

## 개량누룩에 의한 탁주양조중 미생물과 중요 성분 변화

소명환 · 이영숙\* · 노완섭\*\*

부천대학 식품영양과, \*동국대학교 산업기술환경대학원, \*\* 동국대학교 식품공학과

### Changes in Microorganisms and Main Components during Takju Brewing by a Modified Nuruk

Myung-Hwan So, Young-Sook Lee\* and Wan-Seob Noh\*\*

Dept. of Food and Nutrition, Bucheon College, 424 Simgok-dong, Wonmi-gu, Bucheon-si,  
Kyunggi-do 420-735, Korea, \*Graduate School of Industrial Technology & Environment,  
Dongguk University, \*\*Dept. of Food Science and Technology, Dongguk University

#### Abstract

To evaluate the characteristics of modified Nuruk made by inoculation and cultivation of *Rhizopus japonicus* T2, *Aspergillus oryzae* L2 and *Hansenula* sp. BC26, three different Takju mashes were made with modified Nuruk, commercial Nuruk and rice koji, and the changes in microorganisms and major components of mashes were investigated during brewing. The numbers of yeast kept higher in the mash of modified Nuruk than in that of commercial Nuruk or rice koji. The numbers of lactic acid bacteria were high in mash of commercial Nuruk, but those were not in mash of modified Nuruk or rice koji. All mashes showed stable pH in a day, and the pH kept higher in mash of modified Nuruk than in that of commercial Nuruk or rice koji. Increase in the content of total acid was moderate in mash of modified Nuruk or rice koji, but it was too much in that of commercial Nuruk. Increase in the content of amino acid was much higher in mash of modified Nuruk or commercial Nuruk than in that of rice koji. Increase in the content of alcohol was more rapid in mash of modified Nuruk or rice koji than in that of commercial Nuruk. The content of reducing sugar kept higher in mash of commercial Nuruk or modified Nuruk than in that of rice koji. A small amount of modified Nuruk accomplished favorable fermentation, showing normal patterns in microbiological and physicochemical changes during brewing.

Key words : Nuruk, Takju, mash, microorganism, component.

#### 서 론

탁주는 발효된 술덧을 탁하게 걸러서 마시는 서민층의 술로서, 땀흘려 일하는 농민들에게는 중요한 간식이 되어왔다<sup>1)</sup>. 발효기질인 전분을 곰팡이의 amylase로 당화하고, 당을 효모가 알콜로 전환하므로 이의 제조에는 곰팡이와 효모의 작용이 필수적이다<sup>2)</sup>. 전통적인 탁주는 누룩이 주발효제이며, 이 때 누룩은 곰팡이 amylase와 효모의 급원이 된다. 그러나 해방을 전후하여 일본의 소주 제조 곰팡이인 *Aspergillus kawachii*가 국내에 도입되고, 이의 입국이 탁주 양조

에 적용되면서 누룩의 사용이 점차 감소되었다<sup>3)</sup>.

*Aspergillus kawachii*는 구연산과 내산성 당화효소를 생산하기 때문에<sup>4,5)</sup> 이의 입국을 탁주양조에 사용하면 술덧을 산성으로 유지하여 누룩으로 양조할 때 보다 발효를 안전하게 하고, 양조시간을 단축시키며, 알콜수율도 높여주는 잇점이 있다<sup>3)</sup>. 그러나 입국으로 제조한 탁주는 독특한 향이 없고<sup>6,7)</sup>, 아미노산 함량이 낮으며<sup>8)</sup>, 입국에서 오는 유기산의 신맛이 지나치게 강하여 누룩으로 제조했을 때와 같은 조화로운 향미를 나타내지는 못하는 것으로 알려지고 있다<sup>9,10)</sup>.

누룩을 사용하면 탁주의 품질이 좋아질 것으로 보

고 있지만 누룩에는 양조상 불필요한 미생물이 다량 함유되어 있어 온도관리를 잘못하면 술덧이 실패하기 쉽고<sup>11)</sup>, 효소력과 효모수가 높지 못하다<sup>12,13)</sup>. 뿐만 아니라 요즘은 균일성이 유지되는 양질의 누룩을 구하기 어렵고<sup>14)</sup>, 좋지 못한 누룩을 사용하면 술에 불쾌한 맛과 냄새를 나타낼 수도 있다<sup>15)</sup>.

