

## 제주민속 좁쌀약주 발효를 위한 우수균주의 선발

김지용 · 고정삼\*

제주대학교 농업생명과학대학 원예생명과학부

(2003년 11월 5일 접수, 2004년 1월 12일 수리)

제주민속주인 좁쌀약주의 주질 개선을 위하여 전국에서 수집된 35종의 누룩으로부터 우수 곰팡이와 효모를 분리하였다. 수집된 누룩의 균수는 1g당 곰팡이가  $6.4 \times 10^5 \sim 4.5 \times 10^7$ 개, 효모는  $1.4 \times 10^4 \sim 7.7 \times 10^7$ 개로 나타났다. 이 중에서 곰팡이 169균주, 효모 103균주를 분리하였으며 전분당화력이 좋은 곰팡이 16균주와 내당성 및 내알코올성이 강한 효모 1균주를 선발하였다. 분리된 곰팡이 균주들의 효소활성을 측정된 결과 A8-3이 glucoamylase 활성, 액화력, xylanase 활성이 가장 높았고, B23-3은 당화력이 가장 우수하였다. 우수효모를 선발하기 위하여 pH, 무게 감량, 내당성, 내알코올성 등을 측정된 결과, *Saccharomyces*속으로 추정된 A10-4가 가장 우수하였다. 같은 원료비율로 만든 누룩에 우수균주를 접종하였을 때, 단일 균주를 처리할 때보다 A8-3과 B23-3인 두 균주를 혼합하여 처리한 경우가 당화력이 높게 나타났다. 누룩을 원반형의 누룩과 펠릿(개량형) 형태로 만들어 혼합종균 배양액을 접종한 후 당화력을 측정된 결과, 비슷한 당화력을 나타내었다. 개량형 누룩을 사용하여 양조하는 경우, 좁쌀주 양조에 발효효율을 높일 수 있을 것으로 판단되었다. 수집된 누룩은 수분이 10~13%, 총당은 55~70%, 조단백질은 10~18% 조지방은 0.2~1.0%, 회분은 1.8~2.1%이었다. 본 연구에서 제조한 누룩은 수분이 12~15%, 총당은 61~71%, 조단백질은 15~20%, 조지방은 0.4~1.5%, 회분은 1.1~1.5%이었다.

**Key words:** 좁쌀약주, 균주선발, 발효, 누룩

### 서 론

한국의 민속주는 약주와 탁주, 증류주로서 양조원료를 당화하고 발효시키기 위하여 누룩을 이용하였다. 예전의 누룩제조에는 밀을 조분쇄하여 물과 혼합하고 일정한 크기로 성형한 다음 자연적으로 여러 종류의 미생물을 증식시킨 형태로 제조되었다. 그러나 양조에 주 효소제인 누룩은 오랜 역사를 가지고 있는데 비하여, 품질이 좋은 새로운 개량누룩의 개발에 대한 연구는 많지 않다. 따라서 미생물학적으로 위험성이 없고 위생적이며, 당화력도 높고 알코올 발효력이 강한 누룩을 제조할 필요가 있다. 전통적인 누룩에서부터 *Aspergillus*속, *Rhizopus*속 등의 곰팡이를 인위적으로 접종하여 만든 누룩과 1960년대 이후에 개발되어 실용화한 분곡이 있고, 1970년대에 이르러 주정공업을 중심으로 하여 주류 제조에 효소제품이 이용되기 시작하였다.<sup>1)</sup> 현재 시판되고 있는 누룩은 일부 제조회사를 제외하고는 민가에서 소규모로 제조되고 있어서, 제조자에 의한 누룩의 품질 향상은 실제적으로 어려운 실정이다.<sup>2)</sup> 지금까지 많은 연구자들에 의해 누룩의 미생물학적 연구를 통하여 각 지역마다 독특한 민속주를 생산하여 시판하고 있다. 그러나 당화효율을 높여 생산수율을 높이고, 맛과 향기를 향상시킬 수 있는 효모의 선발 등을 통하여 민속주의 품질을 높일 수 있는 우수균주의 분리와 이용은 계속되어야 할 것이다.

제주지역에서는 대부분 좁쌀을 양조원료로 하여 술을 빚었으며, 토속주 중에는 한주(소주), 좁쌀약주(오메기술), 탁배기(탁

주), 강술 등이 있다.<sup>3)</sup> 현재 시판되고 있는 제주민속주의 주질 개선을 통하여 상품성을 향상시키기 위하여 이에 알맞은 누룩의 개발이 필요한 실정이다. 본 실험은 전국적으로 시판되고 있는 누룩의 특성을 검토하고, 제주민속주인 좁쌀약주의 생산효율을 높이기 위하여 우수균주를 선발하고자 하였다.

### 재료 및 방법

**우수균주의 분리.** 전국 각 지역에서 수집한 시판 누룩 35 점을 미생물 분리원으로 사용하였다. 분쇄한 누룩 1g을 생리 식염수로 현탁하여, 희석한 다음 상정액 100  $\mu$ l를 분리용 평판 배지에 도말하여 28°C에서 3일간 정치배양하면서 나타난 곰팡이와 효모 colony를 순수분리 하였다. 순수분리 배지로는 각각 rose bengal agar 배지(soytone 0.5%, dextrose 1.0%, monopotassium phosphate 0.1%, magnesium sulfate 0.05%, rose bengal 0.005%, agar 1.5%, chloramphenicol 0.005%)와 YPD(yeast extract 0.5%, polypeptone 1.0%, dextrose 2.0%, ampicillin 3mg, sodium propionate 0.1%) 배지를 사용하였다. 한편, 분리한 곰팡이와 효모의 배양은 PDA(potato dextrose agar) 배지를 사용하였다.

