

# 전통주의 연구개발 동향



유대식·김현수  
 <계명대학교 미생물학과 교수>

## 1. 머리말

우리 나라의 전통주가 무엇인지 정의된 것은 없으나, 오래 전부터 전통적으로 제조되어 온 약주와 탁주가 그 기원으로 추정할 수 있을 것이며, 그 이후 이들을 증류하여 전통 증류주와 약초, 한약재 등을 첨가한 전통제재 증류주가 있을 것이다.

우리 나라의 술의 기원은 자세히 알 수 없으나, 어떤 형태로든 중국의 문화와 제조 방법에 영향을 받았을 것이며 삼국시대 이전부터 술이 전래되어 왔다고 할 수 있다(1). 오랜 세월 제조된 전통주는 우리 민족의 역사를 대변하여 민족의 흥망성쇠와 같이 살아왔다. 1900년대 초기의 우리 나라의 주류산업의 현황을 살펴보면 1917년에 조선주(전통주)제조장 수는 121,823개소 였으나, 양조장의 통폐합(합리화, 과학화라는 일제의 미명 아래)으로 1927년에는 28,304개소로 급격히 감소되었다(2).

1945년 해방 이후, 전국의 약주 양조장 수는 218개소 이던 것이 1990년에는 28개소로 줄어들게 되었으며 탁주 양조장은 1,400개소로 엄청나게 감소했다(3).

이상과 같이 시대적, 사회적 환경에 따라 주류 제조업은 변화되어 왔다.

양조장 수의 감소로 전통주류의 특성도 많은 변화를 가져오게 되었을 뿐만 아니라 단순화, 단일화, 획일화로 이어지게 되었다. 전통주

### ■ 목 차 ■

- I. 머리말
- II. 전통주의 법적근거
- III. 전통주·민속주의 현주소
- IV. 전통주 양조에 관여하는 미생물
- V. 신기능성 전통주의 개발
- VI. 전통주의 전망

를 빚는 방법은 특이하여 각 지방, 계절, 가정, 용도 등에 따라 수백 가지의 방법으로 빚어져 수천 종의 술들이 우리 생활 속의 멋과 풍유를 느끼게 했다. 전통주의 양조에서 가장 특이적인 것은 누룩의 사용이며, 누룩의 원료는 생전분을 사용하여 천연 미생물의 자연 접종에 의하여 제조되었다.

최근 급격한 경제 발전과 더불어 식생활 수준의 향상으로 술의 기호도의 다양화와 고급화가 두드러져 술의 소비성향이 서구화되고 있다.

Table 1에 나타난 바와 같이, 최근 15년간 주류 출고 실적에서 가장 신장한 주류가 위스키로서 5배 증가했으며, 그 다음으로 맥주가 3배 증가했다. 그러나 과실주는 2.5배, 청주는 2배 증가했으며, 희석식 소주는 1.5배 증가하여 주류 출고실적에 대한 증가분 평균치인 2.7배 이하의 증가치를 나타내었다. 전통주라 할 수 있는 탁주와 약주는 15년간 매년 감소하여 1980년을 기준으로 하여 1994년은 약주 출고 실적이 1/2로 감소했으며, 탁주는 1/5로 감소

하여 전통주의 위치가 송두리째 위협을 받고 있다.

이러한 현상은 단순한 술의 고급화 및 서구화만의 요인은 아니라고 생각되며, 서구 주류에 비해 전통주의 개선, 고급화 등에 주류관계자의 무관심도 중요한 요인이라 생각된다. 그러나 1~2년전 우리는 \$10,000 시대에 접어들면서 전통문화로의 회귀현상이 두드러지게 나타나고 있으며, IMF를 겪는 지금에도 이런 현상은 지속되어 다행한 일이다.

이런 시점에 전통주류의 제문제를 재고하여 정립하지 않으면 안된다.

따라서 외국주류의 수입개방에 의한 국내 주류산업의 경쟁력의 강화와 민족고유의 전통 식문화를 계승시키기 위해 전통주류의 품질향상과 규격화, 산업화 기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

이러한 시대적 요구에 의하여 전통주류에 대한 관심이 고조되어 전통주류의 양조에 가장 기본이 되는 전통누룩에 관한 재인식과 기술적, 학문적 재정립이 필연적으로 이루어져야

Table 1. 우리 나라 주류의 출고 실적\*

(단위 : kl)

연 도	탁 주	약 주	맥 주	희석식소주	청주	과실주	위스키	기타제재주
1980	1,428,258	6,715	579,601	494,948	27,873	2,867	3,328	19,403
1985	871,697	4,301	722,256	586,949	18,787	4,972	4,033	23,309
1990	562,012	4,078	1,307,672	701,566	34,859	8,943	8,559	37,080
1994	29,868	3,018	1,700,959	770,657	51,078	6,928	16,398	-
1997 <sup>a)</sup>	-	-	1,802,200	834,979	39,910	7,707	11,144	-
1998 <sup>b)</sup>	-	-	1,526,254	862,205	31,624	5,223	7,947	-

\* 주류 공업, 15(2), p. 85 (1995).

<sup>a)</sup>주류 공업, 18(1), p. 86 (1998).

<sup>b)</sup>주류 공업, 19(1), p. 101 (1999).

했다.

한국식품연구문헌 총람에 따르면 일제시대부터 현재까지 학회 및 대학교 논문집의 발표 논문, 연구소 연구보고서, 특허 등을 포함한 전통주류 관련 연구는 230여편에 지나지 않는다. 1945년 이전의 전통주 관련 연구보고는 약 29편으로 일본인들이 수행한 것으로 나타났으며 해방이후부터 1970년 이전까지의 연구보고는 약 90편으로 이들 중 많은 보고들이 일본식 국(麴)을 이용한 주류의 제조, 정제 당화효소의 이용 및 쌀 대체 원료를 이용한 주류 제조에 관한 것들이며 1971년부터 1985년까지는 1년에 1~3편의 연구결과가 보고되었으며 1988년 서울올림픽을 계기로 전통주에 대한 관심이 높아지면서 최근 발표 논문수가 점차 증가하는 추세이다.

## II. 전통주의 법적 근거

전통주를 정의하기 위하여 법적 근거를 알아야 한다. 전통주의 법적근거는 1993년 6월 11일 (법률 제 4,553호) 제정된 농수산물가공산업육성 및 품질관리에 관한 법률에서 찾을 수 있다.

이 법은 농수산물가공산업을 육성하여 농수산물의 부가가치를 높일 수 있는 기반을 마련하고, 농수산물의 표준출하규격화와 특산물 및 전통식품의 품질인증제도를 실시하여 농수산물의 상품성을 높이며 이를 통하여 농수산물의 공정한 거래의 실현을 도모함으로써 농민의 소득증대와 소비자보호에 이바지함을 목적으로 한다. 농수산가공품이란 농수산물을 원료 또는 재료로 하여 제조·가공한 가공식품·전통식품 및 민예품을 뜻한다.

여기에서 우리는 전통주가 전통식품에 포함된다는 사실을 알 수 있다.

정부는 전통식품산업육성을 위하여 전통식

품을 지정하고 있다. 즉, 농림수산부장관은 국산 농수산물을 주원료로 하여 제조·가공되고, 예로부터 전승되어 오는 우리 고유의 맛·향 및 색깔을 내는 식품 (이하 “전통식품”이라 한다)의 개발과 그 계승·발전을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 품목을 지정하여 이를 지원·육성할 수 있다.

전통식품으로 품목지정의 기준은 다음과 같다.

-영 제12조 제1항의 규정에 의한 전통식품 품목지정의 기준은 다음 각호와 같다.

- 전통성과 대중성이 있을 것
- 상품화할때 시장경쟁력을 확보할 수 있을 것
- 전통식품의 보전·계승 및 발전에 필요한 것

농림수산부장관은 전통식품의 품목을 지정하는 때에는 전통식품의 전래 및 분포지역 등을 고려하여 일반지역과 특정지역으로 구분하여 지정한다.

농림수산부고시 제1994-55호에 의하여 지정된 전통식품은 1. 과자류, 2. 죽류, 3. 식육패티, 4. 어육제품, 5. 해조류, 6. 당류, 7. 김치·절임식품, 8. 두부류, 9. 식용유지류, 10. 면류, 11. 다류, 12. 음료류, 13. 조미식품류, 14. 주류가 있다.

