

전통식혜 제조 - 제2보 엿기름에 의한 제조

안 용 근

충청대학 식품영양과

Preparation of Traditional Malt-Sikhye - 2. Preparation by Malt

Yong-Geun Ann

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

Abstract

Optimum preparation conditions of Korean traditional sweet rice drink 'malt-Sikhye' were 1hour of rice soaking time, 30min of rice steaming time, 30min of malt extraction time, 60°C of malt extraction temperature, 60°C of saccharification temperature, 1hour of agitation interval, 5hour of saccharification time, 5.5 of pH, 4% of malt concentration and 20% of rice content. The malt-Sikhye contained to 17.1% of total sugar 11.2% of reducing sugar, 0.34mg/ml of protein and 4.7 μ mol/ml of amino acid. The most abundant sugar found in malt-Sikhye was maltose. The commercial amylolytic enzymes were not effective in preparation malt-Sikhye.

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

서 론

식혜는 보리로 만든 엿기름의 β -아밀라아제 작용으로 고두밥을 당화시켜 만든다^{1,2)}. 식혜는 선풍적인 인기를 끌어 음료시장의 매출액 면에서 1위를 달성한 바 있으나 본 연구자는 시판식혜를 분석하여 주성분이 설탕이므로 소비자의 기호를 오래 잡아둘 수 없을 것으로 문제를 제기한 바 있다³⁻⁵⁾. 그러나 관련업계와 기관에서는 엿기름 만으로 식혜를 만들 수 없고, 설탕이 들어가지 않으면 식혜가 안 된다고 하였다^{6,7)}. 그래서 본 연구자는 문헌적 고찰을 통하여 전통식혜는 설탕을 사용하지 않는다는 사실을 확인하고, 엿기름 만으로 식혜를 만들어서 그들의 주장이 엉터리이고, 현재의 식혜산업이 옛날 방법보다 낙후되어 있다는 사실을 밝힌 바 있다^{3-5,8)}.

나아가 전통방법으로 만든 식혜의 당성분과 구조를 분석⁹⁻¹³⁾하고, 식혜를 효모발효시켜서 술을 제조하였다¹³⁻¹⁵⁾. 그러나, 아직까지 엿기름 만으로 제조하는 전통식혜 제조 방법에 대한 과학적이고 체계적인 조건을 모두 밝혀 낸 보고는 없다.

전통 식혜 제조 방법에 대해 전문적으로 연구한 결과로는 이¹⁷⁾, 문¹⁸⁾과 박¹⁹⁾의 결과가 있다. 다른 것은 목적이 다르거나, 설탕을 첨가하거나, 곰팡이 코오지를 사용하여 전통식혜가 아닌 것을 만든 결과이다²⁰⁻²⁴⁾ 안동식혜²⁵⁻²⁷⁾는 보존 중에 시어버린 것을 활용 할 수 있도록 가공한 것으로 역시 정통 전통식혜와 거리가 멀다.

본 연구자는 전보²⁸⁾에서 전통식혜를 제조하는 데 엿기름 농도, 쌀농도, 당화온도 및 당화시간의 최적 조건을 밝혀내고, 시판 아밀라아제 첨가가 엿기름 식혜 제조에 그다지 영향을 주지 않는다는 사실을 밝혔다. 본연구는 나머지 조건을 밝힌 결과이다.

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. 사용한 시판 효소는 전보²⁸⁾와 같다.

Corresponding author : Yong-Geun Ann

2. 기 기

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

3. 총당 정량

Phenol-H₂SO₄법²⁹⁾을 사용하여 시료는 1,000배 희석하여 반응시켰고, 490nm에서 분광광도계로 비색 정량하였다. 마커는 말토오스를 사용하였다.

4. 환원당 정량

Somogyi-Nelson법³⁰⁾을 사용하여 1,000배 희석한 시료 0.1ml에 A시약 1ml를 가하여 100℃에서 10분간 반응시킨 다음 B시약 1ml와 물 20ml를 가하여 670nm에서 분광광도계로 비색정량하였다. 마커는 말토오스를 사용하였다.