**누룩의 제조.** 누룩의 제조는 배<sup>4)</sup>의 방법을 변형하여 밀가루, 보리, 밀기울, 차조를 원료로 급수율을 35%로 하여 전통적인 원반형 누룩(전통누룩, 직경 18 cm, 두께 1.8 cm)과 개량형의 펠릿누룩(펠릿누룩, 직경 2.0~2.5 cm, 두께 0.6~0.8 cm)의 형태로 각각 만들었다(Fig. 1). 먼저 원료배합 비율별로 처리하여 단일 또는 혼합 종균을 접종한 누룩을 제조한 후 품온을 45°C 이상 오르지 않도록 갈아쌓기를 실시하면서, 25°C에서 6~8일간 배양시켜 45°C에서 2일간 건조하여 누룩을 제조하였다.

\*연락처

Phone: 82-64-754-3343; Fax: 82-64-756-3351

E-mail: jskoh@cheju.ac.kr

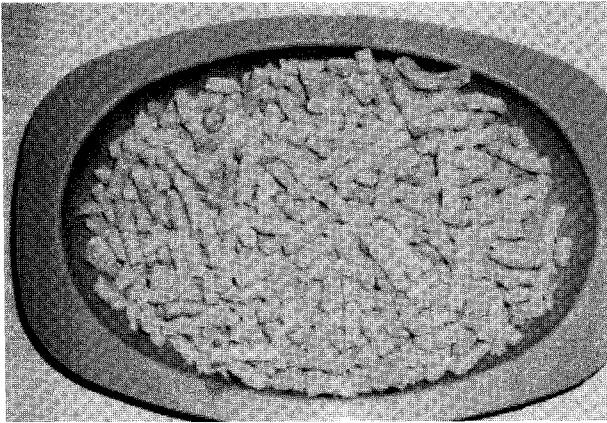


Fig. 1. Pellet-type Nuruk.

**효소액의 조제.** 당화력의 측정을 위한 효소액으로는 전통누룩 및 펠릿누룩 1g을 1% NaCl 용액 20 ml에 현탁하여 30°C에서 3시간동안 진탕시킨 다음 여과하여 상정액을 조제하여 사용하였다. Glucoamylase activity(GA) 측정에는 시료 1g을 0.5% NaCl 용액 5 ml에 현탁하여 5°C에서 12시간 동안 방치한 다음 실온에서 3시간 교반시켜 추출 후 여과하여 얻은 상정액을 사용하였다. 액화력은 펠릿누룩 2g을 10 ml의 40 mM Na-acetate buffer(pH 5.0)로 현탁하여 25°C에서 1시간 진탕시킨 후 8,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상정액을 조효소액으로 사용하였다. Xylanase는 펠릿누룩 1g에 멸균수 10 ml를 가하고 30°C에서 5시간 교반시킨 다음 6,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후 상정액을 취하여 이를 조효소액으로 하였다.

**효소활성의 측정.** 당화력은 2% 가용성 전분용액을 기질로 하여 국제청 주류 분석규정<sup>5)</sup>에 따라 측정하였다. 즉, 기질용액에 55°C에서 1시간 효소반응을 시킨 다음 생성된 환원당의 양을 DNS변법<sup>6)</sup>으로 측정하여, 기질의 당화율이 15% 되는 범위에서의 당화율에 희석배수를 곱하여 산출하였다.

$$\text{당화력} = \frac{\text{전분당화액 중의 당분}(\%) - (\text{효소액 중의 당분} \times 1/10)}{(2\% \text{ 가용성전분 중의 총당} \% - \text{효소액 중의 환원당}) \times 1/10} \times 100$$

Glucoamylase의 활성은 2% 가용성 전분용액을 기질로 하여 40°C에서 20분간 반응시킨 반응액 1 ml를 사용하여 DNS변법<sup>6)</sup>으로 생성된 포도당 양을 측정하였다.

$$\text{GA Unit} = \frac{\text{생성된 포도당량}(\text{mg}) \times 60/20(\text{반응시간}) \times 1/0.1(\text{효소량}) \times 100/10(\text{추출율})$$

액화력(dextrinogenic activity, DA)은 40°C에서 5분간 예열한 1% 가용성 전분용액(40 mM Na-acetate buffer, pH 5.0) 2 ml를 기질용액으로 하여 희석효소액 0.1 ml를 넣고 40°C에서 30분간 반응시킨 다음 효소반응액 0.1 ml에 0.0025 N 요오드용액(0.0025 N KI 함유) 10 ml를 가하여 670 nm 파장에서 투과도(T%)를 측정한 후 다음 식으로 활성도를 산출하였다<sup>7)</sup>.

$$\text{DA}(\text{unit/ml}) = 12.75(T_{30\text{min}} - T_{0\text{min}})/30\text{min}$$

Xylanase의 활성은 0.1 M Na-acetate buffer(pH 5.0)의 1%

xylan 현탁액 0.5 ml에 멸균수 0.5 ml와 조효소액 0.1 ml를 가하고 40°C에서 15분간 반응시킨 후 100°C에서 5분간 끓임으로써 반응을 정지시켰다. 반응액을 원심분리하고 상정액 중의 유리 환원당을 DNS변법<sup>6)</sup>으로 정량하였다. 이때의 당화력, glucoamylase, 액화력의 효소활성 단위는 누룩 및 펠릿 1g당의 활성으로 표시하였고, xylanase 활성은 1분당 1 mg의 xylose를 생성하는 효소의 양으로 정하였다.