탁주의 질을 개선시키는 가장 중요한 방법은 신맛만 강하고 독특한 맛과 향이 부족한 *Aspergillus kawachii* 입국의 사용량을 줄이고, 전통누룩과 전통탁주에서 우수한 미생물을 분리하여 탁주양조에 효과적으로 적용하는 일이다. 그간 발효제의 품질 개선을 위한 연구가 다수 있었지만 당화 효소력, 알콜 발효력 및 유기산 생산능력 등이 높은 미생물을 이용하여 알콜 발효 속도와 발효 수율을 높이기 위한 연구가 대부분이었고<sup>16-19)</sup>, 주류의 맛과 향의 개선을 추구하는 연구는 매우 부족하였다<sup>20,21)</sup>.

저자 등은 누룩의 품질을 개선하기 위하여 전통 누룩 곰팡이<sup>22)</sup>로 좋은 향을 나타내고 효소생산 능력도 높은 *Rhizopus japonicus* T2와 *Aspergillus oryzae* L2, 그리고 전통 누룩 효모<sup>23)</sup>로 에스테르향을 생산하고 알콜발효 능력도 지닌 *Hansenula* sp. BC26을 살균된 밀기울에 접종하여 개량누룩을 제조하고 이의 효소화적인 특성과 미생물학적인 특성을 검토한 바 있다<sup>23)</sup>.

본 연구에서는 상기 개량누룩의 양조적성을 평가하기 위하여 개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국으로 탁주를 각각 담가 발효시키면서 술덧의 미생물수 변화와 중요성분 변화를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 양조용 재료

개량누룩은 전보<sup>23)</sup>의 방법에 따라 부천대학 식품미생물 실험실에서 제조한 것을, 시판누룩은 J 곡자주식회사의 제품을, 쌀입국은 I 탁주양조장에서 *Aspergillus kawachii* 종국을 접종하여 제조한 후 건조한 것을 각각 사용하였다. 쌀은 시중에서 구입한 일반계

(철원 오대미)의 9분도정 백미를, 물은 부천시의 수도물을 끓여서 식힌 것을, 주모는 효모(*Saccharomyces coreanus* Saito IFO 1833)를 포도당 맥아즙 배지(malt extract 20g, glucose 20g, distilled water 1,000ml, pH 5.5)에 접종하여 30℃에서 1일간 배양한 것을 각각 사용하였다.

#### 2. 탁주 술덧의 담금 및 발효

탁주 술덧은 발효제의 종류에 따라 개량누룩 술덧(술덧 A), 시판누룩 술덧(술덧 B) 및 쌀입국 술덧(술덧 C)의 3종류로 담금하였다. 담금원료의 사용비율은 Table 1과 같이 쌀을 기준으로 개량누룩은 5%, 시판누룩 또는 쌀입국은 20%, 주모는 1.0%, 급수비율은 160%로 하였다. 탁주의 담금방법은 Fig. 1과 같이 유리용기(4,000ml 들이)에 물의 일부(600ml)와 발효제 및 주모를 가하여 26℃에서 1일간 배양하고, 이에 증미와 나머지 물(1,000ml)을 가한 후 용기의 입구를 뚜껑으로 막아 26℃에서 8일간 발효하였다.

#### 3. 미생물수의 측정

효모수의 측정은 potato dextrose agar<sup>24)</sup>에 10% 주석산용액을 가하여 pH 3.5이 되게 하여 평판계수법<sup>25)</sup>으로 30℃에서 48시간 배양한 후 곰팡이의 집락을 제외한 집락을 계수하였고, 총집락수의 측정은 standard method agar<sup>26)</sup>를 사용하여 평판계수법으로 30℃에서 48시간 배양한 후 전체집락수를 계수하였으며, 젖산균수의 측정은 BCP plate count agar<sup>24)</sup>에 sodium azide 0.03%를 첨가하여 평판계수법으로 37℃에서 48시간 배양했을 때 나타나는 집락중 주위가 황색인 집락만을 계수하였다.

#### 4. pH 및 총산함량 측정

pH는 pH-meter(동우메디칼 사이언스)로 측정하였고, 총산함량은 국세청의 주류분석규정<sup>26)</sup>에 따라 시료 10ml를 0.1N-NaOH로 중화적정한 후 호박산함량(%)으로 나타내었다.

Table 1. Three kinds of Takju mashes and their raw materials

Takju mash	Fermenting agent / amounts(g)	Yeast starter*(ml)	Rice(g)	Water(ml)
A	Modified Nuruk 50	10.0	1,000	1,600
B	Commercial Nuruk 200	10.0	1,000	1,600
C	Rice koji 200	10.0	1,000	1,600

\* Culture solution of *Saccharomyces coreanus* in glucose malt extract broth.