5. 단백질 정량

Biuret법³¹⁾을 사용하여 원액 시료 1ml에 Buret 시약 4ml를 가한 다음 분광광도계로 540nm에서 비색 정량하였다. 표준 단백질로는 Hammerstein 카제인을 사용하였다.

6. 아미노산 정량

Ninhydrin법³²⁾을 사용하여 10배 희석한 시료 1ml에 0.2M 시트르산 완충액(pH 5.0) 0.5ml와 Ninhydrin 용액 1.2ml를 가하고, 끓는 물로 15분동안 가열한 다음 60% 에탄올 10ml를 가하여 570nm에서 분광광도계로 비색 정량하였다. 표준 아미노산으로는 L-leucine을 사용하였다.

7. TLC

실리카겔 유리판(20×20cm, 0.25mm, Merk)에 10배 희석한 식혜 2μl를 spot하여 butanol-pyridine-water (8:1:1) 용매로 20℃에서 6시간씩 2회 전개시킨 다음 에틸알코올-황산 (9:1) 용액을 분무하여 100℃에서 10분간 발색시켰다. 표준당으로는 글루코오스, 말토오스, 말토트리오스(4μg 스팟)를 사용하였다.

8. 옛기름의 활성측정 및 옛기름 및 시판효소를 사용한 당화

진보²⁸⁾와 동일하다.

9. 옛기름식혜의 교반에 의한 영향

0.001M 시트르산 완충액(pH 5.5)을 사용하여 1l 비이커에 쌀로 20%의 고두밥, 옛기름 4% 농도로 하여, 시간별로 수저로 오른쪽으로 다섯번, 왼쪽으로 다섯번 저어주면서 시간별로 Brix를 잰다.

10. 옛기름 식혜의 쌀 함량의 영향

0.001M 시트르산 완충액(pH 5.5)을 사용하여 1l 비이커에 쌀로 18%에서 26%까지의 고두밥을 단계별로 만들고 옛기름을 4% 농도로 가한 다음, 6시간 반응시키면서 시간별로 Brix를 잰다.

11. 옛기름 식혜제조시의 고두밥의 침지시간별 영향

쌀 200g에 물을 1l가 되도록 가하여 실온에서 30분에서 2시간까지 침지한 다음 30분간 고두밥을 쪄다. 나머지 조건은 위와 같다.

결 과

1. 옛기름 추출별 당도

옛기름은 Table 1과 같이 옛기름을 고두밥에 그대로 가한 것과 별도로 추출하여 가한 것의 당도에는 그다지 차이가 없었다. 그러나 옛기름을 그대로 가한 것의 당도가 높았다. 이것은 추출 후에도 옛기름에 전분이 남아 있기 때문이다. 이 결과로부터 옛기름 추출 시간은 1시간으로 정하였다. (Table 1)

2. 교반에 의한 영향

쌀 20%, 옛기름 4%의 당화조건에서 시간별로 저어준 결과는 Fig. 1과 같이 한 번도 안 저어준 것의 당화율이 가장 낮았고 나머지는 4시간까지는 저어주는 회수에 비례하여 당화율이 높았으나 6시간째에는 그다지 차이를 보이지 않았다. 결국 많이 저어줄 수록 당화율은 높았으나 5시간 당화시킬 경우는 1시간에 한번씩 저어주어도 문제없는 것으로 나타났다. (Fig. 1)

3. 쌀함량에 의한 영향

Fig. 2와 같이 옛기름 4% 농도에서 쌀 함량이 높을 수록 당화율도 높았다. (Fig. 2, Table 2). 경제성과, 찌꺼기 양, 단맛을 고려할 때 쌀 20% 만으로도 충분한 당화율을 얻을 수 있는 것으로 판단된다.