**발효력, 내당성, 내알코올성.** 발효력은 YPD(glucose 2%, yeast extract 0.5%, polypeptone 1%) 액체배지에서 CO<sub>2</sub> 생성에 따른 중량감소로 계산하였다. 내당성은 20% glucose가 함유된 YPD 액체배지를 이용하여, 30°C에서 48시간 배양 후 660 nm에서의 흡광도를 측정하여 비교하였다. 내알코올성은 YPD 액체 배지에 접종 직후 무수 에탄올을 20% 되도록 첨가하여, 30°C에서 48시간 배양한 후 660 nm에서의 흡광도를 측정하여 비교하였다. 이때의 대조구는 같은 조건에서 본 연구실에 보관 중인 *Saccharomyces sake*와 *S. cerevisiae* IAM4274 균주를 사용하였다.

Table 1. Viable colony counts in the commercial Nuruk

Nuruk sample	Collected area	Mold (cfu/g)	Yeast (cfu/g)
1	Tae'an	3.2×10 <sup>7</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>
2	Gumsan	1.9×10 <sup>6</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>
3	Pyunghae	6.4×10 <sup>5</sup>	1.3×10 <sup>6</sup>
4	Iksan	5.1×10 <sup>6</sup>	5.1×10 <sup>6</sup>
5	Sangju	3.2×10 <sup>6</sup>	1.3×10 <sup>7</sup>
6	Asan	9.6×10 <sup>6</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>
7	Gumi	1.7×10 <sup>7</sup>	5.1×10 <sup>6</sup>
8	Haenam	9.6×10 <sup>6</sup>	5.8×10 <sup>6</sup>
9	Hapchon	7.0×10 <sup>6</sup>	3.1×10 <sup>7</sup>
10	Danyang	3.8×10 <sup>6</sup>	8.3×10 <sup>6</sup>
11	Gunsan	1.5×10 <sup>7</sup>	1.3×10 <sup>7</sup>
12	Mukho	5.8×10 <sup>6</sup>	1.3×10 <sup>6</sup>
13	Gimcheon	3.8×10 <sup>6</sup>	4.5×10 <sup>6</sup>
14	Donghae	2.3×10 <sup>7</sup>	1.7×10 <sup>7</sup>
15	Anmeyendo	4.5×10 <sup>7</sup>	6.4×10 <sup>6</sup>
16	Goryung	1.7×10 <sup>7</sup>	1.2×10 <sup>6</sup>
17	Boryung	1.6×10 <sup>7</sup>	1.0×10 <sup>7</sup>
18	Youngchun	6.4×10 <sup>5</sup>	6.4×10 <sup>5</sup>
19	Yechun	5.8×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>7</sup>
20	Andong	3.2×10 <sup>6</sup>	7.7×10 <sup>7</sup>
21	Yesan	1.9×10 <sup>6</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>
22	Hapdeog	7.7×10 <sup>6</sup>	1.3×10 <sup>5</sup>
23	Boeum	1.1×10 <sup>7</sup>	9.0×10 <sup>6</sup>
24	Gangnung	6.4×10 <sup>5</sup>	2.6×10 <sup>6</sup>
25	Gwangchun	1.9×10 <sup>7</sup>	1.8×10 <sup>7</sup>
26	Chonju	4.5×10 <sup>6</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>
27	Jinju	2.0×10 <sup>7</sup>	1.3×10 <sup>7</sup>
28	Pyongtaek	1.3×10 <sup>6</sup>	3.8×10 <sup>6</sup>
29	Chungpyung	7.7×10 <sup>6</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>
30	Daegu	5.1×10 <sup>6</sup>	3.6×10 <sup>7</sup>
31	Kuksundang	6.4×10 <sup>5</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>
32	Jungang	6.4×10 <sup>5</sup>	1.9×10 <sup>6</sup>
33	Songhak	6.4×10 <sup>5</sup>	1.3×10 <sup>6</sup>
34	Jeju	1.5×10 <sup>7</sup>	1.2×10 <sup>7</sup>
35	Busan	2.9×10 <sup>7</sup>	1.4×10 <sup>4</sup>

**누룩의 일반성분 분석.** 전국 35개 지역에서 수집한 누룩과 본 실험에서 제조한 누룩을 비교하였다. 수분은 105°C 상압건조법으로 측정하였다. 총당은 1N HCl를 가하여 환류냉각하면서 3시간 동안 염산으로 가수분해 한 후 1N NaOH 용액으로 중화시켜 정용 여과한 후 DNS변법<sup>6)</sup>으로 측정하였다. 유리당은 분석시료를 회석시켜 원심분리한 후 상정액을 분취하여 DNS 시약을 가해 비등육 중에서 5분간 가열한 후 급냉시켜, 550 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당 함량으로 나타내었다. 조단백질은 켈달법을 이용하여 총질소량을 측정하고 이 값에 질소계수를 곱하여 구하였다. 조지방은 Soxhlet 지방추출기를 이용하여 지질성분을 에테르로 추출한 후, 에테르를 증발시켜 건조하여 남은 물질을 칭량하였다. 회분은 전기로에서 550°C에 4시간 동안 회화시킨 다음 함량을 구하였다.<sup>8)</sup>

