10,000×g에서 30분 원심분리하여 얻은 상등액을 조

Corresponding author: Kang Yeung Joo, Department of Food Science & Technology, Cheju National University, Ara-Dong 1, Chejudo 690-756, Korea

Table 1. Operating condition of HPLC

Instrument	Waters association, INC.
Column	Carbohydrate analysis 3.9 mm×30 cm
Flow rate	2.0 ml/min
Mobile phase	80% CH ₃ CN, 20% H ₂ O
Chart speed	2.5 cm/min
Detector	Differential refractometer R401

효소액으로 하여 이 조효소액에 대한 역가를 다음과 같이 측정하였다. pH 5.0의 0.5% 가용성 전분액 10 ml을 기질로 하여 50°C에서 30분간 반응시 효소액 1 ml가 생성하는 환원당(glucose) 양을 구하고⁽¹³⁾ 10 mg의 glucose를 생성할 때를 1 unit⁽¹⁴⁾로 하였다.

곡류의 당화

전통적인 제조방법을 설문 조사하고 이에 기초하여 다음과 같이 당화를 행하였다. 원료곡류는 물로 3회 수세 후 충분한 수화를 위하여 약 50°C의 온수에서 4시간 수침하였다. 수침이 끝난 곡류는 곡류 1.7 kg당 3 l의 물을 첨가하여 전기밥솥에서 밥짓기를 한 후 다시 3 l의 물을 첨가하여 잘 혼합하고 당화온도에 가까워졌을 때 원료곡류 1 kg당 맥아 0.2 kg을 첨가하여 45, 50, 55°C로 조정된 항온기 안에서 당화를 행하였다. 당화가 진행되는 동안 온도별로 0.5시간마다 당화된 액을 80 mesh 정도의 여과포로 여과 후, 일정량 시험관에 취하여 90°C에서 5분 동안 가열하여 효소를 불활성화⁽¹⁵⁾한 다음 분석용 시료용액으로 사용하였다.

가용성 고형분(°Brix)의 측정

각 당화시간별 당화액을 80 mesh 정도의 여과포로 여과한 후 얻어진 맑은 액을 Abbe형 굴절 당도계를 사용하여 °Brix로 측정하였다.

환원당량 측정

Bertrand법⁽¹³⁾에 의하여 당화시간별 환원당량을 측정하여 maltose로 환산하였으며 함량은 건물기준(dry basis)으로 계산하였다.

DE(Dextrose Equivalence)의 측정

DE는 총고형분에 대한 환원당량(glucose로 환산)의 비율을 백분율⁽¹⁶⁾로 나타냈다.

HPLC에 의한 유리당의 정량

당화액의 유리당 조성의 변화를 알아보기 위하여 HPLC에 의한 당분석을 행하였다. 당 표품(Sigma, St. Louis, U.S.A)으로는 fructose, glucose, maltose를 사용하였고, 분석용 시료용액을 4배 희석한 후 0.45 μm filter(Millipore)로 여과한 액을 10 μl씩 주입하여 분석하였으며 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 2. Proximate composition of cereal source and barley malt
(wet basis, %)

	Waxy-rice	Foxtail-millet	Barley malt
Moisture	14.23	12.53	16.23
Crude protein	6.85	9.04	13.04
Crude ash	0.80	1.43	2.13
Crude fat	0.82	3.21	1.80
Carbohydrate	77.30	73.79	66.80

Table 3. The β-amylase activities of barley malts purchased from a traditional markets in Cheju
(unit)

Store	A	B	C	D	E	Mean
Activity	21.83	21.58	26.41	26.08	26.41	24.46

결과 및 고찰

당화를 위하여 사용된 원료곡류 및 맥아의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 수분은 맥아가 16.23%로 가장 많았으며 맥아의 조단백질 함량 또한 13.04%로 원료곡류의 단백질 함량에 비하여 높았다. 조회분은 찹쌀이 0.80%, 차조 1.43%, 맥아 2.13%로 나타났으며 수분, 조회분, 조단백질과 조지질을 제외한 나머지 성분을 탄수화물로 계산하였을 때 찹쌀의 탄수화물 함량이 77.30%로 죠쌀에 비하여 좀 높게 나타났다.