5. 아미노산, 환원당 및 알콜 함량의 측정

국제청의 주류분석규정<sup>24)</sup>에 따라, 아미노산 함량은 formol 적정법<sup>25)</sup>으로 측정한 후 glycine 함량(%)으로 나타내었고, 환원당 함량은 Lane-Eynon법<sup>26)</sup>으로 측정하여 포도당 함량(%)으로 나타내었으며, 알콜 함량은 증류하여 부칭 주정계로 측정하고 온도보증을 하였다.

결과 및 고찰

1. 미생물수의 변화

개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국을 각각 발효제로 사용하여 탁주를 담그고 26℃에서 8일간 발효하면서 발효일수 경과에 따른 술덧의 효모수, 젖산균수 및 총집락수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 2, Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

모든 술덧에서 효모수(Fig. 2)는 발효 2일만에 최고수에 도달하였다. 개량누룩 술덧은 주발효 기간 동안 시판누룩 술덧이나 쌀입국 술덧보다 효모수가 높았다.

개량누룩 술덧이 다른 술덧보다 초기의 효모수가 높았던 것은 본 개량누룩의 제조시에 *Hansenula* 속의 효모를 첨가하였기 때문이다<sup>23)</sup>.

젖산균수(Fig. 3)는 개량누룩 술덧은 발효 초기에 약간 증가하여 2일에 최고치를 보였으나 그 수가 높지 못하였으며, 3일에는 급격히 사멸하여 4일 이후에는 검출되지 않았다. 시판누룩 술덧은 담금 즉시부터 젖산균수가 비교적 높았고 발효초기에 급격히 증가하여 2일에 최고치를 보인 후 그 이후에 서서히 감소하였지만 8일까지도 그 수가 매우 높았다. 쌀입국 술덧은 전 발효기간을 통하여 젖산균이 전혀 검출되지 않았다.

개량누룩 술덧에서 젖산균이 3일 이후에 급격히 사멸한 이유는 3일 이후에 술덧의 알콜함량이 10% 이

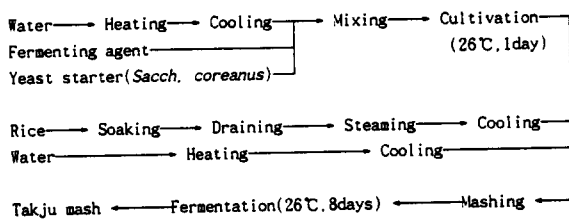


Fig. 1. Schemic diagram for the preparation of Takju mash.

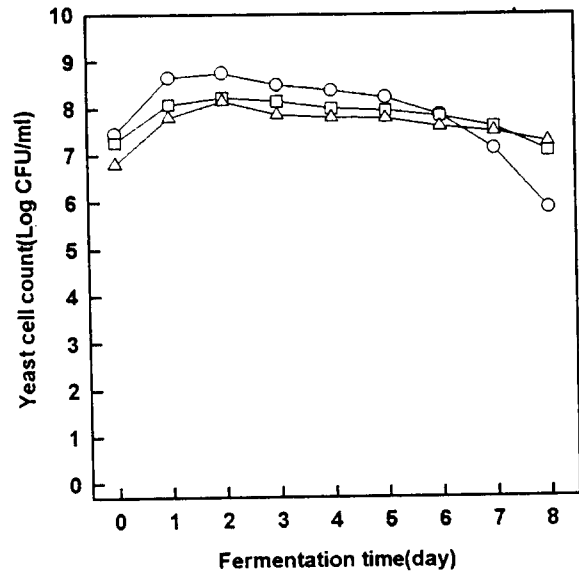


Fig. 2. Changes in yeast cell counts during fermentation of three different Takju mashes at 26℃. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

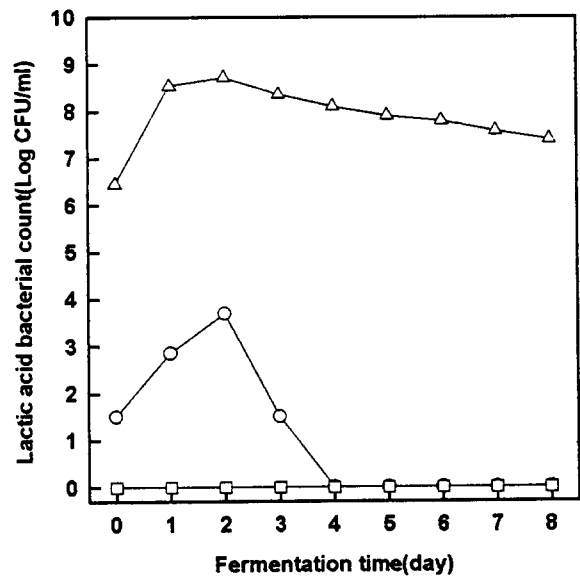


Fig. 3. Changes in lactic acid bacterial counts during fermentation of three different Takju mashes at 26℃. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

