

## 개량누룩의 사용에 의한 탁주의 품질 개선

소명환 · 이영숙\* · 노완섭\*\*

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

### Improvement in the Quality of Takju 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

Physicochemical and sensory properties of Takju which was brewed with a modified Nuruk made by inoculation and cultivation of *Rhizopus japonicus* T2, *Aspergillus oryzae* L2 and *Hansenula* sp. BC26 isolated from Nuruk, were investigated, as compared with those with current fermenting agents such as commercial Nuruk and rice koji of *Aspergillus kawachii*. The contents of total acid were 0.88%, 0.47% and 0.39% in mash of commercial Nuruk, rice koji and modified Nuruk, respectively. The contents of alcohol were 15.5%, 15.1% and 9.0% in mash of modified Nuruk, rice koji and commercial Nuruk, respectively. The contents of reducing sugar were 2.80%, 1.24% and 0.80% in mash of commercial Nuruk, modified Nuruk and rice koji, respectively. The contents of amino acid were 0.55%, 0.47% and 0.23% in mash of modified Nuruk, commercial Nuruk and rice koji, respectively. Suspended solids were sedimented much more slowly in Takju of modified Nuruk or commercial Nuruk than in that of rice koji. Color was preferred in the order of Takju of modified Nuruk, commercial Nuruk, and rice koji. Odor and taste were preferred in the order of Takju of modified Nuruk, rice koji, and commercial Nuruk. Therefore, it seemed that the Takju of modified Nuruk was better than that of commercial Nuruk or rice koji in quality.

Key words : Nuruk, koji, Takju, quality improvement.

#### 서 론

전통적인 탁주는 쌀을 주원료로, 누룩을 주발효제로 하여 제조하였다. 그러나 1938년에 일본의 소주제조 곰팡이인 *Aspergillus kawachii*가 국내에 도입되고<sup>1)</sup>, 이의 입국이 탁주양조에 적용되면서 입국이 주발효제의 자리를 차지하고 누룩의 사용은 급격히 감소되어졌다.

*Aspergillus kawachii*는 구연산과 내산성 당화효소를 생산하기 때문에<sup>2)</sup> 이의 입국을 탁주양조에 사용하면 술덧의 pH를 산성으로 유지하여 누룩으로 양조할 때보다 발효를 안전하게 하고, 양조시간을 단축시키며, 알콜 수율도 높아지게 된다<sup>3)</sup>. 그러나 입국으로

제조한 탁주는 독특한 향이 없고<sup>3)</sup>, 아미노산의 함량이 낮으며<sup>4)</sup>, 입국에서 오는 유기산의 신맛이 지나치게 강하여<sup>5)</sup> 누룩으로 제조했을 때와 같은 조화로운 향미가 없는 것으로 알려지고 있다<sup>6)</sup>.

탁주의 품질을 개선시키는 가장 중요한 방법은 독특한 맛과 향이 부족한 *Aspergillus kawachii* 입국의 사용량을 줄이고<sup>5)</sup>, 누룩의 사용량은 늘리는 것이라고 보고 있지만<sup>7)</sup> 누룩에는 불필요한 미생물이 증식할 수 있어 효소력이 낮고<sup>8)</sup>, 효모수가 높지 못하며<sup>9)</sup>, 제품의 균일성을 유지하기도 어려우므로<sup>10)</sup> 많은 양을 사용하면 술에 불쾌한 냄새를 나타내기도 한다<sup>11)</sup>.

그간 발효제의 품질 개선을 위한 연구가 다수 있었지만 당화 효소력, 알콜 발효력 및 유기산 생산능력

등이 높은 미생물을 이용하여 발효속도와 발효수율을 높이기 위한 연구가 대부분이었고<sup>12,13)</sup>, 주류의 기호성에 중요한 맛과 향의 개선을 추구하는 연구는 매우 부족하였다<sup>14)</sup>.