14. 주류 (14)에는 민속주류 (14-1)가 있으며, 민속주류란 전분질 원료, 당분질 원료, 누룩, 과실과 과즙 등이 주된 원료로 사용되며, 국내산 농산물을 주원료로 하여 전통적인 방법 또는 이에 준하는 방법으로 제조·가공되어야 한다.

이상과 같이 전통주란 “1. 국내산 농산물을 주원료로 사용해야하며, 2. 제법에 있어서 전통적인 방법으로 제조되어야 한다. 3. 제품은 예로부터 전승되어 오는 우리 고유의 맛·향

및 색깔을 가져야 한다” 라고 정의 할수 있을 것이다.

### III. 전통주 · 민속주의 현주소

민속주로 지정된 주류는 34종으로 다음과 같다.

1. 서울 강남의 송절주 (약주)
2. 서울 노원의 삼해주 (약주)
3. 인천 남구의 칠선주 (약주)
4. 경기 김포의 문배주 (증류식소주)
5. 경기 안양의 옥미주 (약주)
6. 경기 용인의 용인민속주 (약주)
7. 경기 양주의 계명주 (탁주)
8. 경기 화성의 경기부의주 (약주)
9. 경기 용인의 옥로주 (증류식소주)
10. 강원 춘천의 강냉이술 (약주)
11. 강원 평창의 감자술 (약주)
12. 강원 횡성의 울무주 (약주)
13. 충남 당진의 두견주 (약주)
14. 충남 서천의 소곡주 (약주)
15. 충남 공주의 백일주 (약주)
16. 충남 아산의 연엽주 (약주)
17. 충남 금산의 금산인삼주 (일반증류주)
18. 충남 금산의 금산인삼주 (약주)
19. 충북 청주의 대추술 (약주)
20. 충북 옥천의 한주 (증류식소주)
21. 충북 증원의 증원청명주 (약주)
22. 경북 안동의 안동소주 (약주)
23. 경북 문경의 호산춘 (증류식소주)
24. 경북 경주의 황금주 (약주)
25. 경북 경주의 교동법주 (약주)
26. 경북 김천의 과화주 (약주)
27. 부산 동래의 산성막걸리 (탁주)
28. 경남 함양의 국화주 (약주)
29. 경남 남해의 남해유자주 (약주)

30. 전남 순천의 사삼주 (약주)
31. 전남 담양의 추성주 (일반증류주)
32. 전북 전주의 이강주 (리큐르)
33. 전북 완주의 오곡주 (약주)
34. 제주 남제주의 제주토속주 (약주)

### IV. 전통주 양조에 관여하는 미생물

누룩으로부터 분리되는 미생물은 다수의 사상균과 소수이지만 효모와 세균이 있다. 일반적으로 사상균은 액화력과 당화력을 나타내어 술의 담금시 전분을 가수분해시켜 발효성 당류를 생성시키며, 효모는 발효력을 나타내어 발효성 당류로부터 에틸알코올을 생성시키는 역할을 담당한다. 세균은 알코올 발효가 원만히 진행될 수 있도록 미산성 pH를 유지하는데 관여한다고 할 수 있다.

전통주의 양조에 있어서 중요한 위치에 있는 누룩 미생물에 관한 연구는 많지 않다. 여기에 본인의 연구결과(4)에 의하면 시판누룩에서 사상균 수는 누룩 1g당  $6 \sim 3,600 \times 10^6$  cell으로 누룩의 생산지에 따라 다양했으며, 포천누룩과 충무누룩에서  $3,600 \times 10^6$  cell의 사상균이 분리되었다. 효모류는 포천누룩, 경주누룩, 보은누룩과 상주누룩에서 분리되었으며 포천산누룩에서  $18 \times 10^6$  cell였으나 본인 등이 연구한 포천누룩을 제외한 12종류의 시판 누룩에서는 효모류가 검출되지 않았다. 그러나 세균수는 모든 시판 누룩에서 다량 검출되었으며 최고  $57,870 \times 10^6$  cell으로서 세균의 과다오염이 문제점이라 사료된다.

누룩 중의 미생물의 역할로 부터 시판누룩에 존재하는 각 미생물의 수를 고찰할 때, 일반적으로 기대한 것보다 사상균의 수가 적었으며, 효모의 수는 아주 적게 분리되거나 전혀 분리되지 않았으므로 시판누룩은 당화력의 역

할은 충분히 담당한다고 할 수 있으나, 발효력의 역할은 거의 담당하지 못한다고 할 수 있었다. 또한 시판누룩으로부터 너무 많은 수의 세균이 분리되므로 시판누룩의 제조공정이 비위생적으로 처리되기 때문이라 추측되어 누룩 제조법의 지도 및 개선이 절실히 요구된다고 사료된다.

### 가. 누룩 사상균

전통누룩 사상균에 관한 연구는 1906년 上野(5)에 의하여 3종의 *Mucor*속 사상균을 분리한 것이 최초이며, 1906년 鳥居(6)는 한국산 곡자의 당화력은 *Rhizopus*에 기인하며, 10여종의 미생물을 분리하여 담적색 국균인 *Monascus pullulans*와 흑색 국균인 *Mucor mucedo*로 동정하기도 했다. 1933년 齊藤(7)은 조선산 곡자로부터 *Aspergillus oryzae*, *Asp. glaucus*, *Monascus purpureus*, *Penicillium glaucum*, *Rhizopus tritici*, *Rhizopus tamaris*, *Mucor circinelloides*, *Mucor plumbeus*, *Absidia*속 등 10여종의 사상균을 분리했다. 전통누룩으로부터 분리되는 사상균은 *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Amylomyces*, *Monascus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Absidia*, *Dermatium*, *Thermoascus*, *Circinella*, *Cladosporium*과 *Verticillium*속의 12속이 분리되었으며, *Aspergillus*속은 누룩 표면의 황색부분으로부터 쉽게 분리할 수 있으며, *Penicillium*도 누룩의 표면으로부터, *Rhizopus*도 회색의 누룩표면으로부터 분리할 수 있다. *Monascus purpureus*는 누룩 내부의 농홍색 부분으로부터 분리되며, 적갈색 혹은 황갈색 부분으로부터 내열성 사상균인 *Thermoascus aurantiacus*를 분리할 수 있다. 누룩으로부터 가장 많이 분리되는 사상균의 종은 *Aspergillus glaucus*로서 전균수의 약 반수를 차지하며, 속으로는 *Absidia*로서 누룩 1g당  $2.4 \times 10^7$ cell가

분리되어 가장 많이 분포된 속이며 *Aspergillus*속은  $2.2 \times 10^7$ cell가 분리되며 그 다음으로 *Rhizopus*속이  $2.3 \times 10^7$ cell가 분리된다(8). 그러나 누룩의 종류와 생산지에 따라 누룩 사상균의 우점종(優占種)은 다르게 나타나지만 일반적으로 *Aspergillus*와 *Rhizopus*로 보아야 할 것이다. 누룩의 적갈색 혹은 황갈색 부분으로부터 내열성 곰팡이인 *Thermoascus aurantiacus*(9, 10)과 반내열성 곰팡이인 *Aspergillus fumigatus*, *Mucor pusillus*와 *Absidia lichtheirmi*가 분리된다. 그러나 *Mucor*속은 포자의 발아력이 매우 낮기 때문에 직접 누룩으로부터 잘 분리되지 않으며, 직접 분리되는 *Mucor*속은 *Mucor pusillus*이다.