**결과 및 고찰**

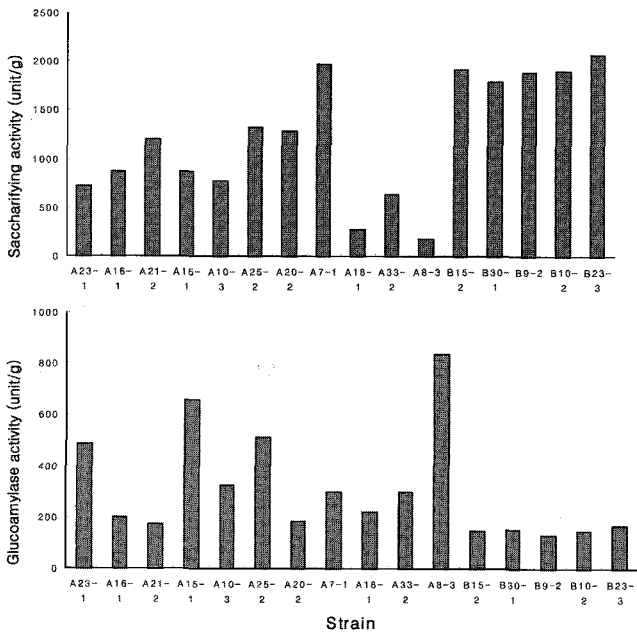
**당화균 및 효모의 분리.** 누룩에서 좁쌀약주에 알맞은 미생물을 분리하기 위해 전국 35개 지역에서 수집된 누룩을 균주 분리용 시료로 하여 colony의 형태가 다르다고 인정되는 곰팡이 169균주, 효모 103균주를 분리하였다. 누룩별 생균수는 1g 당 곰팡이가 6.4×10<sup>5</sup>~4.5×10<sup>7</sup>개, 효모는 1.4×10<sup>4</sup>~7.7×10<sup>7</sup>개로 나타났다(Table 1). 분리균주 중에서 곰팡이는 전분당화액 중에 유리 환원당 생성량이 많은 16균주를 선발하였다. 2차에 걸쳐 당화력, glucoamylase 활성, 액화력, xylanase 활성을 측정하여 사상균 A15-1, A8-3, A7-1, B23-3 균주를 선발하였다. 효모

는 향기가 좋다고 여겨지는 12개 균주를 선발한 다음 발효력, 내당성, 내알코올성을 측정하여 최종적으로 1개 균주를 선발하였다.

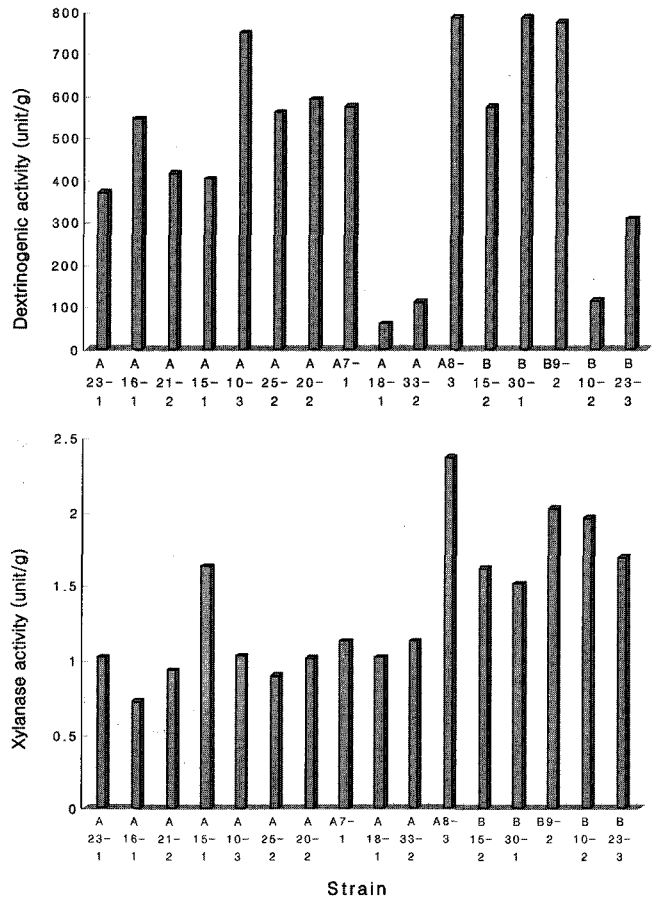
**당화균주의 효소활성.** 미생물 발효제에는 여러 종류의 성분을 함유하고 있으며, 이 효소는 술덧 중에서 발효제 자체와 사용원료에 작용한다. Amylase는 녹말을 분해시켜 당분을 만들고, xylanase는 난분해성 섬유질을 분해한다. 선발된 16종의 곰팡이와 12종의 효모에 대한 saccharifying activity(SA), glucoamylase activity(GA), dextrinogenic activity(DA), xylanase 활성, 발효력, 내당성, 내알코올성 등을 측정할 결과를 Fig. 2, Fig. 3, 그리고 Fig. 4에 각각 나타내었다.