저자는 탁주의 품질을 개선시키기 위해서는 누룩의 품질 개선이 선행되어야 한다고 보고, 전통누룩 곰팡이로 좋은 향을 나타내고 효소생산 능력도 높은 *Rhizopus japonicus* T2와 *Aspergillus oryzae* L2, 그리고 전통누룩 효모로 에스테르향을 생산하고 알콜발효 능력도 지닌 *Hansenula* sp. BC26을 살균된 밀기울에 접종하여 개량누룩을 제조한 후 이의 효소학적 및 미생물학적 특성을 검토한 바 있으며<sup>15)</sup>, 이로서 탁주를 담가 술덧의 미생물과 중요 성분변화를 조사하였고<sup>16)</sup>, 발효된 술덧중의 중요 향기성분과 맛성분을 분석한 바도 있다<sup>17)</sup>.

본 연구에서는 상기의 개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국으로 양조한 탁주의 이화학적 및 관능적 특성을 발효제별로 비교 분석하여 개량누룩에 의한 주질개선 효과를 확인하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 양조용 재료

개량누룩은 전보<sup>15)</sup>의 방법에 따라 부천대학 식품미생물 실험실에서 제조한 것을, 시판누룩은 J 곡자주 식회사에서 제조하여 시중 양조장에서 사용되고 있는 것을, 쌀입국은 I 탁주양조장에서 *Aspergillus kawachi* 종균을 접종하여 제조한 후 건조한 것을 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(포도당 20g, 맥아즙 20g, 물 1,000ml, pH 5.5)에 접종하여 1일간 배양한 것을 각각 사용하였다.

### 2. 탁주술덧의 담금, 발효 및 제성

탁주술덧은 발효제에 따라 개량누룩 술덧(술덧 A), 시판누룩 술덧(술덧 B) 및 쌀입국 술덧(술덧 C)의 3종류로 담금하였다. 원료의 사용비율은 전보<sup>16)</sup>와 같이 쌀을 기준으로 개량누룩은 5%, 시판누룩 또는 쌀입국은 20%, 주모는 1.0%, 급수비율은 160%로 하였고, 담금방법도 전보<sup>16,17)</sup>와 같이 물의 일부(600ml)와 발효제 및 주모를 가하여 26℃에서 1일간 배양하고, 증미와 나머지 물(1,000ml)을 가한 후 용기의 입구를 막고 26℃에서 8일간 발효하였다.

발효가 완료된 술덧은 후수를 술덧무게의 1.3배 가하여 100 mesh의 체로 걸러 제성하였다.

### 3. 이화학적 특성검사

국세청의 주류분석규정<sup>18)</sup>에 따라 pH는 pH-meter(동우메다칼 사이안스)로 측정하였고 총산함량은 중화적정한 후 호박산 함량(%)으로 나타내었다. 아미노산 함량은 formol 적정법<sup>19)</sup>으로 측정된 후 glycine 함량(%)으로 나타내었고, 환원당 함량은 Lane-Eynon법<sup>19)</sup>으로 측정하여 포도당의 함량(%)으로 나타내었으며, 알콜함량은 시료를 분류하여 부침 주정계로 측정하고 온도보정을 하여 에틸알콜 함량(%)으로 나타내었다.

### 4. 주박량 및 부유물 함량의 측정

주박량의 측정<sup>14)</sup>은 술덧 100g을 100 mesh의 체로 거를 때 체위에 남는 잔유물을 실온에서 5일간 건조하고 그 무게를 달아 술덧에 대한 무게비율(%)로 나타내었고, 부유물 함량의 측정은 탁주 제성주 100g을 여과지(Whatman No.2)로 여과한 후 잔유물을 실온에서 5일간 건조하고 그 무게를 달아 제성주에 대한 무게비율(%)로 나타내었다.

### 5. 부유물의 현탁안정성 측정

부유물의 현탁 안정성 측정<sup>14)</sup>은 탁주 제성주 100ml를 100ml용 눈금실린더에 취하여 실온에서 60분간 정치하면서 탁주 현탁층의 높이를 5분 간격으로 측정된 후 전체 높이에 대한 백분율로 나타내었다.