1990년 內村 등(11)은 한국산 누룩으로부터 *Absidia corymbifera*와 *Absidia ramosa*를 분리·동정했으며, 이 두 균주는 모두 15°C와 50°C에서 생육하지 않으며 40°C에서 생육이 가능하며 생육 최적온도는 30~35°C였다. 그리고 분리된 *Absidia* 균주의 액화력은 0.67~2.86 units였으며 당화력은 1.80~4.65 units로서, *Absidia*속 균주는 누룩의 당화에 깊이 관여하는 것으로 추론했다. 누룩으로부터 쉽게 분리되는 *Aspergillus oryzae*와 *Rhizopus sp.*의 증식도를 측정된 결과, *Aspergillus oryzae*는 증자한 것과 하지 않은 쌀국에서는 amylase 활성이 높으며, *Rhizopus sp.*는 *Aspergillus oryzae*에 비하여 포자발아와 증식이 빠르지만  $\alpha$ -amylase, glucoamylase와 acid carboxypeptidase 활성은 낮았다. 소맥분 배지에서는 *Aspergillus oryzae*와 *Rhizopus sp.*는 포자발아와 증식이 저하되었으나,  $\alpha$ -amylase와 glucoamylase의 활성은 현저히 증가되었으며 acid protease와 acid carboxypeptidase 활성은 낮았다. 그러나 *Rhizopus sp.*은 *Aspergillus oryzae*보다 증식이 빨랐으며,  $\alpha$ -amylase와 glucoamylase의 활성은 낮았다. 그리고 쌀 배지에서는 *Aspergillus*

oryzae가 증식이 왕성한 반면 소맥분 배지에서는 Rhizopus가 Aspergillus oryzae보다 왕성하게 증식했다(12). 백 등(13)은 누룩으로부터 분리한 Aspergillus niger No. FBR-6722로부터 glucoamylase를 정제하여 효소학적 특성을 규명하기도 했다.

Penicillium glaucum은 누룩 표면의 청색 부분으로부터 자주 분리되는 사상균이지만, 양조 학상 특이한 역할은 나타내지 않는 균이다. Rhizopus tamaris는 누룩 표면의 회흑색 부분으로부터 잘 분리되며 당화효소력이 높은 중요한 누룩 사상균이며, Mucor circinelloides는 누룩 표면의 황색 부분으로부터 분리되며 알코

올 생성능력도 가지는 사상균이다. 그리고 Rhizopus tritici는 강력한 전분당화력을 가지며 invertase는 분비하지 않으며 미량의 알코올도 생성시킨다. 일반적으로 증자한 쌀에서는 Aspergillus가 잘 생육하며 효소생성도 높으며(14), 증자한 소맥분과 무증자한 소맥분에서는 Rhizopus가 왕성하게 생육하여(12) 강력한 당화효소를 생성시킨다. 전분 액화력이 높은 누룩사상균은 Mucor pusillus와 Aspergillus oryzae이며, Mucor pusillus는 60°C에서 전분당화력이 가장 높았으며 Absidia속은 55°C에서, Aspergillus oryzae와 Rhizopus속은 50°C 전후의 온도에서 당화력이 가장 높았다. 그리고 전분

Table 2. Amylase activity of traditional Korean Nuruk

Sample	Amylase activity	
	DU <sup>1)</sup> (units/g)	SP <sup>2)</sup> (units/g)
Ch'olwon	610	81
P'ochon	800	480
Ch'unch'on 1	375	78
Ch'unch'on 2	617	132
Yongi(Ch'ung nam)	1,960	129
Taegu	885	81
Kyongju 1	1,095	750
Kyongju 2	395	87
Hyunpung 1	1,200	69
Hyunpung 2	1,275	450
Koryong	1,255	150
Chinju	1,220	86
Ch'ungmu	855	129
Tongyong	1,125	129
Boun	665	62
Sangju	402	90

<sup>1)</sup>DU : Dextrinogenic activity by Wohlgemuth value

<sup>2)</sup>SP : Saccharogenic power by Lane-Eynone method

당화 최적온도에서 전분당화 최적 pH는 *Absidia*속과 *Aspergillus*속이 pH 5.2~5.4였으며, *Mucor pusillus*는 pH 5.0~5.2였으며, *Rhizopus* 속은 pH 4.8~5.0이었다. 이러한 당화력의 최적 온도와 최적 pH에서 알 수 있듯이 누룩으로부터 가장 많이 분리되는 *Aspergillus*속과 *Rhizopus*속이 전통주의 저온 발효에서 중요한 당화균으로 작용한다는 것을 시사하고 있다.

현재 시판되고 있는 누룩의 액화력이 우수한 누룩은 연기, 경주1, 현풍1, 2, 고령, 진주와 통영누룩이며 누룩 1g당 1,000 units 이상을 나타내어 액화력으로는 양호한 누룩이었다. 당화력이 우수한 누룩은 8점으로 경주1, 포천과 현풍2누룩이며 누룩 1g당 450 units 이상의 당화력을 나타내어 당화력 측면으로 매우 양호한 누룩으로 평가되었으며, 고령, 춘천2, 연기, 충무와 통영누룩은 누룩 1g당 130 units 이상으로 비교적 양호한 누룩으로 평가되었다(Table 2).

특히, 액화력과 당화력이 모두 우수한 누룩은 원반형인 경주1누룩과 사각형인 현풍2누룩으로서, 액화력은 누룩 1g당 각각 1,096 units와 1,275 units였으며, 당화력은 누룩 1g당 각각 750 units와 450 units의 효소활성을 나타내었다(4).

시판 누룩의 액화·당화력은 세균 오염도가 높고 사상균 수가 적게 검출되는 누룩에서 높은 값을 나타내어 시판누룩이 당화제와 발효제로서의 소기의 목적을 달성하는데 문제점이 발견되었다.

이러한 현상은 시판누룩이 대부분 가정에서 비위생적인 제조공정에 의하여 세균의 과다증식으로 사상균과 효모수의 감소를 초래한다고 사료된다. 그리고 액화력과 당화력이 비교적 높은 포천누룩은 사상균과 세균이 많이 존재하므로 사상균에 의한 효소활성뿐만 아니라 세균 유래의 효소활성의 관여가 강하게 시사

된다.

최근 농촌진흥청 작물시험장을 중심으로 농업생물소재 개발의 일환으로 “전통누룩과 전통주의 기능성 향상 및 산업화 기술연구”가 본인들이 참여하여 진행되어 전통누룩 곰팡이에 관한 집중적인 연구가 수행되었었다.

특히, 본인 등은 시판 전통누룩으로부터 효소활성과 산 생산성이 우수하고 향기성분 생성능이 우수한 유용 누룩 사상균, 10균주를 분리하여 *Aspergillus oryzae* NR 3-6과 *Aspergillus oryzae* NR 17-6과 *Aspergillus penicilloides* NR 12-1, *Penicillium expansum* NR 7-7, *Rhizopus oryzae* NR 18-1로 동정했으며 *Aspergillus penicilloides* NR 12-1와 *Penicillium expansum* NR 7-7는 전통누룩으로부터 분리되지 않은 미기록종이었다(15, 16). 분리 누룩 사상균으로 제조한 누룩의 액화력은 *Aspergillus oryzae* NR 2-5, NR 3-6과 NR 15-1와 *Rhizopus oryzae* NR 18-1이 배양일수가 증가함에 따라 효소활성이 증가하며 당화력은 대부분의 균주가 배양일수에 따라 감소했으나, *Rhizopus oryzae* NR 18-1은 오히려 증가했다. 그리고 생전분 분해력은 *Aspergillus* NR 15-1이 가장 우수하여 배양 7일로서 2.02 units였으며 배양일수가 증가된 15일로서 2.28 units로 증가하여 우수한 생전분 분해력을 나타내었으며 *Penicillium expansum* NR 7-7은 배양 7일로서 2.68 units이며 배양 15일로서 2.52 units를 나타내어 가장 우수한 생전분 분해력을 나타냈다.

그러나 *Rhizopus oryzae* NR 18-1은 배양일수가 증가함에 따라 약간 감소하여 1.68 units를 나타냈다. 분리균 누룩사상균의 산(酸) 생산능은 생전분 배지보다 호화전분 배지에서 더 우수한 산 생산성을 나타냈으며, 생소맥 배지에서의 산 생산성은 *Rhizopus*속보다 *Aspergillus*속이 우수했으며 *Penicillium*속은 산

생산성이 낮았다.

그리고 *Asp. oryzae* NR 17-6이 28.32 mg/g 배지의 산 생산성을 나타내어 가장 높은 산 생산성을 나타냈으며 *Asp. oryzae* NR 2-5와 NR 15-1은 25.96 mg/g배지의 산을 생산하여 비교적 산 생산성이 우수한 균주였다. 특히 *Rhizopus oryzae* NR 18-1은 23.6 mg/g배지의 산을 생산하여 *Aspergillus* 속과 비슷한 산 생산성을 나타내어 누룩 사상균으로서 우수한

균주라 사료된다.

전통누룩은 제조된 후, 30~60일간 후숙시켜 사용한다는 관점에서 *Aspergillus*속보다 *Rhizopus*속이 당화력과 향기성분 생성능력 등이 우수하므로 *Rhizopus*속이 누룩 사상균의 중요한 역할 사상균이라 사료된다.