당화를 위하여 사용된 맥아는 제주지방에서 가정단위의 소규모로 제조하여 분말화한 다음 오일시장에서 판매되는 맥아를 구입하여 사용하였다. 따라서 이들 맥아의 역가가 제조장소 및 저장기간에 따라 약간씩 차이가 있을 것으로 생각되어 5군데의 가게에서 맥아를 구입한 후 각 맥아의 β-amylase 역가를 측정하여 보았다(Table 3). 맥아의 β-amylase 역가는 21.58에서 26.41 unit로 당화에 영향을 미칠 만큼의 큰 차이는 없는 것으로 나타났는데 가장 높은 역가와 가장 낮은 역가의 차이는 약 22%로 가정에서 개별적으로 제조되어 판매되는 제품인 점을 감안하면 역가에 큰 차이는 없는 것으로 생각된다. 또한 실제로 실험에 사용된 맥아는 5군데에서 구입한 맥아를 같은 비율로 혼합하여 평균 역가가 되도록 하여 저온(-5°C)에서 저장하면서 역가 변화를 최소화하였다.

전통적인 방법으로 엎을 제조할 때 가장 중요한 조건은 당화온도와 당화시간이다. 전통적인 방법에서는 호화된 곡류에 맥아를 넣고 아랫목에서 일정시간 보온시킴으로써 당화를 행하였으나 이때의 온도가 30~40°C 정도로 낮기 때문에 당화시간이 길어지고 당화와 함께 미생물의 번식으로 초기부패가 일어나는 원인이 되기도 한다. 맥아 amylase의 최적 작용온도는 50~55°C이며 엣제조에서는 적당량의 dextrin을 생성시켜야 하기 때문에 당화온도가 약간 높은 55~60°C에서 당화를 행하는 것이 좋다⁽¹⁷⁾. 만약 당화온도가 높으면 dextrin이 많이 생성되고 저분

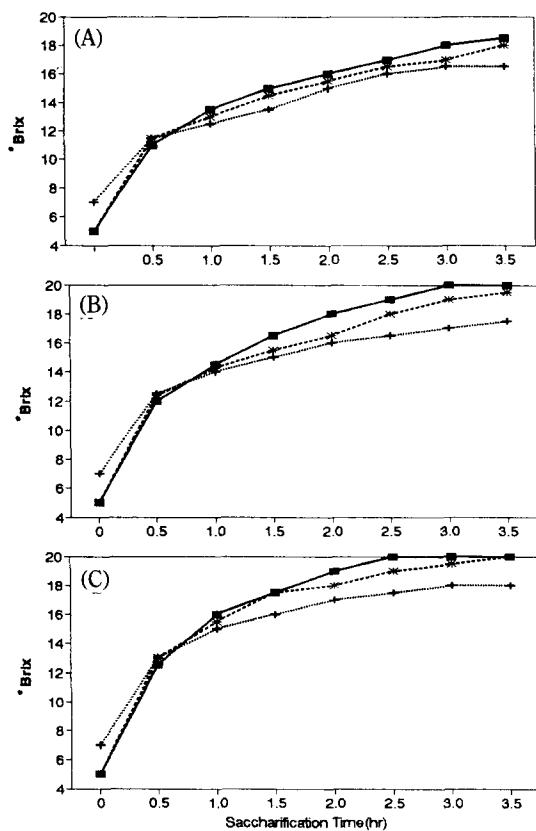


Fig. 1. Changes on $^{\circ}$ Brix for cereal sources during saccharification at 45(A), 50(B) and 55(C) $^{\circ}$ C by barley malt

■—■; Waxy-rice, +---+; Foxtail millet, *---*; Mixed cereals

자성 당류의 생성은 적어져서 점도가 높고 감미가 적은 엿이 생성되며, 온도가 낮으면 저분자성 당류의 생성은 많지만 유해미생물의 증식에 의해 산이 생성되게 된다⁽¹⁸⁾. 따라서 단맛과 점도를 알맞게 갖춘 제품을 만들기 위하여서는 전통적인 방법에 의한 당화온도 보다는 좀 높은 온도에서 당화를 행하는 것이 당화시간의 단축 및 이로 인한 초기부패 현상을 막을 수 있으며, 채 대용품으로의 이용을 위하여서는 점도가 좀 낮아야 할 것으로 생각되어 전통적인 엿제조를 위한 당화온도 보다는 좀 높지만 맥아의 최적 당화온도 보다는 좀 낮은 온도인 45°C에서 55°C를 설정하였다.