Table 1. Effect of malt extraction time on sugar content(°Brix) in malt-Sikhye

Malt extraction time (hr)	Sugar (°Brix)	
	Malt	Sikhye
0		15.0
1	1.7	14.9
2	2.2	14.8
3	2.2	14.5
4	1.9	14.5

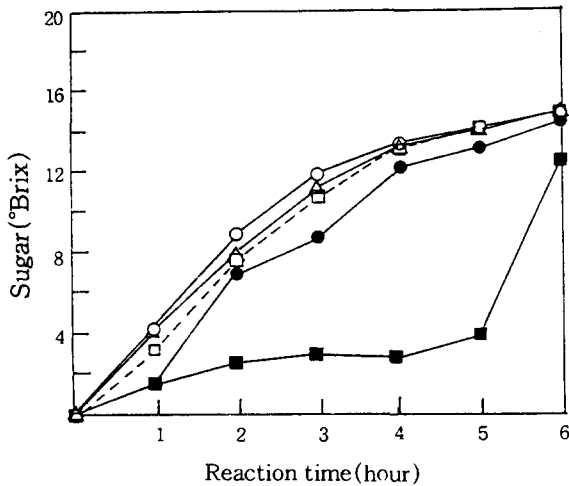


Fig. 1. Effect of agitation on the sugar contents(°Brix) in malt-Sikhye. Rice 20%, malt 4%, pH 5.5, reaction temperature 60°C, reaction time 5hr. Mixing interval: ○-○ 10min, ●-● 2hr, □-□ 1hr, ■-■ 0time, △-△ 30min.

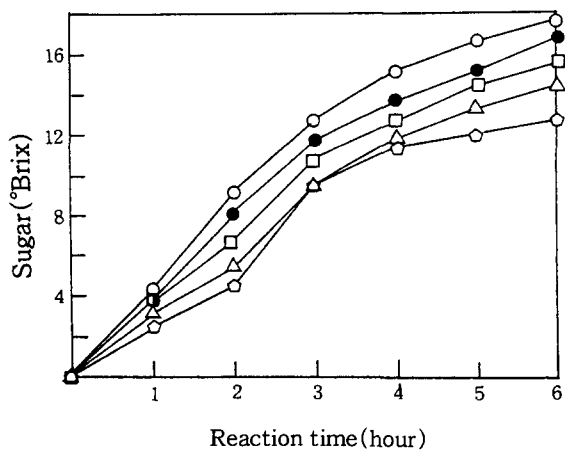


Fig. 2. Effect of rice content on the sugar contents (°Brix) in malt-Sikhye. Rice 20%, malt 4%, pH 5.5, reaction temperature 60°C, reaction time 5hr. ○-○ 26%, ●-● 24%, □-□ 22%, △-△ 20%, ◇-◇ 18%.

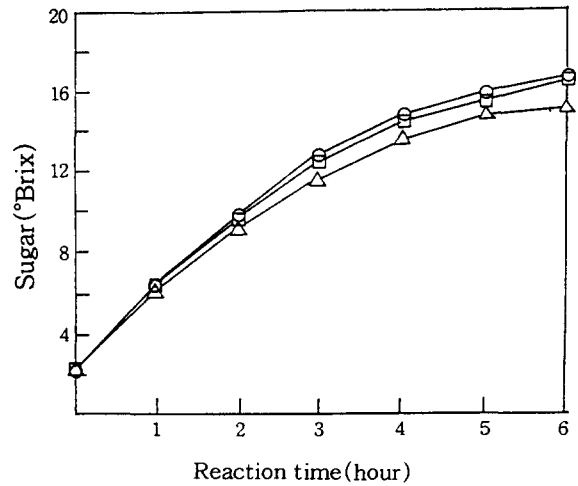


Fig. 3. Effect of rice soaking time on the sugar content (°Brix) in malt-Sikhye. Rice 20%, malt 4%, pH. 5.5, reaction temperature 60°C, reaction time 5hr. Soaking time: ○-○ 2hr, □-□ 1hr, △-△ 30min.