이상의 결과를 종합하면, 누룩으로부터 12속 78종의 누룩사상균이 분리, 동정되었다(Table 3).

Table 3. Fungi isolated from traditional Korean Nuruk

Nuruk Fungi	Reference
<i>Aspergillus candidus</i>	9
<i>Aspergillus foetidus</i>	8
<i>Aspergillus nidulans</i>	10
<i>Aspergillus fumigatus</i>	9, 17, 18, 19, 21
<i>Aspergillus oryzae</i>	7, 8, 9, 10
<i>Aspergillus flavus</i>	8
<i>Aspergillus flavus columnaris</i>	8
<i>Aspergillus glaucus</i>	7, 9, 10
<i>Aspergillus niger</i>	8, 17, 18, 19
<i>Aspergillus ochraceus</i> group	10
<i>Aspergillus</i> spec.(1) greenish grown	10
<i>Aspergillus</i> spec.(2) deep blue	10
<i>Aspergillus</i> spec.(3) white	10
<i>Aspergillus</i> sp.	20
<i>Aspergillus penicilloides</i>	16
<i>Aspergillus parasiticus</i>	21
<i>Aspergillus pulverulentus</i>	21
<i>Aspergillus clavatus</i>	22
<i>Aspergillus ochraceus</i>	23
<i>Aspergillus terreus</i>	8
<i>Aspergillus versicolor</i>	24
<i>Aspergillus wentii</i>	8
<i>Aspergillus sydowi</i>	24
<i>Rhizopus cohnii</i>	8
<i>Rhizopus tritici</i>	6, 7, 25
<i>Rhizopus tamaris</i>	6, 7, 25
<i>Rhizopus chinensis</i>	25
<i>Rhizopus trubini</i>	25
<i>Rhizopus arrhizus</i>	8, 25



---

Nuruk Fungi	Reference
<i>Rhizopus formosensis</i>	25
<i>Rhizopus pseudochinensis</i>	25
<i>Rhizopus achlamydosporus</i> nov. sp	25
<i>Rhizopus oryzae</i>	8, 16, 25
<i>Rhizopus chiuniang</i>	25
<i>Rhizopus chungkuoensis</i>	25
<i>Rhizopus thermosus</i>	25
<i>Rhizopus japonicus</i>	25
<i>Rhizopus delemar</i>	25
<i>Rhizopus peka</i>	25
<i>Rhizopus nodosus</i>	25
<i>Rhizopus mochi</i>	25
<i>Rhizopus</i> spec.(1, 2, 3)	10
<i>Rhizopus semarangensis</i> nov. sp	25
<i>Rhizopus bahnensis</i> nov. sp	25
<i>Rhizopus gavanicus</i> nov. sp	25
<i>Rhizopus</i> sp.	9, 23
<i>Rhizopus</i>	26
<i>Amyolmyces beta</i>	27
<i>Amyolmyces gama</i>	27
<i>Monascus purpureus</i>	7, 9, 10
<i>Monascus pullulans</i>	6, 28
<i>Monascus</i> from tyosen	29
<i>Monascus</i> from mansyu	29
<i>Penicillium fellutanum</i>	16
<i>Penicillium glaucum</i>	7, 10
<i>Penicillium mandshuricum</i>	10
<i>Penicillium</i> sp. greenish blue	10
<i>Mucor mucedo</i>	6, 28
<i>Mucor plumbeus</i>	7
<i>Mucor racemosus</i>	10
<i>Mucor circlnelloides</i>	7
<i>Mucor javanicus</i>	10
<i>Mucor pusillus</i>	1, 10, 19
<i>Mucor tyrolyoines</i>	27
<i>Mucor spinosus</i>	27
<i>Mucor</i> sp.	10

---

Nuruk Fungi	Reference
Mucor	26
Absidia corymbiferma	8, 11
Absidia lichtheimi	1, 10, 19
Absidia, ramosa	11
Absidia spinosa	21
Absidia sp.(1, 2, 3)	10
Absidia sp.	19, 30, 31
Dermatium pullans	10
Thermoascus aurantiacus	10, 19
Circinella mucoroides	10
Cladosporium herbarum	10
Verticillium glaucum	10

## 나. 누룩효모

Saito(30)는 조선산곡자와 술덧으로부터 *Saccharomyces coreanus*, nov. sp., *Saccharomyces coreanus* forma major, *Mycoderma* sp.를 분리하여 *Saccharomyces coreanus* nov. sp.에 대하여 상세히 보고했다. 이 균주는 신종으로서 구형 혹은 타원형으로 3~7 $\mu$ 의 크기로서 1~4개의 자낭 포자를 형성하며 생육 최적 온도는 25~30°C이며, glucose, fructose, saccharose, melibiose와 raffinose를 자화하나, maltose, lactose, inulin, dextrin과 arabinose는 자화하지 못했다.

鹿又(32)는 누룩으로부터 *Saccharomyces tomentosus*를 분리했으며, 長西(10)는 곡자로부터 효모 9균주를 분리했으며, 그들 중 출현 빈도가 높은 균주는 *Mycoderma* sp.와 *Saccharomyces* sp.였다. 특히 당액을 발효시켜 초산ester를 생성시키는 *Mycoderma*속이 비교

적 많이 분리되며 산막 효모인 *Willia anomala*도 분리되었다. 武田(20)는 119개소에서 수집한 곡자로부터 *Saccharomyces*, *Torula*, *Willia* 및 *Monilia*속 효모를 분리했으며, 167개소에서 채집한 술덧으로 부터는 위의 효모외에 *Monascus*, *Oidium* 속 등도 분리했다. 그리고 곡자 중의 *Saccharomyces*속 균주를 분리하여 형태적, 배양학적 특성을 조사하기도 했다. 즉, *Saccharomyces*효모는 구형 혹은 타원형이며 19균주에 대한 생육 최적온도는 30~35°C이며 37°C에서 가장 양호하게 생육하는 균주도 있었다. 그리고 19균주 모두 65°C에서 10분간 열처리하면 사멸되고 60°C에서도 12균주는 사멸하고, 50°C에서 10분간 열처리로 사멸되는 균주도 있었다. 생육 최적 pH는 4~6이었으며 pH 3.0에서도 생육이 양호한 내산성 효모도 있었다. 발효 시험을 국즙(Bllg. 10°)에서 30°C로 분리균을 배양하며 CO<sub>2</sub>생성이 거의 없을 때까지 배양하여 알코올을 분석한 결과,

4.14%의 알코올을 생성시키며 발효 보합은 86.04였다. 嶺南浦府産 조(粗)곡에서 분리된 K. 0502 효모균주는 구형 또는 타원형이며 공포(空胞)가 적으며 2.5~4.37 $\mu$  크기로서 자낭포자 1~4개 형성되며 생육 최적 온도는 30°C로서 피막은 형성하지 않는 것과 glucose, saccharose, mannose와 galactose를 발효하며 maltose, lactose와 inulin을 발효시키지 못하는 것으로 미루어 Saito(30)가 분리한 *Saccharomyces coreanus* forma major와 매우 유사하며, 成興府 連浦産 조곡에서 분리한 K. 3201 효모균주는 구형 또는 타원형이며 공포가 적으며 5~10 $\mu$ 의 크기로서 자낭포자는 1~4개 형성하고 생육 최적 온도는 33°C로서 피막을 형성한다. 그리고 glucose, saccharose와 maltose를 발효시키며 lactose와 galactose를 발효시키지 못하는 생리적 특성으로 K. 3201 효모균주는 Saito(30)가 분리한 *Saccharomyces coreanus*와 아주 유사한 균주로 추정했다. 더욱이 K. 2002 효모균주와 K. 3502 효모균주는 鹿又(32)가 분리한 *Saccharomyces tomentosus*와 일치한다고 했다. 또한 武田(33)는 곡자와 술덧으로부터 다량의 *Sacchromyces*속 효모를 분리하여 발효시험과 분리균의 분류학적 특성을 조사했다.