### 6. 관능검사

부천대학에 재학중인 남학생 16명을 관능검사요원으로 선발하여 탁주 제성주의 맛, 향, 색을 9단계 평점법<sup>20)</sup>으로 평가하였다. 검사시료는 모두 실온으로 평형화시킨 후에 제공하였으며, 평가 결과는 Duncan의 다범위검정(Duncan's multiple range test)<sup>21)</sup>으로  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 술덧의 이화학적 특성

개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국을 각각 발효제로 사용하여 탁주를 담그고 26℃에서 8일간 발효한 술덧의 이화학적인 특성을 조사한 결과는 Table 1에 나타낸 바와 같다.

총산함량은 시판누룩 술덧 0.88%, 쌀입국 술덧 0.

**Table 1. Physicochemical properties of Takju mashes brewed with different fermenting agents**

Takju mash*	pH	Total acids (succinate %)	Alcohol (v/v %)	Reducing sugar (glucose %)	Amino acids (glycine %)	Takju cake (w/w %)
A	4.67	0.39	15.4	1.24	0.55	1.51
B	3.70	0.88	9.0	2.80	0.47	4.14
C	3.90	0.47	15.1	0.80	0.23	2.80

\* Takju mash A : brewed with modified Nuruk inoculated with *Rhizopus japonicus* T2, *Aspergillus oryzae* L2 and *Hansenula* sp. BC 26, Takju mash B : brewed with commercial Nuruk, Takju mash C : brewed with rice koji of *Aspergillus kawachii*.

47%, 개량누룩 술덧 0.39%이었고, 알콜함량은 개량누룩 술덧 15.4%, 쌀입국 술덧 15.1%, 시판누룩 술덧 9.0%이었으며, 환원당 함량은 시판누룩 술덧 2.80%, 개량누룩 술덧 1.24%, 쌀입국 술덧 0.80%이었다. 또한 아미노산 함량은 개량누룩 술덧 0.55%, 시판누룩 술덧 0.47%, 쌀입국 술덧 0.23%이었고, 주박 발생량은 시판누룩 술덧 4.14%, 쌀입국 술덧 2.80%, 개량누룩 술덧 1.51%이었다.

술덧의 총산, 알콜, 아미노산 및 주박량이 발효제에 따라 크게 달라짐은 선연구(4,6,14)에서도 확인된 바 있다. 누룩으로 제조한 재래식 탁주 술덧의 통상적인 총산함량이 0.38~0.55%<sup>22)</sup>이고, 쌀입국 탁주 술덧의 통상적인 총산함량이 0.45~0.50%<sup>22)</sup>인 점을 감안 할 때 개량누룩 술덧과 쌀입국 술덧의 총산함량은 적절한 것으로 생각되나 시판누룩 술덧의 총산 함량은 지나치게 높은 것으로 생각된다. 또 숙성된 탁주 술덧의 통상적인 알콜함량이 14~15%<sup>22)</sup>인 점을 고려할 때 개량누룩 술덧과 쌀입국 술덧은 충분히 숙성된 상태이고, 시판누룩 술덧은 미숙한 상태로 볼 수 있다. 이상의 결과로서 평가할 때에 시판누룩 술덧은 총산과 주박함량이 지나치게 높고 알콜함량이 너무 낮으며, 쌀입국 술덧은 환원당과 아미노산 함량이 지나치게 낮은 것으로 생각된다. 한편 개량누룩 술덧은 아미노산의 함량이 매우 높고, 다른 성분들에 과부족이 없어서 쌀입국 술덧이나 시판누룩 술덧보다 좋은 것으로 판단된다.

Table 1에서 시판누룩 술덧이 알콜함량이 낮고 반면 환원당 함량이 높은 점은 누룩을 사용하는 전통탁주의 중요한 특성으로 볼 수 있다. 전통적으로 탁주는 농민들에게 간식을 겸한 알콜성 음료로 이용되었으므로<sup>22)</sup>, 알콜함량이 너무 높아서는 곤란하며 비발효성 잔당이 어느 정도 있어야 좋을 것으로 본다. 시판누룩 술덧에 환원당 함량이 높았던 점은 효모의 특성과 관련지어 볼 때 흥미있는 현상일 수도 있다. 본 실험에서 주모로 사용한 효모는 현재 탁주양조에 사용되고 있는 maltose 발효성인 *Saccharomyces cerevisiae*가

아니고, maltose 비발효성인 *Saccharomyces coreanus*<sup>23)</sup>이다. 따라서 시판누룩 술덧에서 환원당의 함량이 높았던 것은 본 효모가 발효할 수 없는 당류가 술덧에 많았기 때문인 것으로 추측되나 정확히 알기 위해서는 당류의 분석 등 후속 연구가 필요하다.