4. 쌀 침지시간에 따른 영향

쌀을 30분에서 2시간까지 시간별로 침지하여 30분간 쪄 다음 식체를 만든 결과, Fig. 3과 같이 침지시간이 길수록 당화율은 높았다, 그러나 1시간 이상 침지하여도 당화율은 증가하지 않았고, 1시간 이상 침지하면 당화중에 풀어져서 불기 때문에 제품과 조작상에 문제가 생겼다. (Fig. 3)

5. 여러 조건에서 제조한 식체의 결과

조건별 식체의 총당, 환원당, 단백질, 아미노산 함량은 Table 3과 같다.

1) 환원당

당도의 Brix, 총당, 환원당 중에 당도를 직접 나타내는 것은 환원당이다.

시판효소를 단독으로 작용시킬 경우 Teramyl이 환원당을 가장 많이 생성(21.0%)하였다. 나머지 환

Table 2. Effects of rice content on sugar content in malt-Sikhye

Rice (%)	Sugar (°Brix)
18	14.8
20	16.3
22	17.7
24	18.3
26	19.6

Table 3. Effects of saccharification condition on the contents of total sugar, reducing sugar, protein and amino acids in malt-Sikhye

Saccharification condition	Sugar (°Brix)	Total sugar(%)	Reducing sugar(%)	Protein (mg/ml)	Amino acid (μmol/ml)
Himaltosin GL	18.6	14.0	8.1	0.22	0.20
Biozyme ML	16.0	14.0	9.2	0.28	4.90
Enzyme CK-20	7.5	6.9	2.3	0.15	0.51
Fungamyl	17.7	18.0	11.0	0.50	3.40
Teramyl	18.2	18.3	21.0	0.44	5.40
Bokhabhyoso 5000	10.7	16.0	13.0	0.23	8.40
Teramyl + malt	17.0(15.4)	16.6	9.7	0.36	4.50
Enzyme CK-20 + malt	17.0(15.0)	7.1	13.0	0.33	4.20
Fungamyl + malt	16.6(15.3)	17.2	11.5	0.31	4.80
Biozyme ML + malt	16.4(14.3)	7.9	11.0	0.27	5.00
Himaltosin GL + malt	16.4(14.3)	6.8	10.3	0.25	4.80
Bokhabhyoso 5000 + malt	17.7	11.1	13.1	0.44	6.60
Malt, ext. immediately	2.2	1.5	3.8	0.19	4.10
Malt, ext. after 5hr at 60°C	1.9	1.8	6.2	0.22	4.90
Malt Sikhye	17.2	17.1	11.2	0.34	4.70

원당 생산량은 복합효소 5000, Fungamyl, Biozyme ML, Himaltosin GL, Enzyme CK-20의 순을 나타냈다.

엿기름을 4%로 고정시키고, 이들 효소를 0.3ml/100ml 첨가하여 식혜를 조제한 결과, 환원당은 9.7에서 13.1%까지로 나타났다. 엿기름만으로 조제한 경우는 11.1%로 Teramyl을 첨가한 것만 환원당 생성량이 저하하였다. 나머지는 비슷하거나 증가하였으나 큰 차이는 나지 않았다.

시판 효소 단독으로도 환원당을 상당히 생성하였으나 엿기름과 함께 작용시키면 엿기름 단독으로 사용한 것과 차이가 나지 않아 큰 효과를 나타내지 못하였다. 물론 다량 가하면 증가하지만 효소값이 비싸서 경제성이 없다. 엿기름과 함께 가한 조건 정도로, 효소를 단독 첨가하면 당화율이 저조하여 고두밥이 떡이 되어 실험을 진행시킬 수 없기 때문에 양을 더 가하였다. 그리고, 엿기름의 아밀라아제와 첨가하는 아밀라아제가 서로 경쟁하기 때문에 효과가 나타나지 않은 것으로 볼 수 있다.