이상의 결과로부터 M. 1901 효모균주는 Saito(30)가 분리한 *Saccharomyces coreanus*와, M. 2903 효모균주는 *Saccharomyces coreanus* forma major와 동일 종, 혹은 매우 유연한 종이였다. 長西(10)는 조선산 곡자로 부터 분리한 효모를 당류 발효성으로 부터 3군으로 분류했으며, 누룩중에는 제 3군에 속하는 효모가 가장 많이 분리되며 포자는 형성하지 않는 효모였다. Saito(30)가 분리한 *Saccharomyces coreanus*와 *Saccharomyces coreanus* forma major는 맥아당을 발효하지 않으나 분리된 *Saccharomyces*속은 모두 맥아당을 발효시켜

누룩에서 특이적인 효모는 분리되지 않았다. 산막효모는 *Willia anomala*이며, 당액을 발효시켜 초산 ester를 생성하는 *Mycoderma*속도 많이 분리되었다. 그리고 당액을 발효시키며 포자를 형성하는 *Torula*속의 2종을 분리하기도 했다. 齊藤(7)는 조선산 곡자로 부터 4종의 효모를 분리하여 *Saccharomyces coreanus* n. sp., *Saccharomyces coreanus* forma, *Mycoderma* sp.를 분리, 동정했다. “*Saccharomyces coreanus*는 한국산 주정 음료의 양조학상 중요한 균주이다” 라고 표현하며 형태는 구형 내지는 난원형이며 3~7 $\mu$ 으로서 25°C에서 24시간에 작은 분아(分芽)군을 형성하고 48시간에 증식이 왕성하여 각각으로 분리된다.

거대 집락(giant colony)은 중앙부가 융기하고 가장자리는 불규칙적으로 방사선을 나타내며 색상은 백색의 조밀한 집락을 형성한다. 이 균주를 천자 배양하면 천자선으로 수직으로 입상(粒狀)으로 발육하며 천자점에는 황백색 융기성 집락을 생성시켜 그 주변에 잔금(鋸齒)이 생긴다. 이 효모균은 구형의 내생포자를 쉽게 형성하며 석고괴상에서 쉽게 자낭속에 1~4개의 내생포자를 형성한다. 그리고 피막을 형성하며 10% 포도당액으로부터 6.23%의 알코올을 생성시키며, 맥아당, 젓당, inulin, dextrin, arabinose는 당화할 수 없으며, 포도당, 과당, 서당, galactose를 발효할 수 있는 효모다.

본 효모균은 10% 알코올에 내성을 나타내며 15% 알코올에 대하여는 극히 미약하게 생육할 뿐이다. 이 균의 생육 최적 온도는 25~30°C이며 이 온도에서 발효작용도 매우 왕성하며 18°C와 35°C에서도 생육이 양호하다.

*Saccharomyces coreanus* forma는 *Sacch. coreanus*와 여러가지 특성이 같으나, 크기가 8~12 $\mu$ 으로서 매우 크며, 형태는 난원형이며 세포막이 비교적 두꺼운 것이 특징이다(세포막

이 두껍다고 했으나, 세포외층이 두꺼운 것으로 사료된다).

1945년 일본으로부터 해방되어 한국학자에 의하여 전통주에 관여하는 효모에 관하여 연구하기 시작했다.

즉, 충남대학에서 제조한 누룩 1g에  $0.6 \times 10^5$  cell과 시판누룩에서는  $1.4 \times 10^6$  cell의 효모가 분리되었다. 즉 제조누룩보다 시판누룩에서 효모의 균수가 약 2배이상 많이 존재했다(34, 35). 이들 효모를 TTC(2,3,5-triphenyltetrazolium chloride)염색에 의한 그 정색도(着色度)에 따라 분류한 결과, 직접 제조한 누룩 1g 중의 pink효모는 전효모균수의 56.5%, red pink효모는 16%, red효모는 8%, white효모는 19.5%이었으며, 시판누룩중에는 pink효모가 42%, red pink효모가 21%, red효모가 28%, white효모가 9% 존재한다. 그리고 가장 많이 출현하는 TTC-pink효모는 *Sacch. cerevisiae*형이었고 red효모는 *Hansenula subpelliculosa*형이었다(35). 그러나 탁주술덧으로 부터 분리한 *Sacch. coreanus*가 전연 분리되지 않은 이유를 김(34)은 "1930년경부터 누룩제조에 국균(*Aspergillus oryzae*)을 종균으로 접종하였으며 더욱이 탁주제조에 일본국도 혼합사용하여 탁주제조에 있어서 미생물상이 완전히 달라진 탓이 아닌가 사료되며 이것을 뒷받침하는 증거로서 과거의 탁·약주의 고유한 맛과 향기가 달라진 것을 들수 있다" 라고 했다. 신과조(36)는 1970년 시판 곡자로 부터 *Candida melinii*, *Candida solani*와 *Hansenula anomala*를 분리했으며 곡자중에 존재한 효모는 탁주 발효과정에서는 전혀 발견할수 없었다. 따라서 곡자는 탁주 발효에 있어서 효모원으로서의 역할은 하지 못하는 것 같다. 또 곡자는 그 곡자중의 microflora양상으로 보아 amylase나 protease의 효소원으로 공급하여 주는데 큰 역할을 하는것 같지도 않고 탁주에 있어서의 곡

자의 주요역할은 맛에 기여하는 것이라고 추정된다. 그러나 본인은 곡자가 탁주양조와 민속주에 있어서 당화작용과 발효과정의 양기능을 충분히 수행할수 있다고 믿어지며 이런 본인의 생각은 "누룩은 전분의 당화제로서 국(麴)의 기능을 가짐과 동시에 어느 정도의 주모(酒母)로서의 기능을 가지기도 한다"라는 小原(37)의 주장과 일치한다. 金과 李(38)는 탁주양조에 관여하는 효모류가 후발효에 어떤 역할을 하는지를 조사하기 위하여 발효 48시간이 경과된 탁주에서 효모를 분리하여 동정했으며 이들의 주정발효능을 측정했다. 즉 발효 48시간 후, *Saccharomyces*에 속하는 효모만이 알코올 발효력이 우수했으며 발효 48시간이 경과된 술덧에서 우점종(優占種)을 이룬 것으로 보아 탁주양조의 주발효에 관여하는 효모이며, *Hansenula anomala*는 알코올 발효능은 좋지 않지만 ester생성능력이 강력한 것으로 보아 탁주의 맛과 향기에 중요한 역할을 한다고 했다. 그리고 *Pichia*는 알코올 발효능이 가장 낮았으며, 향기도 생성하지 않은 것으로 보아 탁주양조에 아무런 역할이 없는 효모로 단정했다. 그리고 시판누룩으로부터 *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, *Torulopsis*와 *Hansenula*속이 분리되었으며, 특히 *Candida krusei*, *Candida macdoniensis*, *Candida rugosa*와 *Hansenula anomala*, *Hansenula augusta*와 *Hansenula canadensis*를 동정했다(39). 특히, 곡자내에서 가장높은 분포를 보이는 효모는 *Hansenula group*으로서 *Hansenula anomala*가 우점종이라고 할수있으며 탁주 발효능을 지배하는 *Saccharomyces group*의 분포는 높지 않았다. 그러나 이들 중 *Saccharomyces cerevisiae group*이 분리되었고 Henneberg 배지에서  $\text{CaCO}_3$ 분해성이 강한 *Sacch. acidifaciens*가 쉽게 분리되었으며 이 효모는 탁주 술덧중에서도 쉽게 분리되었다(26).  $\text{CaCO}_3$  분해성이란

Dekkera와 Brettanomyces속 효모는 초산을 많이 생성하므로 생육배지에 초산의 중화제로서  $\text{CaCO}_3$ 를 반드시 첨가해야 하는 것과 같이 Sacch., acidifaciens는 내산성 효모로서 다량의 유기산을 생성하므로 배지 중에  $\text{CaCO}_3$ 를 첨가함으로 생육이 촉진됨을  $\text{CaCO}_3$  분해성이라 표기한 것이 아닌가 추측된다. 누룩 효모는 질소원으로 아미노산을 합성 배지중에 첨가할시 비타민을 첨가하지 않으면 증식하지 않았으며, 비타민류는 biotin이 첨가된 배지에서 증식이 매우 약했으며, 아미노산류는 cystine과 histidine이 질소원으로서 아미노산 이용을 저해하며 그 이외의 아미노산은 질소원으로 이용되었다. 무기질소원으로서는 유안이 정상적인 효모증식을 유도했으며 아미노산을 질소원으로 이용할시 비타민의 첨가가 필수적이다(27). 최근 일본학자인 内村 등(11)에 의하여 누룩중에 Absidia속에 관한 연구중, 대부분의 누룩에서 효모가 확인되었으며, 누룩 1g당  $1.0 \times 10^8$  효모균수에서  $6.0 \times 10^8$  효모균수까지 누룩의 산지에 따라 많은 효모 분포의 차이점을 나타냈다. 또한 최근 시판되는 경주1누룩, 포천누룩, 상주누룩과 보은누룩에서 각각  $20 \times 10^8$ ,  $18 \times 10^8$ 과  $649 \times 10^8$ 의 효모가 분리되었다. 그러나 실험에 사용한 16종의 누룩중 12종의 누룩에서는 효모가 전혀 분리되지 않았다(4).