Fig. 1은 45, 50, 55°C에서 당화 후 당화시간 및 곡류별 가용성 고형분($^{\circ}$ Brix)의 변화를 나타낸 결과이다. 당화온도 45°C에서의 $^{\circ}$ Brix 변화를 보면(Fig. 1-A) 시간의 경과와 함께 $^{\circ}$ Brix는 증가하였는데 당화 시작 후 0.5시간 까지 찹쌀은 당화완료 후 $^{\circ}$ Brix의 약 55%, 차조는 약 38%의 $^{\circ}$ Brix 증가를 나타냄으로써 당화 초기에 주로 당화가 진행되는 것으로 생각된다. 또 당화 0시간에서는

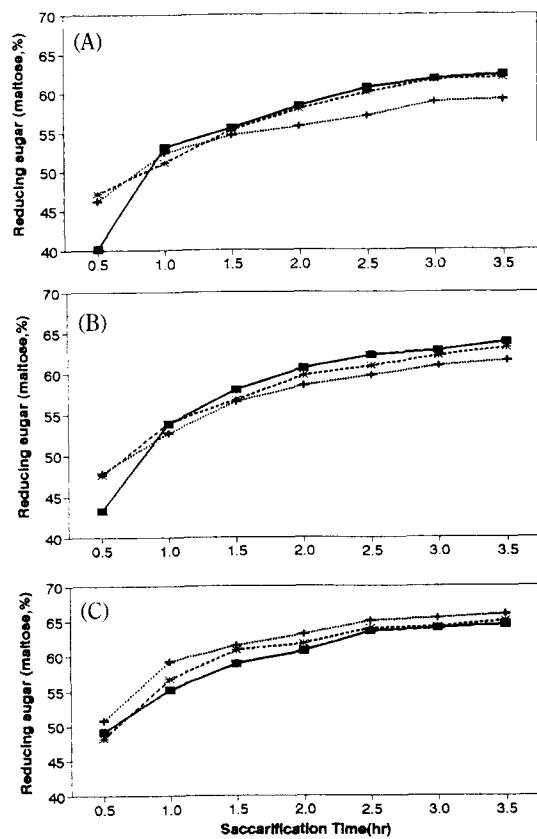


Fig. 2. Changes on the amount of reducing sugar for various cereal sources during saccharification at 45(A), 50(B) and 55(C) $^{\circ}$ C by barley malt

■—■; Waxy-rice, +---+; Foxtail millet, *---*; Mixed cereals

차조가 7 $^{\circ}$ Brix로 찹쌀의 5 $^{\circ}$ Brix보다 높아서 차조 전분질의 가용성 고형분량이 찹쌀 보다는 높은 것으로 나타났는데 이는 차조의 치액성분 용출에 의한 영향으로 생각된다. 그러나 당화시간이 경과되면서 찹쌀의 $^{\circ}$ Brix가 차조보다 높아져서 당화 3.5시간 후에는 찹쌀은 18 $^{\circ}$ Brix, 차조는 16 $^{\circ}$ Brix로 각각 약 64%와 45%의 가용성 고형분량의 증가를 보였다. 이는 찹쌀 및 차조 전분질의 맥아 amylase에 대한 반응성 차이에 따른 것으로 생각된다. 당화온도 50°C에서의 $^{\circ}$ Brix 변화(Fig. 1-B)는 찹쌀의 경우 당화 3.0시간 후에는 20 $^{\circ}$ Brix로 더 이상 증가하지 않아 당화가 종결되었으며, 차조의 $^{\circ}$ Brix 변화는 찹쌀이나 혼합곡류에 비하여 그 증가가 와만하였다. 당화온도 55°C의 경우(Fig. 1-C) 찹쌀은 당화 2.5시간 후 20 $^{\circ}$ Brix, 차조는 당화 3.0시간 후 17 $^{\circ}$ Brix에서 평형을 이룸으로써 당화가 종결된 것으로 판단되었다. 결국 당화온도에 따른 각 곡류들의 $^{\circ}$ Brix 변화는 온도의 상승에 따라 높아졌으며 당화온도의 상승에 따라 당화시간이 단축되었다. 즉, 본 실험조건에서 찹쌀과 차조의 최고당도는 20 및