SA의 경우는 현미경 관찰과 외형적 특성으로 *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp.로 추정된 A7-1, B23-3이 우수하였으며, GA의 경우 *Rhizopus* sp., *Mucor* sp.로 추정된 A15-1, A8-3 균주가 높은 활성을 나타냈다. DA는 *Aspergillus* sp.로 추정된 A8-3, B30-1과 *Mucor* sp.로 추정된 B15-2가 높은 활성을 나타냈고, 섬유질을 분해하는 xylanase 활성은 A8-3, A15-1, B23-3, A7-1 순으로 높은 활성을 나타내었다.

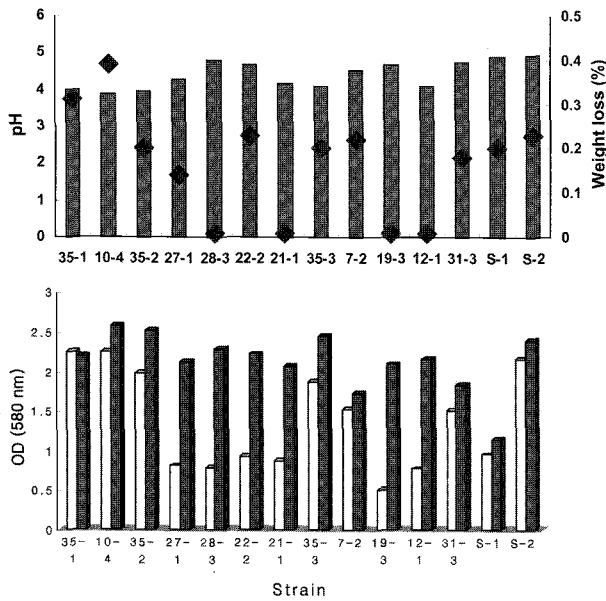
**알코올 발효균주의 활성.** 분리한 효모 중 우수한 균주를 선발하기 위해서 103균주 중 관능적으로 향기가 좋은 12균주를 선발하여 발효력, 내당성, 내알코올성 등을 검토하여 선발하였다. 대조구로는 본 실험실에 보관 중인 감귤발효주의 생산<sup>9)</sup>과



**Fig. 2. Saccharifying activity (a) and glucoamylase activity (b) of selected isolates.** A23-1: mold from Boeum Nuruk, A16-1: mold from Goryung Nuruk, A21-2: mold from Yesan Nuruk, A10-3, B10-2: mold from Danyang Nuruk, A15-1, B15-2: mold from Anmendo Nuruk, A25-2: mold from Gwangchun Nuruk, A20-2: mold from Andong Nuruk, A7-1: mold from Gumi Nuruk, A33-2: mold from Songhak Nuruk, A8-3: mold from Haenam Nuruk, A18-1: mold from Youngchun Nuruk, B30-1: mold from Daegu Nuruk, B9-2: mold from Hapchon Nuruk, B23-3: mold from Boeum Nuruk.



**Fig. 3. Dextrinogenic activity (a) and xylanase activity (b) of selected isolates.** Strains were the same as those used in Fig. 1.



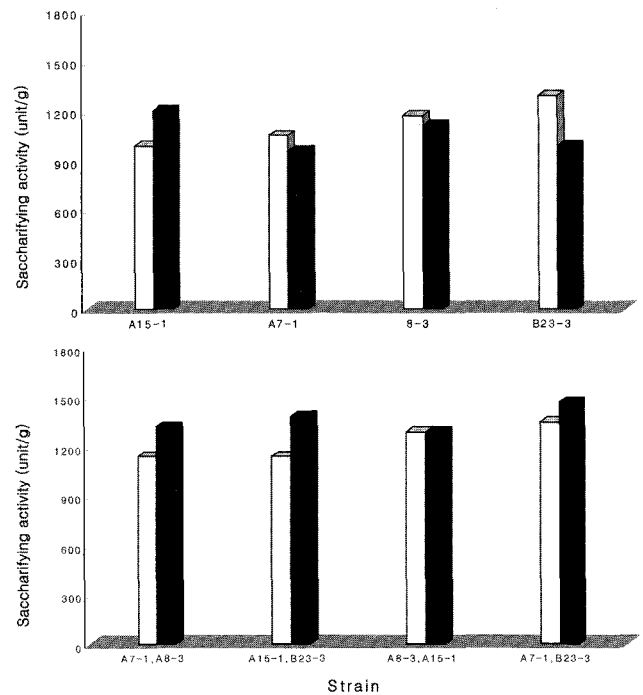
**Fig. 4.** pH and weight loss (a), sugar resistance and alcohol resistance (b) after fermentation at 30°C for 48hr by selected strains. (a) ■: pH, ◆: weight loss(%). (b) ■: sugar resistance(OD), □: alcohol resistance(OD). 35-1, 35-2, 35-3: yeast from Busan Nuruk, 10-4: yeast from Danyang Nuruk, 27-1: yeast from Jinju Nuruk, 28-3: yeast from Pyongtaek Nuruk, 22-2: yeast from Hapdeog Nuruk, 21-1: yeast from Yesan Nuruk. 7-2: yeast from Gumi Nuruk. 19-3: yeast from Yechun Nuruk. 12-1: yeast from Mukho Nuruk, 31-3: yeast from Kuksundang Nuruk, S-1: *Saccharomyces sake*, S-2: *Saccharomyces cerevisiae* IAM 4274.