2) 생성 당의 종류

TLC를 통해 생성당을 분석한 결과, Fig. 4와 같이 Himaltosin GL과 Biozyme ML은 말토오스만을 생성하였으므로 순수한 β -amylase 작용을 나타냈다. Fungamyl은 글루코오스를 50% 정도 생산하였으므로 glucoamylase 작용을 나타냈고, Teramyl은 말토트리오스 등의 말토올리고당을 50% 정도 생성

하므로 β -amylase 작용이 강하였다.

그러나, α -amylase가 많이, β -amylase가 적게 들은 복합효소 5000은 말토오스를 생산하였다. 이 같이 Himaltosin GL, Biozyme ML은 말토오스를 주로 생성하였다.

한편, 이들을 엿기름과 혼합하여 사용한 결과, Fig. 4와 같이 대부분 말토오스를 주성분으로 하였으나 소량의 말토트리오스와 글루코오스, 한계텍스트린

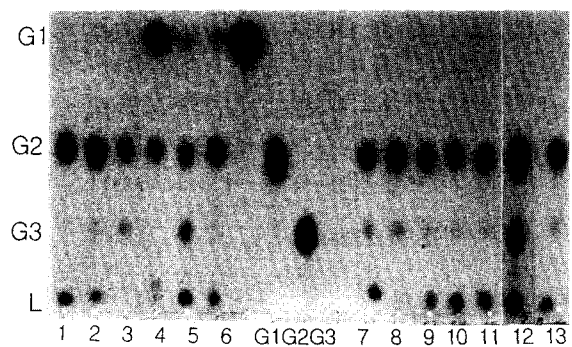


Fig. 4. TLC for sugars in Sikhye produced by malt and/or commercial amyolytic enzymes. G1, glucose ; G2, maltose ; G3, maltotriose ; L, limit dextrin; 1, Himaltosin GL ; 2, Biozyme ML ; 3, Enzyme CK-20L ; 4, Fungamyl ; 5, Teramyl ; 6, Bokhabhyoso 5000 ; 7, Teramyl plus malt ; 8, Enzyme CK-20L plus malt ; 9, Fungamyl plus malt ; 10, Biozyme ML plus malt ; 11, Himaltosin GL plus malt ; 12, Bokhabhyoso 5000 plus malt ; 13, malt Sikhye.

도 생산하였다. 그러나, Enzyme CK-20(pullulanase)을 함께 사용할 경우 한계텍스트린의 α -1,6-가치 결합은 모두 가수분해되고, 그것들이 다시 말토오스로 변하기 때문에 남지 않았다. (Fig. 4)

이들 결과로부터, 말토오스 함량을 증가시키기 위해서는 Enzyme CK를 사용하는 것이 바람직하지만 엿기름 효소와 서로 경쟁하지 않는 조건을 찾아야 하며, 한계텍스트린이 없어지면 식혜에서 느껴지는 미끈거리는 깊은 맛이 없어진다.

그리고, 작업을 쉽게 하기 위한 액화에는 α -amylase 작용이 크고 내열성이 가장 우수한 Teramyl을 맥아당 생성을 저해하지 않는 범위 내에서 보조적으로 사용하는 것이 좋을 것으로 보인다.

3) 아미노산과 단백질 함량

식혜의 아미노산 함량은 가급적 적은 것이 좋다. 살균처리할 때 아미노-카르보닐반응을 일으켜서 식혜를 갈색으로 착색시키기 때문이다.

엿기름만으로 식혜를 제조하였을 경우 아미노산 함량은 4.7 mol/ml로, 복합효소 5000을 사용한 것의 아미노산 함량이 가장 높았다. 복합효소 5000이 단백질 가수분해효소를 갖고 있기 때문이다. 그러므로 단백질 가수분해효소 활성이 강한 효소는 식혜제조에 적합하지 못하다. 나머지는 엿기름만을 사용한 것과 별 차이가 없었다.