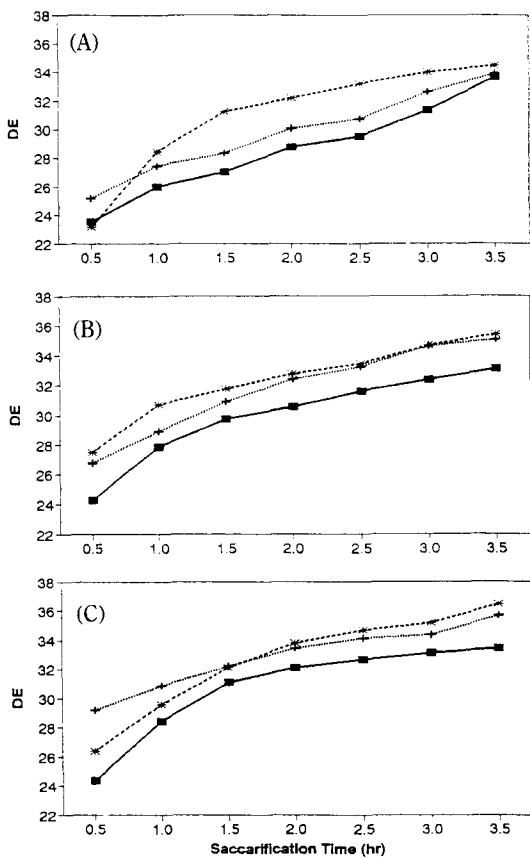


Fig. 3. Changes on DE for cereal sources during saccharification at 45(A), 50(B) and 55(C) $^{\circ}$ C by barley malt

■—■; Waxy-rice, +---+; Foxtail millet, ·····; Mixed cereals

17°Brix이며 혼합곡류는 찹쌀과 같은 20°Brix가 얻어졌다. 이 때 당화시간은 찹쌀과 차조 모두 50~55°C 당화온도에서는 2.5~3시간, 혼합곡류는 3.5시간 정도가 필요하였다.

Fig. 2는 당화시간별 전분원료의 환원당량 변화를 나타낸 것이다. 당화온도 45°C (Fig. 2-A)에서 당화 0.5시간 후 찹쌀과 차조의 환원당량은 약 40%와 46%로 차조의 환원당량이 6% 정도 많았으나 당화 3.5시간 후에는 찹쌀과 혼합곡류는 약 62%, 차조는 약 59%로 찹쌀의 환원당량이 차조의 약 5% 정도 높게 나타나 당화온도 45°C에서의 °Brix의 변화와 같은 경향을 나타내었다. 50°C에서 당화 후 당화시간별 전분원료의 환원당의 변화는 Fig. 2-B에 나타내었다. 찹쌀은 당화 0.5시간 후 약 43%에서, 당화 3.5시간 후 64%로 약 21%, 혼합곡류는 47%에서 63%로 약 16%, 그리고 차조는 47%에서 61%로 약 14% 증가하여 당화온도 45°C에서와 마찬가지로 차조의 환원당량 증가폭이 찹쌀 보다 적었다. Fig. 2-C는

Table 4. Contents of major free sugar in liquids saccharified for 3.5 hrs
(unit : %)

Source Free temp Sugar	Waxy rice			Foxtail-millet		
	45°C	50°C	55°C	45°C	50°C	55°C
Glucose	0.94	1.00	1.17	0.74	0.82	1.10
Maltose	9.88	11.35	12.56	9.32	10.27	13.33
Fructose	0.05	0.08	0.09	0.06	0.05	0.14