제주토속 좁쌀약주의 양조<sup>10)</sup>에 있어서도 우수균주로 선정되었던 *Saccharomyces cerevisiae* IAM4274와 *Saccharomyces sake*를 사용하였다. 최종 선발된 10-4 균주는 현미경 관찰과 생리적 특성으로 보아 *Saccharomyces* sp.으로 추정되며, 발효력과 내당성, 내알코올성에서 대조구보다 높은 활성을 나타내었다(Fig. 3).

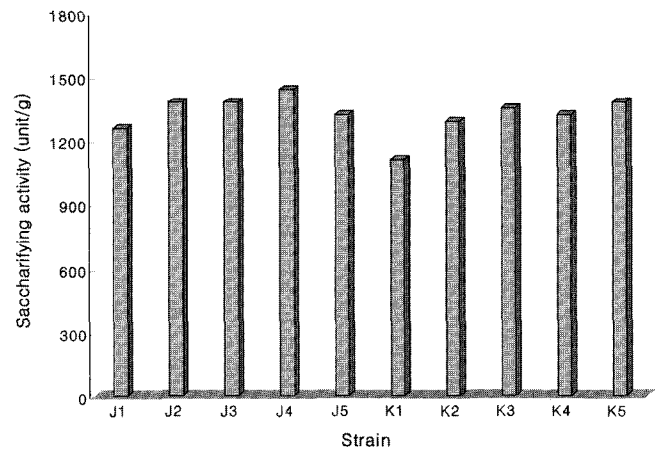
**좁쌀약주용 누룩제조.** 누룩의 원료는 본래 밀이지만 밀이 부족한 지방에서는 밀에 보리를 섞기도 하고, 이외로 옥수수, 콩, 팥, 귀리, 호밀을 섞기도 하였다. 일반적으로 밀을 분쇄하여 원반형으로 만들어 미생물을 증식시켜 건조시킨다. 본 실험에서는 누룩의 형태를 달리하여 종전 방식의 원반형(직경 18 cm, 두께 1.8 cm)인 전통누룩을 만들고, 또 이를 개량한 펠릿형태(직경 2.0~2.5 cm, 두께 0.6~0.8 cm)인 펠릿누룩을 만들어 비교하였다.

원료는 중력분 밀가루와 보리, 밀기울, 차조를 사용하였으며(Fig. 5), 분리한 곰팡이를 단일 또는 혼합 접종하여 누룩의 당화력을 측정하고, *Aspergillus* sp.로 추정된 A8-3과 *Rhizopus* sp.로 추정된 B23-3을 혼합 접종한 누룩의 당화력이 가장 좋게 나타났다. 전통누룩과 펠릿누룩의 비교에서는 단일 미생물일 때는 전통누룩의 B23-3이 가장 높았으나, 펠릿누룩에서는 A15-1이 가장 높게 나타났다. 그러나 미생물을 혼합하여 사용할 때에는 전통누룩과 펠릿누룩 모두 A8-3, B23-3 혼합 처리구가 가장 높게 나타났으며, 당화균주로 많이 알려져 있는 *Aspergillus* sp.와 *Rhizopus* sp.로 추정된 균주가 이 실험에서도 당화균주로 적합함을 알 수 있었다.

당화력과 glucoamylase 활성이 좋은 미생물을 이용하여 밀가



**Fig. 5.** Saccharifying activities of Nuruk prepared with inoculation of single (a), and mixed strains (b). (a) ■: disk shape, □: pellet. (b) ■: disk shape, □: pellet. A15-1: mold from Anmeyendo Nuruk, A7-1: mold from Gumi Nuruk, A8-3: mold from Haenam Nuruk, A23-3: mold from Boeum Nuruk.



**Fig. 6.** Saccharifying activities of Nuruk prepared with various combination of raw materials. J1-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 4 : 1 : 1 : 4 (disk shape), J2-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 5 : 1 : 1 : 3 (disk shape), J3-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 6 : 1 : 1 : 2 (disk shape), J4-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 7 : 1 : 1 : 1 (disk shape), J5-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 8 : 1 : 1 : 0 (disk shape), K1-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 4 : 1 : 1 : 4 (pellet), K2-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 5 : 1 : 1 : 3 (pellet), K3-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 6 : 1 : 1 : 2 (pellet), K4-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 7 : 1 : 1 : 1 (pellet), K5-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 8 : 1 : 1 : 0 (pellet).