## 2. 제성주의 이화학적 특성

개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국을 각각 발효제로 사용하여 탁주를 담그고 26℃에서 8일간 발효한 술덧에 후수를 술덧 무게의 1.3배 가하여 100 mesh의 체로 걸러서 제성주를 만든 후 이화학적인 특성을 조사한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다.

pH는 개량누룩 탁주 시판누룩 탁주 및 쌀입국 탁주가 각각 4.65, 3.70 및 3.88이었고, 총산함량은 각각 0.15%, 0.38 및 0.21%이었으며, 알콜함량은 각각 6.7%, 3.9% 및 6.6%이었다. 환원당 함량은 개량누룩 탁주, 시판누룩 탁주 및 쌀입국 탁주가 각각 0.55%, 1.22% 및 0.35%이었고, 아미노산 함량은 각각 0.24%, 0.20% 및 0.10%이었으며, 부유물 함량은 각각 1.11%, 2.55% 및 0.62%이었다.

제성주의 이와 같은 특성은 술덧의 특성(Table 1)이 그대로 반영되어진 결과로 볼 수 있다. 시판누룩 탁주는 총산함량이 지나치게 높고 알콜함량이 부족한 것이 결점으로 여겨지고, 쌀입국 탁주는 아미노산과 부유물의 함량이 지나치게 낮은 것이 결점으로 여겨진다. 개량누룩 탁주는 알콜과 아미노산의 함량이 높고, 총산과 부유물의 함량이 적절하여 시판누룩 탁주나 쌀입국 탁주보다 좋은 것으로 생각된다.

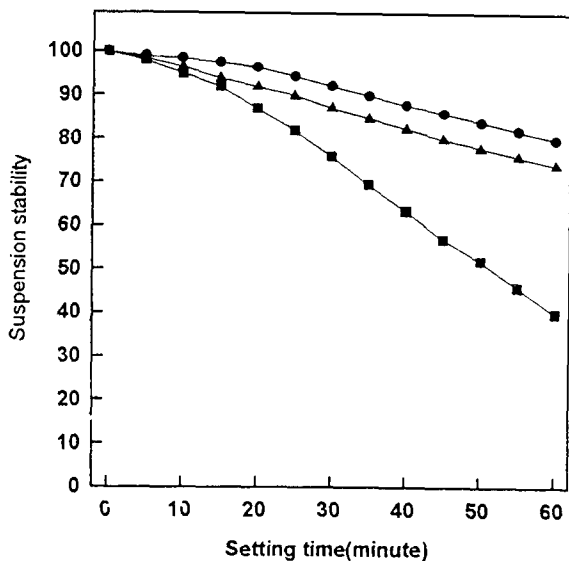
## 3. 제성주의 부유물 현탁 안정성

탁주 제성주를 방지하며 부유물의 현탁 안정성을 조사한 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 개량누룩 탁주는 20분까지는 부유물이 거의 침전되지 않았으며, 그 이후에도 침전속도는 매우 느렸다. 시판누룩 탁주는 10분부터 침전되기 시작하였으며 침전속도는 매우 느렸다. 한편 쌀입국 탁주는 5분 이후부터 침전

**Table 2. Physicochemical properties of Takju final products brewed with different fermenting agents**

Takju*	pH	Total acids (succinate %)	Alcohol (v/v %)	Reducing sugar (glucose %)	Amino acids (glycine %)	Suspended solids(w/w %)
A	4.65	0.15	6.7	0.55	0.24	1.11
B	3.70	0.38	3.9	1.22	0.20	2.55
C	3.88	0.21	6.6	0.35	0.10	0.62

\* Takju A, B and C were prepared from Takju mash A, B and C in Table 1, respectively. Takju A : brewed with modified Nuruk, Takju B : brewed with commercial Nuruk, Takju C : brewed with rice koji.