상(Fig. 8)이어서 젖산균이 사멸한 것으로 생각되며, 시판누룩 술덧에서 젖산균수가 계속 높게 유지되었던 것은 술덧의 알콜함량이 높지 않았기 때문인 것으로 보인다.

총집락수(Fig. 4)는 모든 술덧에서 발효 1일~3일 간에 최고수를 보인 후 4일 이후에 서서히 감소하였는데 특히 7일 이후에 개량누룩 술덧에서의 감소가 더욱 현저하였다. 모든 술덧에서 총집락수는 효모수(Fig. 2)와 젖산균수(Fig. 3)를 합한 수와 거의 일치하고 있어 미생물학적인 관점에서 볼 때 모든 술덧이 정상적인 양조과정을 거친 것으로 생각된다.

2. pH 및 총산 함량의 변화

개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국을 각각 발효제로 사용하여 탁주를 담그고 26°C에서 8일간 발효하면서 발효시간 경과에 따른 술덧의 pH 및 총산함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다.

pH의 변화(Fig. 5)는 개량누룩 술덧은 담금 즉시 5.07에서 발효 1일에 4.44로 감소한 후 큰 변화를 보이지 않았고, 시판누룩 술덧은 담금 즉시의 5.00에서 1일에 3.94로 감소한 후 큰 변화를 보이지 않았으며, 쌀입국 술덧은 담금 즉시의 3.78에서 1일에 3.28으로 감소한 후 큰 변화를 보이지 않았다. 개량누룩 술덧은

3일 이후부터, 쌀입국 술덧은 2일 이후부터 pH가 약간씩 증가하는 경향이었으나 시판누룩 술덧은 이러한 pH 증가가 전혀 없었다.

총산함량 변화(Fig. 6)는 개량누룩 술덧은 담금 즉시의 0.14%에서 발효 1~3일 간에 비교적 급격히 증가하여 0.38%에 도달한 후 거의 변화를 보이지 않았고, 시판누룩 술덧은 담금 즉시의 0.15%에서 발효 1~4일 간에 매우 급격히 증가한 후 6일까지 서서히 증가하여 0.91%에서 거의 변화가 없었으며, 쌀입국 술덧은 담금 즉시의 0.31%에서 4일까지 완만히 증가하여 0.51%에 도달한 후 거의 변화가 없었다.

일반적으로 숙성된 탁주술덧의 총산함량이 누룩으로 제조한 것은 0.38~0.55%이고 쌀입국으로 제조한 것은 0.45~0.50%이라고 하므로<sup>28)</sup>, 본 실험의 숙성말기 술덧의 총산함량은 개량누룩 술덧과 쌀입국 술덧은 적절한 수준이지만 시판누룩 술덧은 지나치게 높은 것으로 판단된다.

쌀입국 술덧이 담금초기에 다른 두 술덧보다 pH가 낮고 총산함량이 높았던 것은 쌀입국 제조시에 *Aspergillus kawachii*가 생산한 구연산<sup>29)</sup> 때문이며, 시판누룩 술덧이 발효 초기에는 총산함량이 낮았으나 발효일수가 경과할수록 그 함량이 현저히 높아진 것은 술덧중의 젖산균(Fig. 3)이 젖산을 생산하였기 때문인 것으로 본다.