이상의 결과를 종합하면, 누룩으로부터 22속 64종의 효모가 분리·동정되었다(Table 4).

#### 다. 누룩세균

鳥居(6)는 한국 국으로 부터 1종의 거대구균과 1종의 有囊杆菌인 점액성 Bacillus viscosus를 분리했다. 長西(19)는 곡자로부터 특별한 목적으로 표적 세균을 분리하므로 유산균, 酪酸균과 고초균 등이 분리되었으나, 곡자 중에는 상당히 많은 종류의 세균이 존재하

고 있다는 것을 확인했다고 보고했다. 총독부 주류 시험소의 鳥井(28)은 한국산 곡자로 부터 거대구균과 有囊杆菌, 점액성 세균인 Bacillus viscosus로 분리, 동정되었으며, 朴(44)은 Micrococcus속 4종, Mycoplana속 1종, Bacillus속 3종과 Erwinia속 2종의 세균을 분리·동정했다.

누룩에 세균이 어느 정도 존재하는지를 확인하기 위하여 충남대에서 직접 제조한 누룩과 시판누룩으로 부터 세균수를 검토한 바, 충남대 제조누룩 1g중에 호기성세균은  $9 \times 10^6 \sim 2 \times 10^7$  cell이며 젖산균은  $3 \times 10^4$  cell이 존재하며 시판누룩에는 호기성 세균이  $5 \times 10^6 \sim 9 \times 10^6$  cell이며 젖산균은  $3 \times 10^4$  cell이 존재한다. 그리고 충남대 제조누룩중 호기성세균은 80~90%가 Bacillus subtilis 또는 그의 유연균으로 확인되었으며 시판누룩중의 젖산균은 70%이상이 구상구균이었다(34).

1970년 곡자에서 분리, 동정된 세균은 젖산 세균인 Lactobacillus casei, Leuconostoc mesenteroides와 호기성 세균인 Bacillus subtilis 및 Bacillus pumilus였다. 곡자중에는 Bacillus subtilis가 전세균수의 90%이상을 차지 하고있으며 Bacillus pumilus는 아주 낮은 빈도로 분리된다(21). 또한 곡자 중에는 Micrococcus group이 많이 발생하나 탁주 발효과정에서는 소멸되고 호기성 세균인 Bacillus속과 Aerobacter속만이 나타났다(26). 그리고 점액성 세균인 Bacillus viscosus도 분리되었다(6).

최근 시판되는 누룩중에 존재하는 세균은 실험에 사용된 모든 누룩에서 많은 양이 분리되었으며 시판 연기누룩 1g당  $57,870 \times 10^5$ , 철원누룩, 대구누룩, 통영누룩과 포천누룩은 각각  $28,800 \times 10^5$ ,  $27,900 \times 10^5$ ,  $24,570 \times 10^5$ 과  $24,300 \times 10^5$ 의 세균이 검출되었다. 그러나 비교적 적은 수의 세균이 분리된 누룩은 경주 2누룩, 상주누룩과 고령누룩으로서 세균수는 각각

Table 4. Yeast isolated from traditional Korean Nuruk

Nuruk yeast	Reference
<i>Saccharomyces acidifaciens</i>	8
<i>Saccharomyces jorgenseii</i>	41
<i>Saccharomyces elegans</i>	26
<i>Saccharomyces fructuum</i>	26
<i>Saccharomyces coreanus</i>	7, 20, 30, 33
<i>Saccharomyces coreanus forma major</i>	7, 20, 30, 33
<i>Saccharomyces coreanus major</i>	33
<i>Saccharomyces bayanus</i>	33
<i>Saccharomyces validus</i>	33
<i>Saccharomyces sake</i>	33
<i>Saccharomyces thermantitonus</i>	33
<i>Saccharomyces mandshuricus</i>	33
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27, 33
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	33
<i>Saccharomyces tomentosus kanomata</i>	32
<i>Saccharomyces tomentosus</i>	20
<i>Saccharomyces marxianus</i>	10
<i>Saccharomyces</i> sp.(1,2,3)	10
<i>Saccharomyces</i>	20
<i>Saccharomyces pasterianus</i>	27
<i>Saccharomyces boulardii</i>	43
<i>Saccharomuces ludwigii</i>	43
<i>Torulopsis sake</i>	26
<i>Schizosaccharomyces maldevorans</i>	26, 42
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	26
<i>Rhodotorula minuta</i>	26
<i>Rhodotorula glutinis</i>	43
<i>Cryptococcus terreus</i>	43
<i>Trichosporon beigelli</i>	43
<i>Hypopichia burtonii</i>	43
<i>Dekkera bruxellensis</i>	43
<i>Saccaromycopsis malanga</i>	43

---

Nuruk yeas	Reference
<i>Endomycopsis capsularis</i>	20
<i>Candida krusei</i>	26
<i>Candida macedoniensis</i>	26
<i>Candida melinii</i>	36
<i>Candida rugosa</i>	26
<i>Candida solani</i>	36
<i>Candida maltosa</i>	43
<i>Hansenula anomala</i>	26, 36
<i>Hansenula subpelliculosa</i>	34, 35, 36, 42
<i>Hansenula canadensis</i>	26
<i>Hansenula augusta</i>	26
<i>Pichia delftensis</i>	26
<i>Pichia farinosa</i>	43
<i>Pichia anomala</i>	43
<i>Pichia guilliermondii</i>	43
<i>Pichia onychis</i>	43
<i>Torula</i> sp.(1, 2)	10
<i>Torula</i>	27
<i>Mycoderma</i>	7, 10, 30
<i>Mycoderma</i> sp.(1, 2)	10
<i>Willia anomala</i>	9, 10
<i>Willia</i>	9, 20
<i>Monilia</i> sp.(1, 2, 3)	10
<i>Monilia</i>	20
<i>Sachsia</i> sp.	7, 30
<i>Endomyces hordei</i>	10, 19
<i>Endomyces lindneri</i>	10, 19
<i>Endomyces</i> sp.	9, 19, 40
<i>Oidium</i> sp.(1, 2)	10
<i>Kluveromyces thermotolans</i>	43
<i>Kluveromyces marxianus</i>	43
<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	43

---

$270 \times 10^5$ ,  $150 \times 10^5$ 과  $144 \times 10^5$ 이었다(4).

병원성세균인 *Shigella dysenteriae* 및 *Escherichia coli*는 탁주의 숙성과정중에서 각각 두 시간 및 14시간 생존가능하고 제성주(製成酒)에서는 50~60시간 생존하나 *Vibrio cholerae* 및 *Vibrio parahemolyticus*는 한 시간 이내 사멸된다. 특히 누룩으로부터 *E. coli*를 분리하고자 많은 연구자에 의하여 수행되었으나, 전혀 분리되지 않아서(45) 누룩의 자연접종법에 의한 제조법으로 다양한 미생물이 존재하여 병원성의 위험성은 전혀 없다고 할 수 있다. 특히 일반적으로 식중독 세균인 *Salmonella*와 *Streptococcus*는 곡류에 서식하는 것으로 알려져 곡자로부터 분리되는지 확인했으나 분리되지 않고 더욱이 이와 유사한 유해세균도 전혀 분리되지 않았다(45).

이와 같이 시판누룩에서 많은 수의 세균이 검출되는 것은 시판누룩의 제조공정이 비위생적으로 처리되기 때문이라 사료되어 시판누룩의 제조법의 지도 및 개선이 절실히 요구된다.

현재까지 누룩으로부터 분리된 세균은 10속 24종이다(Table 5).