엿기름의 아미노산 함량은 물추출 후에는 4.1 mol/ml, 추출후 엿기름 제조 조건에서 5시간 후에는 4.9 mol/ml로, 식혜의 아미노산은 주로 엿기름에서 생성되는 것으로 나타났다.

한편, 식혜의 단백질 함량은 0.25~0.34mg/ml을 나타냈다. 단백질은 아미노산의 재료가 되지만 효소가 아니면 식혜에 직접적으로 영향을 미치지 않는다.

고 찰

이상의 결과로부터 경제성, 작업성, 효율성을 고려한 전통식혜는 엿기름 사용량은 4%, 엿기름 추출은 60℃에서 1시간 추출 후 60℃에서 다시 30분 추출하여 합치고, 쌀 사용량은 20%, 쌀 침지시간은 1시간, 고두밥 찌는 시간은 30분, 반응 용액의 pH는 5.5, 반응 온도는 60℃, 반응시간은 5시간, 교반은 1시간에 1회, 보조효소를 사용할 경우는 Enzyme CK와 Teramyl을 0.05~0.1% 첨가하는 조건으로 나타났다. 그리고, 주생성물은 말토오스였다(Table 4).

Table 4. Optimum conditions for preparation of malt-Sikhye(traditional Sikhye)

Conditions	
Rice soaking time	1hour
Rice steaming time	30min
Malt extraction temperature	60℃
Malt extraction time	1hour
pH	5.5
Agitating interval	1hour
Saccharification time	5hour
Saccharification temperature	60℃
Malt content	4%
Rice content	20%

엿기름과 쌀의 비율은 문헌마다 다르지만 평균 1:1.7로 보고하였다⁴⁾. 그중 이 등¹⁷⁾은 엿기름과 땀쌀의 비율은 1:1, 엿기름과 찹쌀의 비율은 1:2를 제시하였고 당화온도는 가을 엿기름은 50℃, 봄엿기름은 60℃, 당화시간은 약 3시간의 조건을 제시하였다. 박¹⁹⁾은 엿기름과 쌀의 비율을 제시하지 않았고, 쌀침지시간 70분, 당화는 당화는 50도에서 찹쌀 4시간, 땀쌀 5시간으로 보고하였다. 문동¹⁸⁾은 엿기름과 쌀의 비율을 1:1, 당화온도 60℃, 엿기름 사용량 15% 이상, 당화온도 60℃, 당화시간 3시간 반으로 보고하였다. 이같이 이들 보고는 엿기름과 쌀의 비율이 평균 1:1.7인데 반하여 본결과에서 1:4의 조건을 나타낸 것은 엿기름의 신선도와 제법 차이에 따른 결과로 볼 수도 있지만 이들은 엿기름과 쌀의 사용조건을 제대로 분석하지 않았기 때문으로 보인다. 즉, 실험을 통해 비율을 잡은 것이 아니고 임의적으로 정했기 때문이다.

엿기름 첨가량을 증가시키면 반응시간이 줄어들고, 엿기름 향취가 더 나지만 엿기름 값은 비싸기 때문에 식혜제조 공정에서 엿기름의 사용량은 가급적 적어야 한다. 그래서 맥주 제조시도 엿기름의 사용량을 줄이기 위하여 옥수수나 쌀 등의 부재료를 가하고 있다³³⁾. 나아가 엿기름에는 아미노-카르보닐 반응을 일으키는 유리 아미노산이 많으므로 사용량은 적은 것이 좋다.

보조효소를 사용하지 않아도 식혜 제조에는 문제가 없는 것으로 나타났다. 그러나, 보조효소를 가하면 환원당 생산량은 증가한다. Teramyl은 내열성이 높아서 식혜제조 후 살균처리에 당화율을 증가시켰다.