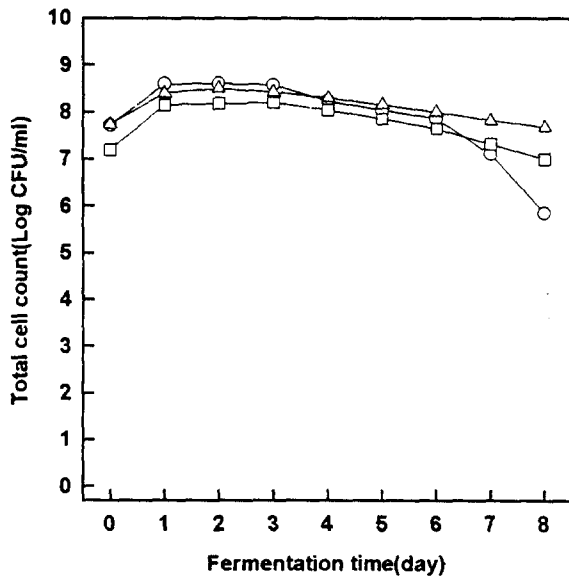


Fig. 4. Changes in total cell counts during fermentation of three different Takju mashes at 26°C. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

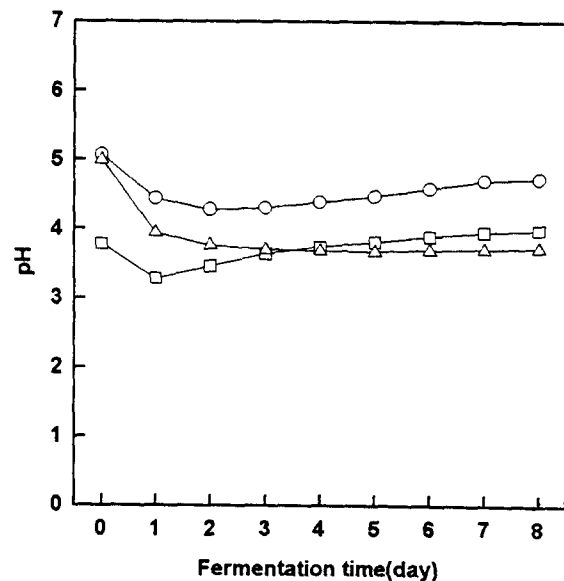


Fig. 5. Changes in pH during fermentation of three different Takju mashes at 26°C. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

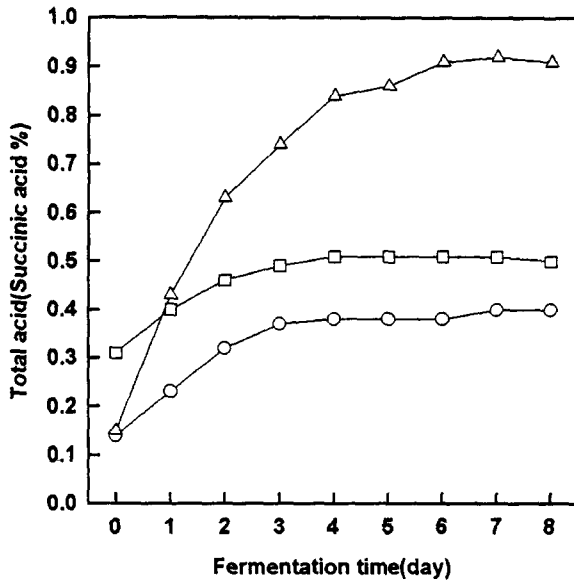


Fig. 6. Changes in total acid contents during fermentation of three different Takju mashes at 26°C. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

각 술덧의 pH 변화와 총산함량 변화를 비교해 보면 2일 이후에 총산함량이 계속 증가하고 있음에도 pH가 낮아지지 않는 것은 단백질의 분해로 아미노산이 증가(Fig. 7)하여 술덧에 완충능력을 높여 주었기 때문인 것으로 본다.

3. 아미노산 함량의 변화

개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국을 각각 발효제로 사용하여 탁주를 담그고 26°C에서 8일간 발효하면서 발효시간 경과에 따른 술덧의 아미노산 함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 7과 같다.

개량누룩 술덧은 담금 즉시의 0.04%에서 매우 빠른 속도로 증가하여 8일에는 0.53%에 도달하였고, 8일 이후에도 빠른 증가가 계속될 것으로 보였다. 시판누룩 술덧은 담금 즉시의 0.10%에서 8일에는 0.44%로 증가하였으며, 쌀입국 술덧은 담금 즉시의 0.03%에서 8일에는 0.21%로 완만히 증가하였다.