루 : 보리 : 밀기울 : 차조(7:1:1:1)의 원료에 3% 중균 배양액을 분무하여 전통누룩과 펠릿누룩을 균주별로 제조한 결과, 모두 A8-3, B23-3을 혼합 처리한 누룩의 당화력이 가장 높았다. 이는 B23-3, A7-1 균이 당화력과 GA가 우수하면서도 서로 경

Table 2. Proximate chemical composition of commercial *Nuruk*

(%)

<i>Nuruk</i> sample	Moisture	Total sugar	Reducing sugar	Crude protein	Crude fat	Ash
1	12.77	74.86	1.26	8.03	0.10	1.95
2	11.67	60.03	1.16	14.26	0.33	3.16
3	9.03	77.30	2.47	10.94	0.60	1.68
4	12.16	73.03	0.99	14.00	0.32	2.04
5	11.90	69.99	1.06	12.78	0.21	1.64
6	13.40	73.84	1.10	9.36	0.20	1.08
7	14.05	75.88	0.98	6.78	0.11	2.21
8	13.19	72.63	1.25	13.48	0.87	1.81
9	12.83	64.50	1.33	11.90	0.43	2.11
10	5.74	72.83	1.63	12.38	0.89	1.82
11	20.01	56.17	0.67	14.79	0.65	2.30
12	10.95	75.27	1.44	13.31	0.88	1.78
13	12.82	69.17	1.72	11.38	1.61	3.36
14	11.65	72.83	1.32	19.08	1.25	1.67
15	12.50	56.62	1.92	14.66	0.21	2.10
16	11.85	68.36	1.73	18.71	1.07	1.68
17	15.55	65.92	0.77	19.13	1.90	3.05
18	12.29	69.38	1.83	15.79	1.04	1.60
19	12.22	69.38	1.64	14.56	0.33	2.01
20	11.98	55.36	1.49	18.11	0.32	1.78
21	13.43	50.49	0.66	11.92	0.90	2.60
22	12.60	63.49	0.43	17.20	0.42	2.01
23	13.79	66.74	0.50	18.11	0.50	1.78
24	11.13	54.14	3.30	18.79	0.97	2.60
25	12.18	69.58	1.92	14.57	1.38	1.63
26	12.37	71.41	0.58	12.83	0.50	1.83
27	8.84	62.06	0.53	12.56	0.51	4.42
28	12.36	67.55	0.40	16.91	1.11	2.10
29	11.60	63.08	0.46	17.45	0.76	2.38
30	11.48	63.89	0.69	13.50	1.16	1.51
31	11.62	48.45	4.09	11.18	0.41	1.76
32	11.86	67.95	1.56	16.58	0.18	2.79
33	11.90	65.31	1.27	17.38	0.85	1.89
34	15.00	55.97	1.61	16.58	0.43	3.02
35	12.07	63.89	2.77	10.07	0.26	2.01

\**Nuruk* No were the same as those used in Fig. 1.

쟁하지 않고 활성이 유지되었기 때문에 판단되는 반면, *Mucor* sp.로 추정된 A15-1과 *Aspergillus* sp.로 추정된 A7-1은 당화력이나 GA는 좋으나 혼합할 경우 서로 생육이 억제되어 효소활성이 떨어진 것으로 보인다.

균주별 처리에서 당화력이 우수하다고 판단된 A8-3과 B23-3을 선정하여 당화력을 측정하였다. 누룩은 밀가루, 보리, 밀기울, 차조의 배합비율을 달리하고 재래식 누룩과 같은 원반형과 펠릿형태로 각각 제조한 다음 측정하였다. 원반형의 경우는 차조를 20~30% 처리한 누룩의 당화력이 높게 나타났으나, 개량형 누룩의 경우는 차조 함량이 많아질수록 당화력이 감소하는 경향이 있었다. 또한, 유리원당 함량도 같은 경향을 보였다(Fig. 6).

**누룩의 일반성분.** 전국에서 수집한 누룩과 본 연구에서 제조한 누룩의 일반성분을 분석하여 비교하였다(Table 2). 수집된 누룩의 경우 수분은 10~13%, 총당은 55~70%, 조단백질은 10~18%, 조지방은 0.2~1.0%, 회분은 1.8~2.1%이었다. 누룩의 성분

에 많은 차이가 있는 것은 제조방법이 서로 다르고, 품질관리가 제대로 이루어지지 않음으로써 민속주의 품질이 서로 다를 수 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서 제조한 누룩은 12~15%, 총당은 61~70%, 조단백질은 15~20%, 조지방은 0.4~1.5%, 회분은 1.1~1.5%으로 나타나 수집누룩보다 수분 함량이 2% 정도 높았고, 총당은 같은 원료를 사용하여 제조한 누룩이 편차가 적었다.

본 연구에서 제조한 누룩의 조단백질은 2% 정도 높았다. 조지방도 높게 나타났으나, 이에 비해 회분은 상대적으로 적게 나타났다. 조단백질과 조지방이 수집한 누룩보다 높게 나타난 이유는 차조 자체가 다른 곡류에 비해 조단백질이나 조지방 함량이 높기 때문으로 보인다. 수분은 건조기간이 짧고 숙성기간이 짧아 다른 누룩들에 비해 비교적 많았고, 회분도 차조 자체가 다른 원료에 비해 회분 함량이 낮아 낮게 나타난 것으로 보인다(Table 3).