55°C에서 당화 후 당화시간별 곡류의 환원당량의 변화를 나타낸 그림이다. 55°C에서의 당화에서 앞의 온도에서 와의 차이는 차조의 환원당량이 찹쌀이나 혼합곡류의 환원당량 보다 모든 당화시간에서 약 2~4% 정도 더 많다는 점이다. 이것은 차조와 찹쌀의 전분질 구조차이에 기인한 것으로 차조전분은 55°C에서의 맥아 amylase 활성이 45나 50°C 보다는 높아서 55°C에서 당화를 행하면 환원력을 띠는 소당류의 생성이 많아지거나, 이 온도에서 찹쌀은 차조에 비하여 소당류의 생성은 적지만 dextrin의 생성이 많아지기 때문에 가용성 고형분으로 표시되는 °Brix는 찹쌀이 높았으나 환원당량은 적게 생성된 것으로 생각할 수 있다. 따라서 환원당량으로만 봤을 경우 찹쌀은 차조 보다는 낮은 온도(50°C)에서 당화하는 것이 환원당 생성량을 많이 하며 차조는 찹쌀 보다는 높은 온도(55°C)에서 당화를 행하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

DE는 전분질만을 기준으로 하여 당화를 행할 때 당화의 정도를 측정하는 한 방법으로 이용되고 있다. 본 실험에서는 순수한 전분질을 원료로 한 것은 아니나 당화 정도를 예측하기 위한 참고 data로 이용하기 위하여 곡류 전체를 사용하여 당화를 행한 후 그 당화액만을 취하여 당화액의 DE 변화 정도를 각 온도에서 당화시간 및 곡류별로 (Fig. 3) 측정하여 보았다. 45°C의 당화온도 (Fig. 3-A)에서 당화 0.5시간 후의 DE는 차조가 약 25로 찹쌀이나 혼합곡류보다 높았으나 1시간 후 부터는 혼합곡류의 DE가 찹쌀이나 차조 보다 더 높아졌다. 50°C에서 당화 후 당화시간별 곡류의 DE의 변화 (Fig. 3-B)를 보면, 45°C에서와 마찬가지로 혼합곡류의 DE가 찹쌀이나 차조 보다는 높았으나, 당화 2.5시간 후 부터는 차조의 DE와 거의 비슷하였고 3.5시간 후의 DE는 혼합곡류가 35.5, 차조 35, 찹쌀 33이었다. 당화온도 55°C의 경우 (Fig. 3-C) 당화 1.5시간 까지는 차조의 DE가 높았으나 1.5시간 이후는 혼합곡류의 DE가 차조보다 약간 증가하였다. 이렇게 찹쌀 보다 차조의 DE가 더 높은 것은 찹쌀의 고형분량(3.5시간 당화 후 213.6 mg/ml)이 차조의 고형분량(3.5시간 당화 후 195.3 mg/ml) 보다 더 많기 때문으로 여겨지며 혼합곡류 경우는 찹쌀이나 차조에 비하여 적당한 정도의 환원당량과 고형분량(3.5시간 당화 후 206.3 mg/ml)을 가지기 때문이다. 여겨진다. 50~60°C에서 전분을 당화하여 만든 옛의 DE는 32~45⁽¹⁸⁾ 정도로 알려지고 있으므로 DE만으로 당화종점을 결정하는 경우

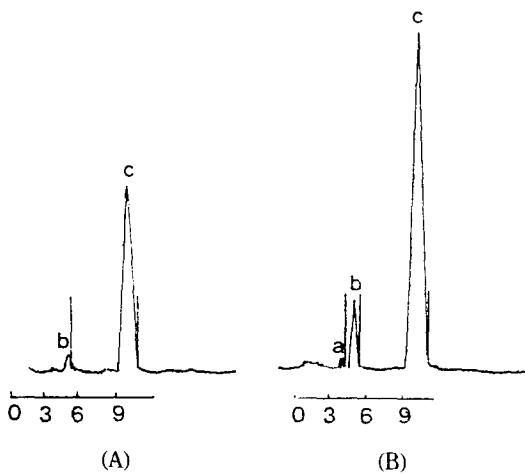


Fig. 4. HPLC chromatogram of free sugar in saccharifying liquids of waxy rice at 55°C with 0.4(A) and 3.5(B) hrs saccharifying time

a: fructose, b: glucose, c: maltose

찹쌀의 DE가 실험한 모든 온도에서 가장 낮아서 차조나 혼합곡류 보다 당화시간이 더 필요한 것으로 나타나므로써 앞의 가용성 고형분(°Brix)이나 환원당량의 생성과는 다른 양상을 보이고 있다. 이것은 본 실험에 사용한 재료가 순수한 전분이 아닌 곡류를 사용하였기 때문에 고형분 중에는 전분 유래 당류 이외에 가용성 단백질이나 지질 등이 포함되어 있기 때문으로 생각된다.