**Fig. 1. Suspension stability of suspended solids in Takju final products prepared from three different Takju mashes.** ●-● : Takju A prepared from Takju mash A (brewed with modified Nuruk) ▲-▲ : Takju B prepared from Takju mash B (brewed with commercial Nuruk) ■-■ : Takju C prepared from Takju mash C (brewed with rice koji)

되기 시작하였고, 침전속도는 개량누룩 탁주나 시판누룩 탁주보다 현저히 빨랐다.

탁주에서 부유물의 침전이 느리다는 것은 부유물의 현탁 안정성이 높음을 의미하는 것으로 대단히 바람직한 특성으로 볼 수 있다. 개량누룩 탁주와 시판누룩 탁주에서 부유물의 현탁안정성이 쌀입국 탁주에 비해서 현저히 높게 나타난 것은 주목할만한 점이며, 이러한 현상은 *Rhizopus japonicus*의 밀가루누룩을 사용한 저자 등<sup>(14)</sup>의 다른 연구에서도 확인된 바 있다. 탁주에서 부유물의 현탁안정성에 영향을 미치는 인자는 부유물의 양, 부유물의 이화학적 및 전기화학적 특성, 탁주의 pH, 교질안정화제의 존재 유무 동일 것으로

생각되나 이를 정확히 밝히기 위해서는 후속 연구가 필요하다.

#### 4. 제성주의 관능적인 특성

개량누룩, 시판누룩 및 쌀입국을 각각 발효제로 사용하여 탁주를 담그고 26°C에서 8일간 발효한 술덧에 후수를 술덧 무게의 1.3배 가하여 100 mesh의 체로 걸러서 제성주를 만든 후 남자 대학생 16명을 관능검사 요원으로 선발하여 색, 맛, 향을 9단계 평점법<sup>(20)</sup>으로 평가한 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다.

색상이 좋은 순위는 개량누룩 탁주, 시판누룩 탁주, 쌀입국 탁주이었는데, 개량누룩 탁주와 시판누룩 탁주, 시판누룩 탁주와 쌀입국 탁주 사이에는 유의적인 차이가 인정되지 않았고( $p < 0.05$ ), 개량누룩 탁주와 쌀입국 탁주 사이에는 유의적인 차이가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 향이 좋은 순위는 개량누룩 탁주, 쌀입국 탁주, 시판누룩 탁주이었는데, 각각의 탁주 사이에는 서로 유의적인 차이가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 맛이 좋은 순위는 개량누룩 탁주, 쌀입국 탁주, 시판누룩 탁주이었는데, 개량누룩 탁주와 쌀입국 탁주 사이에는 유의적인 차이가 인정되지 않았고( $p < 0.05$ ),

**Table 3. Sensory properties of Takju final products brewed with different fermenting agents**

Takju*	Mean scores**		
	Color	Aroma	Taste
A	6.5 <sup>a</sup>	7.0 <sup>a</sup>	6.7 <sup>a</sup>
B	5.6 <sup>ab</sup>	3.0 <sup>c</sup>	2.9 <sup>c</sup>
C	4.6 <sup>b</sup>	5.5 <sup>b</sup>	6.0 <sup>a</sup>

\* Takju A, B and C were prepared from Takju mash A, B and C in Table 1, respectively. Takju A : brewed with modified Nuruk, Takju B : brewed with commercial Nuruk, Takju C : brewed with rice koji.

\*\* Mean scores of 16 panels tested by nine point hedonic scale, and the same lettered superscripts within a column are not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

개량누룩 탁주와 시판누룩 탁주, 쌀입국 탁주와 시판누룩 탁주 사이에는 유의적인 차이가 인정되었다 ( $p < 0.05$ ).