개량누룩 술덧은 소량의 누룩을 사용했음에도 아미노산 함량의 증가 속도가 빨랐던 것은 전보<sup>23)</sup>에서 보았듯이 본 개량누룩의 protease 활성도가 매우 높았던 것과 관련이 있으며, 시판누룩 술덧의 아미노산 함량이 발효초기에 높았던 이유는 시판누룩 제조시에

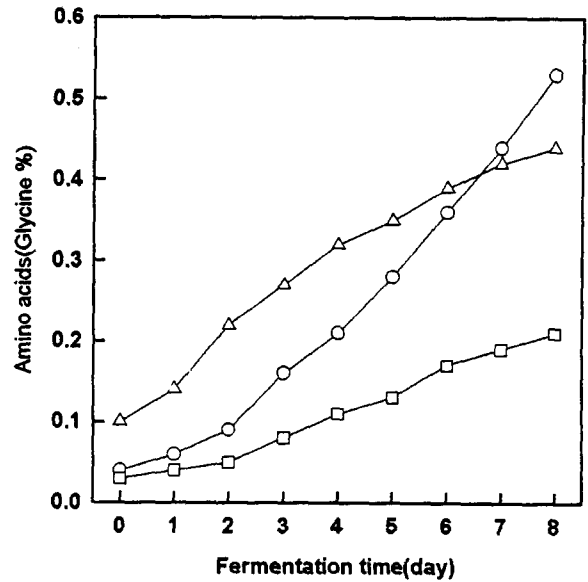


Fig. 7. Changes in amino acids contents during fermentation of three different Takju mashes at 26°C. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

누룩 단백질이 장기간의 효소작용을 받아 분해된 상태이고 이의 사용량도 많았기 때문으로 본다.

4. 알콜 및 환원당 함량의 변화

개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국을 각각 발효제로 사용하여 탁주를 담그고 26°C에서 8일간 발효하면서 발효시간 경과에 따른 술덧의 알콜 및 환원당 함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 8 및 Fig. 9와 같다.

알콜함량(Fig. 8)은 개량누룩 술덧과 쌀입국 술덧은 신속히 증가하여 발효 8일에 개량누룩 술덧은 15.4%, 쌀입국 술덧은 15.1%로 되었으나, 시판누룩 술덧은 증가 속도가 느려 8일에 9.0%에 불과하였다. 환원당 함량(Fig. 9)은 시판누룩 술덧과 개량누룩 술덧은 1일에 급격히 증가하여 그 이후에 점차 감소하였고, 쌀입국 술덧은 1일 이후부터 급격히 감소하였다. 시판누룩 술덧은 전체 발효기간 동안 환원당의 함량이 매우 높게 유지되었고, 개량누룩 술덧은 주발효 기간인 5일경까지 비교적 높게 유지되었으며, 쌀입국 술덧은 전 발효기간 동안 매우 낮았다.

개량누룩 술덧이 5%의 소량의 누룩을 사용하였음에도 알콜발효가 왕성하고 환원당도 잘 생산된 배경은 전보<sup>23)</sup>에서 보았듯이 개량누룩의 전분 당화력과

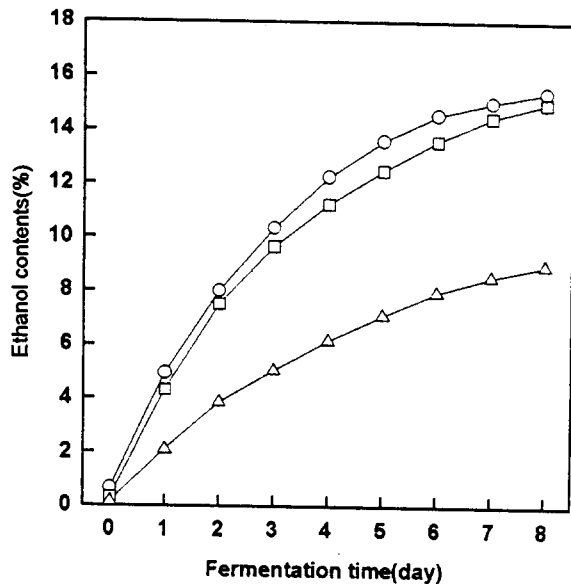


Fig. 8. Changes in ethanol contents during fermentation of three different Takju mashes at 26°C. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

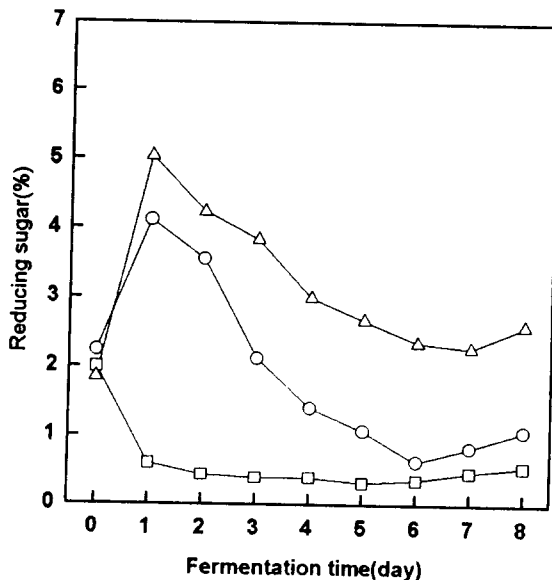


Fig. 9. Changes in reducing sugar contents during fermentation of three different Takju mashes at 26°C. ○-○ : Takju mash A(brewed with modified Nuruk), △-△ : Takju mash B(brewed with commercial Nuruk), □-□ : Takju mash C(brewed with rice koji).