Table 4는 45, 50, 55°C에서 3.5시간 찹쌀과 차조를 당화한 후 유리당의 조성을 HPLC에 의하여 분석한 결과를 나타낸 표이다. 유리당의 주성분은 maltose로 최고값은 차조 55°C 당화에서 13.33%, 찹쌀은 45°C에서 9.88%로 당화온도가 높을수록 증가하였으며 glucose는 1% 내외로 차조보다 찹쌀이 약간 높았고 fructose도 미량 검출되었다. 당화 3.5시간 후의 glucose와 maltose량은 찹쌀 보다는 차조에서 많이 검출되었는데도 찹쌀의 °Brix가 높게 나타나는 것(Fig. 2)은 °Brix로 표시되는 결과가 단지 유리당에 의해서만이 아니라 가용성 고형분에 의하여서도 영향을 받는데 찹쌀의 고형분이 차조 보다는 높은 것도 그 원인의 하나라고 생각된다. 또한 HPLC에 의하여 분석된 유리당량이 화학적 방법(Bertrand 법)에 의하여 측정된 환원당(maltose로 환산)량 보다 훨씬 적게 나타났는데, 이는 본 조건에서의 HPLC 분석에 의하여서는 순수한 유리당만이 정량되었으나 Bertrand 법에 의한 환원당 정량으로는 환원력을 가지는 소당류 전부가 환원당량으로 측정이 되기 때문에 함량이 높게 나타난 것으로 생각된다.

Fig. 4는 55°C에서 0.5 및 3.5시간 당화 후 HPLC에 의한 찹쌀 당화액의 유리당 조성을 분석한 결과이다. 0.5 시간 당화에서는 glucose와 maltose만이 검출되었으며 당화 3.5시간 후에는 fructose peak가 나타났다. 이러한

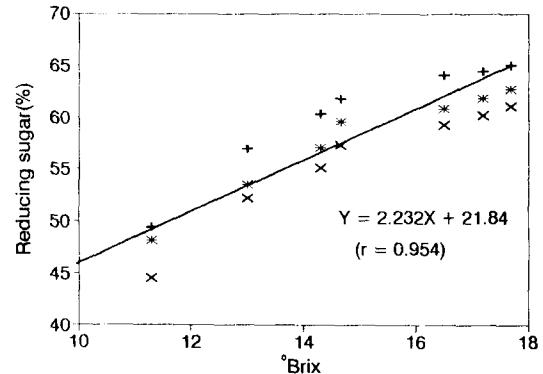


Fig. 5. Correlation between average °Brix and reducing sugar at the saccharifying temperature (45, 50, and 55 °C)

x: rice, *: foxtail millet, +: mixed

결과는 모든 곡류에서 공통으로 나타난 것으로 보아 맥아에 의한 당화에서 glucose에서 fructose로 변환할 수 있는 효소계의 존재를 추정할 수 있으나 이는 좀 더 자세한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

현재 당화의 종점을 측정하는 방법으로는 기질의 점도변화, 요오드반응과 DE 측정이 주로 이용되고 있다. 그러나 요오드반응에 의해서는 관측자의 주관적인 판단이 상당히 가비되며, DE측정은 측정 자체에 시간이 상당히 걸리며 기질이 곡류인 경우는 부정확하여 당화종점을 판정하는데 어려움이 있다. 또한 기질의 점도를 측정함으로써 당화종점을 결정하는 방법^[6]은, 본 실험에서는 곡류로 밥을 지어서 여기에 맥아를 넣고 당화를 행하였기 때문에 당화액이 균질하지 못하며 점도측정값 오차가 큰 것으로 나타나서 이도 적당한 방법이 아니라고 생각된다. 따라서 °Brix 측정으로 당화종점을 파악할 수 있다면 상당히 간편할 것으로 생각되어서 이상의 결과들을 종합하여 각 곡류별, 당화온도별 °Brix와 환원당량의 상관관계를 구하여 보았다(Fig. 5) 이것에 의하면 °Brix와 환원당량의 상관관계는 비교적 우수하여 상관계수가 0.954로 나타났으며, 특히 높은 °Brix와 환원당량인 경우는 상관관계가 더 밀접하다. 즉, 당화종점 부근인 2.5시간 이상인 경우에는 모든 경우의 상관관계가 0.99로 나타나므로 최적 당화조건에서 당화를 시킬 경우는 °Brix의 측정만으로 당화종점을 판정하여도 무리가 없을 것으로 판단된다.