## V. 신기능성 전통주의 개발

최근 선도기술개발과제로서 “전통누룩과 전통주의 기능성 향상 및 산업화기술연구”가 수행되어 특정 전통주의 품질개선을 위한 연구가 이루어 지고 있으며, 새로운 기능을 가진 전통주의 연구 개발이 시작되고 있다. 그 예로 더덕(*Codonopsis lanceolate*)을 원료로 하는 사삼주의 품질향상 및 기능성 증진을 위한 연구가 있었으며, 더덕의 ethanol 추출물과 사삼주의 항산화효과에 phenotic compound로 추정되는 성분이 관여하며 diethyl ether 분획과 ethyl acetate 분획이 각각 54.3%와 51.6%의 항산화효과를 나타내었다. 이들 추출물은 사삼주의

유해세균인 *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* 및 *Salmonella typhimurium*에는 항균효과를 나타내었으나, 알코올 발효에 깊이 관여하는 *Saccharomyces cerevisiae* 등의 효모와 *Lactobacillus plantarum* 및 *Pediococcus cerevisiae*와 같은 청주유해세균에는 항균효과를 나타내지 않았다. 이상의 결과로 부터 사삼주의 부재료인 더덕은 발효시 유해한 미생물의 생육을 억제시키고, 발효에 관여하는 미생물의 생육에는 영향을 미치지 않거나 생육을 촉진하는 효과가 있는 것으로 사삼주 뿐 아니라 전통주 양조에 더덕의 기능성 효능이 긍정적인 효과가 있음을 시사했다. 또한 사삼주제품의 유통연장 기술을 규명하였으며 양금방지법을 개발하였다(46). 또한 누룩미생물중 우수균주를 선발, 고정화하여 그 미생물의 생태학적 특성을 규명하여, 효소반응 공정의 최적화를 통하여 과학적으로 입증된 대량생산화, 고급화, 고부가가치화의 연구가 시작되고 있다. 즉, dextrinogenic, saccharogenic enzyme, 산생성능이 우수한 곰팡이의 선별 및 고정화, 향기생산 및 발효력이 우수한 효모류의 분리, 고정에 의한 mixed culture 공정확립에 따른 주류의 고급화와 획일적인 생산체계 수립, 새로운 기능성 부여를 위해 chitinolytic enzyme 및 생산균의 혼합배양에 따른 숙성시 발효균주의 cell wall 성분 (chitin 및 chitosan)의 저분자화 및 기능성 oligosaccharide 생산 이용, 그리고 chitosan oligosaccharide 등의 기능성 물질이 함유된 주류의 항종양성, 면역부활성, 항세균성, *Bifidus*균의 증식촉진 등의 기능성 주류의 생산이 가능하다(8).

본인들은 기능성 주류 제조의 일환으로 누룩사상균인 *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.* 균주를 단독 및 혼합배양한 누룩을 사료에 첨가하여 실험동물(흰쥐)에 식이시킨다음, 체중변동, 간세포 손상의 monitoring,



Table 5. Bacteria isolated from traditional Korean Nuruk.

Nuruk bacteria	Reference
<i>Bacillus viscosus</i>	6, 28
<i>Bacillus subtilis</i>	10
<i>Bacillus lentus</i>	44
<i>Bacillus ambiguus</i>	44
<i>Bacillus repens</i>	44
<i>Micrococcus conglomeratus</i>	44
<i>Micrococcus epimetheus</i>	44
<i>Micrococcus subflavescens</i>	44
<i>Micrococcus varianus</i>	44
Giant coccobacteria	6, 28
Lactic acid bacteria	10
<i>Lactobacillus brevis</i>	43
<i>Lactobacillus collinoides</i>	43
<i>Lactobacillus coprophilus</i>	43
<i>Lactobacillus pentosus</i>	43
<i>Lactobacillus plantarum</i>	43
<i>Lactococcus</i> subsp. <i>lactis</i>	43
<i>Pediococcus damnosus</i>	43
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	43
Butyric acid bacteria	10
<i>Mycoplana bullate</i>	44
<i>Erwinia aroidea</i>	44
<i>Erwinia citrimaculans</i>	44
Alcohol fermented bacteria	10

유해산소 대사활성, 항산화 생리활성물질의 함량변동, 혈청 총 cholesterol 및 LDL, HDL 함량변동을 조사하였다(47). 그 결과 cholesterol 생합성을속효소인 HMG-CoA reductase의 inhibitor인 lovastatin을 생산하는 곰팡이인

*Asp. terreus*를 사용한 누룩의 경우, 밀기울 단독으로 식이시킨 대조군에 비해 혈중 총 cholesterol, LDL의 저하 및 HDL의 증가가 확인되었다(Table 6). 즉, 동맥경화증 유발에 관여하는 LDL-cholesterol 함량을 감소시킬뿐 아

나라, 동맥경화증을 예방해주는 HDL-cholesterol의 함량을 대조군보다 8 - 13% 증가시키고, 동맥경화증 지수도 대조군보다 15 - 24% 감소시켜 혈관 순환계 질환의 예방과 치료의 효과가 기대된다.

따라서 이들 유용곰팡이를 이용하여 기능성 물질이 함유된 누룩을 제조하여 새로운 기능을 가진 다양한 기능성 주류의 생산이 가능하다고 사료된다.

구되고 있다.

일본의 경우 일본술(청주)의 소비정착에 따라 다양한 연구, 기술지원에 의해 제품의 다양화, 지역특산주의 개발이 활성화되고 있다. 그 예로 수년간 초음파 숙성연구를 수행한 결과, 실험동물, 물리화학기기 분석에 의해 부드럽고, 쉽게 취하지 않으며, 숙취가 경감되는 「超熟酒」를 개발하였으며, 福島縣 酒造組合連合會의 酒제조 근대화 사업으로 4년간 연구결과

Table 6. Cholesterol, lipoprotein levels and total cholesterol/HDL-cholesterol(A.I) in sera of rats fed the diet containing Nuruk

Groups	LDL(mg/dl)	HDL(mg/dl)	Total cholesterol(mg/dl)	A.I. <sup>3)</sup>
Control diet	16.20±1.07 <sup>1)</sup>	36.05±3.94	80.80±5.97	2.09±0.14
AsPR	16.34±1.28	40.28±2.85	80.12±4.49	2.09±0.20
AsR	14.40±1.06	40.28±1.64	65.12±0.73*	1.57±0.33**
AsRP	15.94±1.46	39.07±1.91	72.55±3.82	1.88±0.16
AsRAt	12.72±1.09 <sup>*2)</sup>	40.09±3.71	67.26±1.86	1.59±0.17*
AsPRAt	15.20±0.88	38.95±1.51	67.91±4.95	1.67±0.21
At	14.06±0.58	40.78±0.44	68.94±5.73	1.77±0.18
WB	12.32±1.33*	37.15±1.65	59.48±8.68	1.89±0.19

<sup>1)</sup>Each value represents the mean±S.E. of 7 rats.

<sup>2)</sup>Significantly different from the control diet(\*p<0.05, \*\*p<0.01)

<sup>3)</sup>Atherogenic index

## VI. 전통주의 전망

우리 민속주인 대다수의 전통 약탁주는 가내 수공업적으로 비위생적으로 소량 생산되고 있으며 체계적인 제조방법이 정립되어 있지 않아 제조시에 경험에 의존하는 어려움을 겪고 있다. 최근 농림부의 전통주의 보급확대를 위해 주세인하, 판매규제완화, 홍보강화, 제품가격인하 및 기술개발 지원을 강화하고 있으나, 실질적인 전통주제조업체의 활성화를 위한 체계적인 기술지도, 주류행정규제완화 등이 요

新吟釀酵母 (F701酵母)를 개발하여 향기가 뛰어나며, 산미가 적고 부드러운 최고급 吟釀酒를 개발하였다. 그외 고객의 요구대로 조합시켜 술을 제조하는 system의 개발, 지오라이트를 이용하는 숙성발효연구, 수용성 식이섬유소를 첨가한 기능성 청주제조등 다양한 기술의 개발에 따른 새로운 주류개발로 일본酒의 부가가치를 높이고 있다.

따라서 우리 전통주 역시, 외국 주류와 경쟁력있는 술의 개발을 위해 재래식 전통주 제조방법의 과학화, 제조기법의 분석재현, 제조공

정상의 문제점 개선 및 지속적 공정확립, 전통술의 향기생성 및 발효에 관여하는 우수 미생물의 분리, 고정 및 개량, 품질관리의 과학화 및 저장법 개발, 다양한 기능성 물질이 함유된 새로운 제품개발 등을 통하여 지속적인 연구, 지원체계를 수립하여 지역의 특성에 적합한 특산 전통주의 보급이 요구된다.