전분 호정화력이 매우 높았던 것과 관련이 있다. 개량

누룩 술덧과 시판누룩 술덧에서 발효 1일에 일시적으로 환원당의 함량이 높았던 것은 Fig. 5에서 보았듯이 담금 즉시 이 두 술덧의 pH가 5.0이어서 당화효소가 잘 작용할 수 있었고, 또 Fig. 2에서 보았듯이 이 때의 효모수가 높지 않아 알콜발효에 사용되는 환원당의 양보다 과량의 환원당이 생성되었기 때문인 것으로 본다. 2일 이후부터 환원당의 함량이 줄어드는 것은 이의 생성량보다 효모가 환원당을 알콜발효에 이용하는 양이 많아졌기 때문이다. 시판누룩 술덧에서 발효 후기에 환원당이 2% 이상으로 계속 높게 유지되고, 이때 효모의 수도 계속 높게 유지되고 (Fig. 2) 있었지만 알콜생성 속도가 매우 느린 것 (Fig. 8)은 주목할 만한 점이다. 이와 같은 현상은 시판누룩 술덧에 효모의 알콜발효를 저해하는 인자가 존재하거나 생성된 당이 효모가 이용하기 어려운 형태로 되어 있기 때문인 것으로 본다. 본 실험에 사용된 *Saccharomyces coreanus*는 maltose, iso-maltose 및 maltotriose를 이용하지 못하므로<sup>29)</sup>, 시판누룩 술덧에서 환원당이 높게 유지되는 원인이 이러한 당들의 존재와 관련 있을 것으로 추측되는 바 차후 이의 확인을 위한 당분석이 필요한 것으로 본다.

## 요 약

본 연구는 *Rhizopus japonicus* T2, *Aspergillus oryzae* L2 및 *Hansenula* sp. BC26을 살균된 밀기울에 접종 및 배양하여 제조한 개량누룩의 양조특성을 평가하기 위한 것이다. 이를 위하여 개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국으로 각각 탁주를 담가 발효시키면서 술덧의 미생물 변화와 중요 성분 변화를 조사하였다. 효모수는 개량누룩 술덧이 시판누룩 술덧과 쌀입국 술덧보다 높게 유지되었다. 젖산균은 시판누룩 술덧에는 높게 유지되었으나 개량누룩 술덧과 쌀입국 술덧은 그렇지 않았다. pH는 모든 술덧이 1일 이후에 안정화되었으며, 개량누룩 술덧의 pH가 시판누룩 술덧이나 쌀입국 술덧의 pH보다 높게 유지되었다. 총산 함량의 증가는 개량누룩 술덧과 쌀입국 술덧은 적절하였으나 시판누룩 술덧은 지나치게 많았다. 아미노산 함량의 증가는 개량누룩 술덧과 시판누룩 술덧이 쌀입국 술덧보다 훨씬 높았다. 알콜함량의 증가속도는 개량누룩 술덧과 쌀입국 술덧이 시판누룩 술덧보다 훨씬 빨랐다. 환원당의 함량은 시판누룩 술덧과 개량누룩 술덧은 쌀입국 술덧보다 높게 유지되었다. 개량누룩은 적은 양을 사용하였음에도 발효과정중의 미생물학적 및 이화학적 특성의 변화가 정상적이었으

며, 발효는 잘 진행되었다.