요약

제주 전래 맥아엿의 최적당화조건을 찾기 위하여 곡류, 당화온도 및 시간에 따른 가용성 고형분(°Brix), DE, 환원당 및 유리당 변화를 조사하였다. 가용성 고형분에서 찹쌀은 약 20°Brix, 차조는 약 17°Brix에서 평형에 도달하였으며 혼합곡류는 찹쌀과 비슷한 경향을 나타내었

다. 찰쌀은 50°C, 차조는 55°C에서 3시간 당화조건이 적정 당화조건으로 판단되었다. HPLC에 의한 유리당 분석 결과 maltose는 10~13%이며 glucose는 1% 정도이고, fructose도 미량 검출되었다. °Brix와 환원당과의 상관관계는 우수하여($r=0.954$) 당화종점을 °Brix의 변화에 의하여 측정하는 것이 가능하였다.

감사의 말

본 연구는 상공부 지정 산·학·연 공동기술개발 제주지역 천소사업에서 지원된 연구개발비로 수행된 연구로 이에 감사를 드립니다.

문 헌

- 문화공보부 문화재단 : 한국민속종합조사보고서. 제 15 권(향토음식편). p.367(1984)
- 고정삼, 강영주 : 제주농업생산과 감귤가공산업. 광일문화사, p.31(1994)
- 김태홍, 김희주 : Microwave oven을 이용한 엿제조 방법 및 특성에 대한 연구. 대한가정학회지, 23, 55(1985)
- 이종욱, 박근형, 석호문 : 창평 쌀엿의 저장온도에 따른 품질특성의 변화. 한국식품과학회지, 24, 515(1992)
- 장현세 : 보리이용도의 증진. 맥류연구소 시험연구보고서, p.461(1988)
- 장현세 : 맥주보리의 맥아맥즙 검정방법 확립시험. 맥류연구소 시험연구보고서, 505(1989)

- 장현세 : 맥주보리 맥아맥즙검정법 확립. 맥류연구소 시험연구보고서, 534(1990)
- 김병묵, 김정수 : 방사선 조사에 의한 맥아력증대에 관한 연구. 한국농화학회지, 11, 131(1969)
- 조준옥 : 당화력이 강한 맥아제조 및 맥아침수시간, 쌀의 종류와 취방법에 따른 식혜의 비교연구. 대한가정학회지, 21, 79(1983)
- 김부선, 이택수, 이명환 : 식혜의 당화과정 중 성분변화. 한국산업미생물학회지, 12, 125(1984)
- 육철, 황윤희, 백운희, 박관화 : 전분분해효소 첨가와 종이봉지를 이용한 식혜의 제조 방법. 한국식품과학회지, 22, 299(1990)
- 최정, 석호문, 조영제, 임성일, 이우제 : 전통안동식혜의 제조공정 확립에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 724(1990)
- 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之 : 食品分析ハンドブック, 第2版 建帛社, 東京, p.216, p.396(1975)
- 이서래 : 전분의 제조와 가공이용에 관한 연구. 제 2보 세균성 아밀라아세에 의한 전분의 가수분해. 한국농화학회지, 12, 181(1970)
- Gerhardt, W.: Industrial uses of enzymes. In *Enzymes in Industry*. VCH Verlagsgesellschaft MBH, Federal Republic of Germany p.79(1990)
- 김재우 : 농산식품가공. 문운당, p.198(1984)
- 長谷川忠男, 相澤孝亮, 柳田藤治, 高野三郎 : 食品酵素高分子學概論(下) - 酵素の利用- 地人書館, 東京, p.53(1975)
- 島英治 : 食品工業と酵素. 朝倉書店, 東京, p.48(1985)

(1994년 4월 26일 접수)