Table 3. Proximate chemical compositions of experimental *Nuruk*

(%)

	Strain No	Moisture	Total sugar	Reducing sugar	Crude protein	Crude fat	Ash	
Single mold	Disc	A15-1	13.42	71.61	1.08	16.05	0.42	1.19
		A7-1	14.55	68.56	1.14	16.43	1.52	1.18
		A8-3	13.10	68.56	1.14	16.35	1.61	1.16
		B23-3	12.63	69.99	1.65	17.12	0.96	1.18
	Pellet	A15-1	12.24	67.34	1.76	18.75	1.13	1.08
		A7-1	12.37	71.00	1.83	17.69	0.71	1.36
		A8-3	12.53	69.78	1.86	18.45	0.64	1.29
		B23-3	12.04	61.05	2.07	18.55	0.69	1.18
Mixed molds	Disc	A8-3+A7-1	15.70	63.89	1.24	16.05	0.22	1.12
		B23-3+A15-1	8.15	68.97	1.41	16.15	0.18	1.29
		A8-3+A15-1	12.64	71.00	1.32	17.69	0.31	1.15
		B23-3+A7-1	14.53	68.56	1.30	17.40	0.55	1.57
	Pellet	A8-3+A7-1	13.23	62.88	1.87	19.80	0.75	1.19
		B23-3+A15-1	13.15	68.97	2.18	24.69	1.02	1.32
		A8-3+A15-1	13.03	64.09	1.50	20.67	0.12	1.27
		B23-3+A7-1	12.89	61.45	1.53	20.67	0.89	1.28

### 감사의 글

본 연구는 2002년도 KISTEP의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부로서, 이에 감사드린다.

### 참고문헌

1. Chung, D. H. (1993) In *Fermentation and microbial technology*. Sunjin-Munhwa, Seoul, Korea. pp. 236-238.
2. Yu, T. S., Kim, J., Kim, H. S., Hyun, J. S., Ha, H. P. and Park, M. G. (1998) Bibliographical study on microorganisms of traditional Korean *Nuruk*. *J. Korean Sci. Food Sci. Nutr.* **27**, 789-799.
3. Koh, J. S. (2003) In *Alcoholic beverage of Jeju*. Jeju-Munhwa, Jeju, Korea. pp. 21-43.
4. Bae, S. M. (1995) In *Traditional cereal wine technology*. Kuksundang Co., Seoul, Korea. pp. 77-128.
5. Research Institute of National Tax Service (1997) In *Textbook of alcoholic beverage-making*. Research Institute of National Tax Service. Seoul, Korea. pp. 317-339.
6. Rhee, C. H., Woo, C. J., Lee, J. S., Chung, K. T. and Park, H. D. (1996) Characteristics of ethanol fermentation by a killer yeast, *Saccharomyces cerevisiae* BI5-1. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **24**, 331-335.
7. Kim, H. S., Hyun, J. S., Kim, J., Ha, H. P. and Yu, T. S. (1997) Characteristics of useful fungi isolated from traditional Korean *Nuruk*. *J. Korean Sci. Food Sci. Nutr.* **26**, 767-774.
8. Koh, J. S. (1998) In *Food analysis*. Cheju National University Press, Jeju, Korea. pp. 10-67.
9. Koh, J. S., Koh, N. K. and Kang, S. S. (1989) Citrus wine-making from mandarin orange produced in Cheju island. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **32**, 416-423.
10. Koh, J. S., Yang, Y. T., Ko, Y. H. and Kang, Y. J. (1993) Zymological characteristics of *Cheju* folk wine made of foxtail millet. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **36**, 277-283.

---

**Screening of Brewing Yeasts and Saccharifying Molds for Foxtail Millet-Wine Making**

Ji-Yong Kim and Jeong-Sam Koh\* (*Faculty of Horticultural and Life Science, Cheju National University, Ara-Dong, Jeju 690-756, Korea*)

**Abstract:** In order *Nuruk* to improve the quality of millet wine, a traditional Jeju cereal wine, yeasts and molds were isolated from 35 kinds of *Nuruk* collected nationwide. Isolated strains were screened for saccharification of starch and brewing of millet wine. Fermentation characteristics of millet wine with different types of *Nuruk* were also investigated. The average number of microbial populations in the *Nuruk* were  $6.4 \times 10^5$ ~ $4.5 \times 10^7$  cfu/g for molds and  $1.4 \times 10^4$ ~ $7.7 \times 10^7$  cfu/g for yeasts. Among the 169 strains of molds and 103 strains of yeasts, 16 strains were screened for saccharifying activity on starch as a substrate, and one yeast strain was screened for the brewing of millet wine. A8-3, supposed as *Aspergillus* sp., showed the highest enzyme activities of glucoamylase,  $\alpha$ -amylase and xylanase while B23-3 strain, supposed as *Rhizopus* sp., showed the highest saccharifying activity. A10-4, supposed as *Saccharomyces* sp., showed the highest level of weight loss from CO<sub>2</sub> evolution, sugar and alcohol tolerance during fermentation. When the *Nuruk* was made after inoculation with the selected strains, saccharifying activity was higher for the co-cultivation of A8-3 and B23-3 than individual cultivation of each strain. Similar saccharifying activities were shown in both disc-type and pellet-type *Nuruk*. It was suggested that pellet-type *Nuruk* could improve fermentation yield. The collected *Nuruk* consisted of 10~13% moisture, 55~70% total sugar, 10~18% crude protein, 0.2~1% crude fat and 1.8~2.1% ash. The *Nuruk* made in this study was composed of 12~15% moisture, 61~71% total sugar, 15~20% crude protein, 0.4~1.5% crude fat and 1.1~1.5% ash.

---

Key words: foxtail millet-wine, screening of strain, fermentation, *Nuruk*

\*Corresponding author