개량누룩 탁주는 부유물의 함량이 시판누룩 탁주보다 낮음(Table 2)에도 색상이 좋게 평가된 것은 전보<sup>(15)</sup>에서 보았듯이 개량누룩에서 유래하는 황색이 부유물의 흰색과 조화를 잘 이루었기 때문이며, 쌀입국 탁주의 색상이 좋지 않게 나타난 이유는 부유물의 함량이 너무 낮아 맑게 보였기 때문인 것으로 생각된다.

향에 있어서 개량누룩 탁주가 좋게 나타난 이유는 전보<sup>(17)</sup>에서 본 바와 같이 개량누룩 술덧에는 탁주의 중요한 향기성분인 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol 및 ethyl acetate의 함량이 매우 높았고, 향에 나쁜 영향을 미치는 초산이 없었던 점 등이 중요한 원인으로 작용하였을 것으로 생각된다. 시판누룩 탁주의 향이 좋지 않게 나타난 이유는 전보<sup>(17)</sup>에서 본 바와 같이 시판누룩 술덧에는 isoamyl alcohol 및 isobutyl alcohol의 함량이 매우 낮은 점과, 초산의 함량이 지나치게 높은 것도 중요한 원인으로 작용하였을 것으로 추측한다.

맛에 있어서 개량누룩 탁주가 비교적 좋게 나타난 이유는 Table 2에서 보았듯이 개량누룩 탁주는 유기산과 알콜의 함량이 적절하고 아미노산의 함량도 풍부하여 이들로부터 오는 신맛, 쓴맛, 감칠맛 및 단맛이 조화를 이루었고 부유물의 양도 적절하였기 때문인 것으로 생각한다. 쌀입국 탁주가 개량누룩 탁주에 비하여 아미노산 함량이 현저히 낮았음(Table 2)에도 불구하고 맛이 개량누룩 탁주에 크게 뒤지지 않게 나타난 것은 쌀입국 탁주의 총산함량과 알콜함량이 적절하고, 관능검사 요원들이 쌀입국을 사용하는 기존의 탁주맛에 익숙해 있기 때문인 것으로 생각된다. 시판누룩 탁주의 맛이 특히 좋지 않게 나타난 이유는 신맛이 지나치게 높고, 알콜함량이 지나치게 낮으며, 부유물의 함량이 너무 높기 때문인 것으로 생각된다.

탁주는 기호성 식품이므로 맛, 향, 색 등의 관능적인 평가 결과가 중요하다. 그러나 탁주의 맛 및 향기 성분들과 이들의 적절한 함량에 관한 기본적인 데이터가 부족하여 본 연구에서 관능검사 결과를 해석하거나 성분분석 결과로 주류의 품질을 평가함에 있어서 많은 어려움이 따랐다.

## 요 약

누룩에서 분리한 *Rhizopus japonicus* T2, *Asper-*

*gillus oryzae* L2 및 *Hansenula* sp. BC26을 밀기울에 접종 및 배양하여 제조한 개량누룩으로 양조한 탁주와, 기존의 발효제인 시판누룩 및 쌀입국으로 양조한 탁주의 이화학적 특성과 관능적 특성을 비교 조사하였다. 총산함량은 시판누룩 술덧 0.88%, 쌀입국 술덧 0.47%, 개량누룩 술덧 0.39%이었고, 알콜함량은 개량누룩 술덧 15.5%, 쌀입국 술덧 15.1%, 시판누룩 술덧 9.0%이었다. 환원당함량은 시판누룩 술덧 2.80%, 개량누룩 술덧 1.24%, 쌀입국 술덧 0.80%이었고, 아미노산함량은 개량누룩 술덧 0.55%, 시판누룩 술덧 0.47%, 쌀입국 술덧 0.23%이었으며, 주박량은 시판누룩 술덧 4.14%, 쌀입국 술덧 2.80%, 개량누룩 술덧 1.51%이었다. 개량누룩 탁주와 시판누룩 탁주는 부유물이 매우 느리게 침전되었지만 쌀입국 탁주는 빨리 침전되었다. 색이 좋은 순위는 개량누룩 탁주, 시판누룩 탁주, 쌀입국 탁주이었고, 향 및 맛이 좋은 순위는 개량누룩 탁주, 쌀입국 탁주, 시판누룩 탁주이었다. 이상의 결과로 볼 때 개량누룩 탁주가 시판누룩 탁주나 쌀입국 탁주보다 품질이 좋은 것으로 판단되었다.