### 참고문헌

1. 이성우. 1988. 한국 식품사회사, 교문사, 서울, p. 335.
2. 山崎百治. 1931. 朝鮮酒 酒造界 視察 後記, 醸造學雜誌, 9, 271-277.
3. 유대식. 1995. 전통누룩의 특징과 개선방향, 전통식품의 현황과 품질개선 심포지움 발표논문집, 한국식품과학회, 243-256.
4. 김현수, 현지숙, 김 정, 하현팔, 유대식. 1996. 시판 전통누룩의 일반적 특성, 계명대 기초과학연구소 연구논문집, 15(2), 235-242.
5. 上野金太郎. 1906. 韓國麴の研究 報告 第1回, 日本藥學雜誌, 277, 203-212.
6. 鳥居嚴次郎. 1906. 朝鮮麴菌に 關する 研究報告, 日本藥學雜誌, 282, 675-683.
7. 齊藤賢道. 1933. 朝鮮곡자의研究竝に該製造方法の變遷調査 (15), 韓國産醱酵菌調査報告. 總督府 酒類 試驗所, 朝鮮 酒造協會雜誌, 5(1), 26-48.
8. 이계호. 1994. 한국 약주 탁주의 특성과 신기술, 생물산업 7(4), 36-46.
9. 長西廣輔. 1930. 朝鮮産곡자의研究(第1報の六), 醸造協會雜誌, 3, 48-49.
10. 長西廣輔. 1929. 朝鮮産곡자의研究(第1報), 醸造學雜誌, 6, 717-751.
11. 內村 泰, 高木重樹, 渡邊堅二, 小崎道雄. 1990. 韓國産 곡자 *Aspergillus* 屬 について, 醸協, 85(12), 888-894.
12. 小泉武夫, 鈴木昌治, 野白喜久雄. 1984. *Ustilaginoidea virens* と *Aspergillus oryzae* の 無蒸煮米 および 蒸米における 増殖性と 酵素の 生産について, 醸協, 79(7), 500-503.
13. 백승영, 김기현, 권 일, 오만진, 성창근. 1997. 전통 누룩 곰팡이의 특성 및 민속주의 발효과정, '95 한국식품과학회, "전통식품의 현황과 품질개선", 심포지움 발표논문집, 259-264.
14. 小泉武夫, 鈴木昌治, 角田潔和, 長坂進, 野白喜久雄. 1985. 麥 穂に 棲息する 絲狀菌 について, 醸協, 80(11), 807-811.
15. 김현수, 현지숙, 김 정, 하현팔, 유대식. 1997. 한국전통누룩에서 분리한 유용곰팡이의 특성, 한국식품영양과학회지, 26, 767-774.
16. 김현수, 현지숙, 김 정, 하현팔, 유대식. 1998. 한국전통누룩에서 분리한 유용곰팡이의 효소학적 특성 및 동정, 산업미생물학회지, 26, 456-464.
17. 清水千穂彦. 1931. 農學博士 山崎百治氏 の 朝鮮酒 酒造界 視察 後記を 讀んで, 醸造學雜誌, 9, 518-522.
18. A·S 生. 1929. 燕麥黑麴, 朝鮮 酒造協會雜誌, 1(2), 52-60.
19. 長西廣輔. 1930. 朝鮮産곡자의研究(第1報の五), 醸造協會雜誌, 제2호, 44-46.
20. 武田義人. 1930. 朝鮮産醱酵菌類の研究 (第一報), 곡子中の *Saccharomyces* 屬に就て, 農藝化誌, 6, 1023-1053.
21. 신용두, 조덕현. 1970. 탁주 발효에 있어서 발효미생물군의 변동에 대하여 미생물학회지, 8, 53-64.
22. 이배함. 1968. 우리나라 발효제에서 분리된 미생물의 분리 및 생리학적 조사 연구, 양조시험소보, 1, 39.
23. 山崎百治, 柏倉俊彌. 1934. 朝鮮産 *Rhizopus*

- 屬 菌類의 餅米に 對する 醱酵化學的 作用, 釀造學雜誌, 12, 425-438.
24. 김상재. 1971. 한국산 *Aspergillus*에 관한 분류학적 연구, 미생물학회지, 9, 1-26.
25. 武田義人. 1935. *Rhizopus*屬 絲狀菌의 研究 (第3報), 南洋産 *Rhizopus*屬의 分類的 研究 及 最大 糖化力菌의 檢索, 農藝化誌, 11, 845-920.
26. 이주식, 이태우. 1970. 탁주의 Microflora에 관한 연구 미생물학회지, 8, 116-133.
27. 松田 健, 中島榮次. 1910. 韓國 곡자에 關する 菌學的 調査, 韓國度支部 司稅局 報告.
28. 鳥井嚴次郎. 1930. 朝鮮 곡자의 研究 並に 該 製造法의 變遷 調査 (二), 朝鮮 麴菌に 關する 研究 報告, 總督府 酒類 試驗所, 朝鮮 酒造協會雜誌, 2(5), 31-39.
29. 佐藤喜吉. 1930. 滿洲, 朝鮮産 곡자 中의 *Monascus* に就て (第一報), 農藝化誌, 6, 957-965.
30. Saito, K. 1910. Notizen ber einige koreanische G rungsorganismen, Cent. f. Bakt. II. Abt. Bd. 26, 369-374.
31. 澁川鑛藏. 1911. 곡자 中의 糖化素에 關する 研究 報告, 滿鐵 中央試驗所 報告, 第1輯.
32. 鹿又 親. 1911. 韓國産櫻桃酒의 沈査中に 存在する 酵母菌について. 釀造試驗所 報告 32, 1-38.
33. 武田義人. 1934. 朝鮮産醱酵菌類의 研究 (第二報), 農藝化誌, 10, 281-317.
34. 김찬조. 1968. 탁주 양조에 관한 미생물학적 및 효소학적 연구, 농화학회지, 10, 69-100.
35. 김찬조. 1970. TTC-agar중층법에 의한 탁주 효모의 류별 및 그 소장에 관한 연구. 미생물학회지, 8, 69-76.
36. 신용두, 조덕현. 1970. 탁주발효에 있어서 발효미생물군의 변동에 대하여. 미생물학회지, 8, 53-64.
37. 小原巖. 1942. 朝鮮産곡子に關する研究(II), 糖化力の強い곡子の製造試驗. 釀造學雜誌, 20, 141-147.
38. 金俊彦, 李培咸. 1970. 韓國産 酵母의 分類學的 研究, 탁주에서 분리된 효모에 대하여, 미생물학회지, 8, 77-84.
39. 한용석, 이장용. 1963. 한국산 우량 곡자 및 효모의 아미노산 및 비타민에 관한 연구 (제2보), 국립공업연구소 보고, 10, 153-156.
40. 長西廣輔. 1929. 朝鮮産곡子の研究 (第1報), 釀造協會雜誌, 1, 30-32.
41. 정지훈. 1967. 원료를 달리하는 탁주숙성요증의 유기산 및 당류의 검색에 관한 연구. 농화학회지, 8, 39.
42. 이배함, 정정구. 1969. 막걸리 대체원료에 따른 고성능 발효균주 개발에 관한 연구. 기술연구소보, 2, 14.
43. 안병학, 권동진, 박종현, 김선주. 1998. 전통누룩과 전통주의 품질향상 및 산업화 기술 연구 보고서, (전통주 발효를 위한 효모 및 젖산균 응용연구) p. 217-249.
44. 朴容來. 1935. 朝鮮곡子細菌의 研究. 農藝化誌, 16, 849-860.
45. 전호섭. 1961. 한국 곡자중의 세균학적 연구. 성균관대 석사 학위 논문집, p. 292.
46. 송보현, 김정호, 최갑성. 1998. 전통누룩과 전통주의 품질향상 및 산업화기술연구 보고서(전통약용주 기능성 향상 및 산업화연구), p 515-635.
47. 윤중국, 채순남, 허남웅, 김현수, 유대식. 1999. 누룩 또는 밀기울 첨가식으로 성장시킨 흰쥐의 혈중 Cholesterol 및 간조직 유해 산소 대사효소 활성변동, 한국식품영양과학회지, 28, 212-217.