중요한 것은 반응 온도로, 60℃에서 반응시키면 엿기름의 아밀라아제가 쌀이라는 기질과 함께 존재하므로 안정화되어 실활되지 않고, 반응속도가 빠르고, 식혜제조시에 미생물에 의한 변질이 일어나지 않는다.

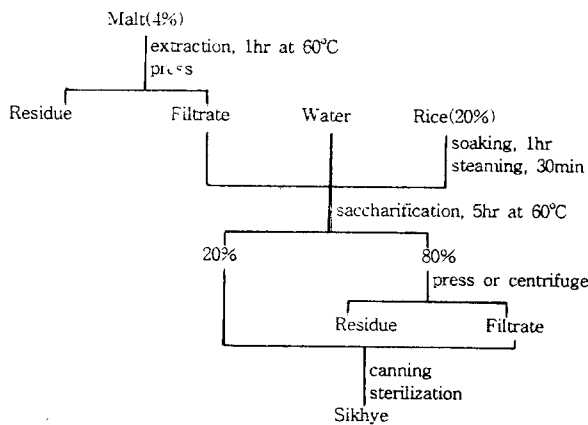


Fig. 5. Preparation of traditional Sikhye

이 온도에서 미생물은 살균내지 저해되기 때문이다. 그러나, 식혜를 제조한 다음 4℃에서 일주일 이상 보존하면 유산발효되어 시어버리므로 저장성은 없다. 그래서 캐닝, 살균해야 한다. 전통식혜는 시어버린 것을 먹을 수 있게 한 것이다.

본 방법으로 제조한 식혜는 밥알이 너무 많기 때문에 일부를 제거한다. 본 연구를 통하여 밝힌 전통식혜의 최적 제조 방법은 Fig. 5와 같다.

요 약

경제성, 작업성, 효율성을 고려한 전통식혜의 최적 조건은 엿기름 사용량은 4%, 엿기름 추출은 60℃에서 1시간 추출 후 60℃에서 다시 30분 추출하여 합치고, 쌀 사용량은 20%, 쌀 침지시간은 1시간, 고두밥 찌는 시간은 30분, 반응 용액의 pH는 5.5, 반응 온도는 60℃, 반응시간은 5시간, 교반은 1시간에 1회, 보조효소를 사용할 경우는 Enzyme CK와 Teramyl을 0.05~0.1% 첨가하는 조건으로 나타났다. 그리고, 주생성물은 말토오스였다.

감사의 말

본 연구는 비락(주)의 연구비로 수행되었다.

참고문헌

1. 安龍根 : 甘藷β-아ミラーゼに関する研究, 大阪市立大學 博士學位論文(1989).
2. Shinke, R. : Malt β-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. 한익: 쌀이용 전통음료의 산업화와 발전방향, 전통식품의 현황과 품질개선 심포지움논문집, *한국식품과학회*, 169~196 (1995. 11.15).
7. 한익: 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 찹쌀식혜, *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 찹쌀식혜 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 석사학위 논문(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, 길보리, 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. 안용근: 전통식혜 제조 - 제1보 엿기름과 효소를 이용한 제조, *한국식품영양학회지*, 12, 164~169 (1999).
29. Hodge, J. E. and Hofreiter, B. T. : Methods in carbohydrate chemistry, Academic Press, 338 (1962).
30. Nelson, N.: A photometric adaption of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 153, 375~379(1944).
31. Cornoll, A. G. *et al.*, *J. Biol. Chem.*, 177, 751 (1949).
32. Yemm, E. M. and Cookin E. C., *Analyst*, 80, 209 (1955).
33. 안용근: 한국 및 일본산 맥주의 당에 관한 연구 - 1. 당함량, *한국식품영양학회지*, 11, 143~149(1998).
34. 안용근: 한국 및 일본산 맥주의 당에 관한 연구 - 2. 효소적 분석, *한국식품영양학회지*, 11, 150~158(1998).

(1999년 4월 10일 접수)