## 참고문헌

1. 이두영 : 백국균 *Aspergillus kawachii* Kitahara의 생리학적 연구, *한국미생물학회지*, 6, 113~121(1968).
2. 北原覺雄, 吉田滿智子 : 絲狀菌의Diastase組成に關する研究(第3報), 泡盛白麹菌の形態的並に2,3の生理的性質に就て, *日本醸造工學會誌*, 27, 162~166(1949).
3. 한은혜, 이택수, 노봉수, 이동선 : 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주술덧의 휘발성 향기성분, *한국식품과학회지*, 29, 563~570(1997).
4. 이원경, 김정립, 이명환 : 국균을 달리한 탁주양조중 유리아미노산 및 유기산의 소장, *한국농화학회지*, 30, 323~327(1987).
5. 소명환 : *Aspergillus kawachii*와 *Aspergillus oryzae*의 병용에 의한 탁주의 품질 개선, *한국식품영양학회지*, 4, 115~124(1991).
6. 한은혜, 이택수, 노봉수, 이동선 : 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주 발효과정중 술덧의 품질특성, *한국식품과학회지*, 29, 555~562(1997).
7. 배상면 : 탁주양조에 관한 소고, 탁주양조기술, 배한산업부설 효소연구소, p.131~135(1988).
8. 장원길, 오세복, 노승준, 김대광 : 우리나라 토속주의 재현과 개발에 관한 연구, *국세청기술연구소보*, 5, 1~24(1986).
9. 안병학, 정건섭, 박완수, 이명기, 차진, 정상은, 성기욱 : 전통주 발효용 종균개발 연구, *전통발효식품의 과학화 연구 1차년도보고서*, 과학기술처, p.19~134(1995).
10. 국세청기술연구소 제1연구실 : 1974년도 전국발효제 분석표, *국세청기술연구소보*, 3, 112~117(1975).

11. 김덕치, 서보인 : 법주 주질향상에 관하여, *국세청기술 연구소보*, 3, 46~55(1975).
12. 김현수, 현지숙, 김정, 하현팔, 유대식 : 전통누룩 곰팡이의 연구동향, *생물산업*, 10, 27~32(1997).
13. 안병학 : 전통주의 효모 연구동향, *생물산업*, 10, 33~35(1997).
14. 소명환, 이재우 : *Rhizopus japonicus* 누룩과 *Aspergillus oryzae* 누룩의 병용에 의한 탁주 양조, *한국영양식량학회지*, 25, 157~162(1996).
15. 소명환 : 전통 누룩 미생물들로 제조한 개량누룩의 특성, *한국식품영양학회지*, 12, 219~225(1999).
16. 소명환, 이영숙, 노완섭 : 개량누룩에 의한 탁주양조중 미생물과 중요성분 변화, *한국식품영양학회지*, 12, 226~232(1999).
17. 소명환, 이영숙, 한성희, 노완섭 : 개량누룩으로 제조한 탁주의 중요 향미성분 분석, *한국식품영양학회지*, 12, 421~426(1999).
18. 국세청기술연구소 : 국세청기술연구소 주류분석 규정, 국세청훈령 제743호, p.12~63(1979).
19. 신호선 : *식품분석*, 신광출판사, 서울, p.94~98(1989).
20. Piggott, J.R. : *Sensory Analysis of Food*, Elsevier Applied Science Publishers, London, p.151~164 (1984).
21. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천 : *SAS를 이용한 통계자료 분석*, 자유아카데미, 서울, p.61~70(1989)
22. 이서래 : 한국의 발효식품, 이화여자대학교 출판부, 서울, p.192~318(1992).
23. 김찬조, 장지현 : *신고 식품미생물학*, 수학사, 서울, p.117~295(1985).

---

(1999년 4월 23일 접수)