### 참고문헌

1. 유태종, 홍재훈, 김영배, 이호, 김영애, 황한준, 소명환, 이효구 : 최신 식품미생물학, 문운당, 서울, p. 298 (1995).
2. 노완섭, 방병호, 심상국, 김광수 : 식품미생물학, 진로연구사, 서울, p.292(1987).
3. 이두영 : 백국균 *Aspergillus kawachii* Kitahara의 생태학적 연구, *한국미생물학회지*, 6, 113~121(1968).
4. 北原覺雄, 吉田滿智子 : 絲狀菌のDiastase組成に關する研究(第3報1), 泡盛白麴菌の形態的並に2, 3の生理的性質に就て, *日本醸造工學會誌*, 27, 162~166(1949).
5. 北原覺雄, 吉田滿智子 : 絲狀菌のDiastase組成に關する研究(第3報2), 泡盛白麴菌 *Asp. kawachii* nov. sp. は果して黑麴菌の變異種なりや, *日本醸造工學會誌*, 27, 182~183(1949).
6. 최선희, 김옥경, 이명환 : 가스 크로마토그래피에 의한 재래주 발효중 알콜과 유기산 분석, *한국식품과학회지*, 24, 272~278(1992).
7. 한은혜, 이택수, 노봉수, 이동선 : 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주술덧의 휘발성 향기성분, *한국식품과학회지*, 29, 563~570(1997).
8. 이원경, 김정림, 이명환 : 국균을 달리한 탁주양조중 유리아미노산 및 유기산의 소장, *한국농화학회지*, 30, 323~327(1987).
9. 한은혜, 이택수, 노봉수, 이동선 : 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주 발효과정중 술덧의 품질특성, *한국식품과학회지*, 29, 555~562(1997).
10. 소명환 : *Aspergillus kawachii*와 *Aspergillus oryzae*의 병용에 의한 탁주의 품질 개선, *한국식품영양학회지*, 4, 115~124(1991).
11. 유대식, 김현수, 홍진, 하현팔, 김태영, 윤인화 : 누룩미생물의 문헌적 고찰, 1945년 이전을 중심으로, *한국영양식량학회지*, 25, 170~179(1996).
12. 장원길, 오세복, 노승준, 김대광 : 우리나라 토속주의 재현과 개발에 관한 연구, *국세청기술연구소보*, 5, 1~24(1986).
13. 안병학, 정진섭, 박완수, 이명기, 차진, 정상은, 성기욱 : 전통주 발효용 종균개발 연구, 전통발효식품의 과학화 연구 1차년도보고서, 과학기술처, p.19~134(1995).
14. 국세청기술연구소 제1연구실 : 1974년도 전국발효제 분석표, *국세청기술연구소보*, 3, 112~117(1975).
15. 김덕치, 서보인 : 법주 주질향상에 관하여, *국세청기술연구소보*, 3, 46~55(1975).
16. 이병노, 성장근, 오만진 : 전통누룩 곰팡이의 생화학적 및 양조학적 특성, *생물산업*, 10, 10~16(1997).
17. 김태영 : 전통누룩과 민속주의 양조특성, *생물산업*, 10, 17~26(1997).
18. 김현수, 현지숙, 김정, 하현팔, 유대식 : 전통누룩 곰팡이의 연구동향, *생물산업*, 10, 27~32(1997).
19. 안병학 : 전통주의 효모 연구동향, *생물산업*, 10, 33~35(1997).
20. 소명환 : 곰팡이 균종을 달리한 밀가루 누룩의 탁주양조적성, *한국식품영양학회지*, 8, 6~12(1995).
21. 소명환, 이재우 : *Rhizopus japonicus* 누룩과 *Aspergillus oryzae* 누룩의 병용에 의한 탁주 양조, *한국영양식량학회지*, 25, 157~162(1996).
22. 유대식, 김현수, 홍진, 하현팔, 김태영, 윤인화 : 누룩미생물의 문헌적 고찰, 1945년 이전을 중심으로, *한국영양식량학회지*, 25, 170~179(1996).
23. 소명환 : 전통 누룩 미생물로 제조한 개량누룩의 특성, *한국식품영양학회지*, 12, p.219-225(1999).
24. Atlas, R.M. and Park, L.C.: *Handbook of Microbiological Media*, CRC Press, Boca Raton, p.722~840(1993).
25. Atlas, R.M., Park, L.C. and Brown, A.E.: *Laboratory Manual of Experimental Microbiology*, Mosby-Year Book, Missouri, p.119~127(1995).
26. 국세청기술연구소 : 국세청기술연구소 주류분석 규정, 국세청훈령 제743호, p.12~63(1979).
27. 신호선 : 식품분석, 신광출판사, 서울, p.94~98(1989)
28. 이서래 : 한국의 발효식품, 이화여자대학교 출판부, 서울, p.192~318(1992).
29. 김찬조, 장지현 : 신고 식품미생물학, 수학사, 서울, p. 117~295(1985).

(1999년 3월 12일 접수)