

## 한국 전통 누룩 미생물의 문헌적 고찰(1945년 이후를 중심으로)

- 총 설 -

유대식<sup>†</sup> · 김 정 · 김현수 · 현지숙 · 하현팔\* · 박문근\*\*

계명대학교 미생물학과

\*경주법주주식회사 기술연구소

\*\*경남대학교 생물학과

### Bibliographical Study on Microorganisms of Traditional Korean *Nuruk*(Since 1945)

Tae-Shick Yu<sup>†</sup>, Jung Kim, Hyun-Soo Kim, Ji-Suk Hyun,  
Hyun-Pal Ha\* and Moon-Geun Park\*\*

Dept. of Microbiology, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

\*Research Institute, KyongJu BeobJoo Co., LTD, Kyongju 780-460, Korea

\*\*Dept. of Biology, Kyung Nam University, Masan 630-701, Korea

#### Abstract

Literatures on microorganisms of traditional Korean *nuruk* published since 1945 were reviewed in this paper. Traditional Korean *nuruk* consists of raw barley and various grains. Traditional Korean *nuruk* consists of unboiled raw barley and various grains. They are ground to paste and moistened, and then naturally inoculated by airborne microorganisms. Therefore, many kinds of microorganisms such as fungi, yeast, and bacteria grow in *nuruk*. Since 1945, new 14 species of *Aspergillus* and 9 species of *Penicillium* have been identified from traditional Korean *nuruk*. Total number of fungal species identified so far is now up to 38 species among 12 different genus. Among newly isolated fungal species, *Aspergillus penicilloides* and *Penicillium expansum* showed not only high production rate of acid and amylase but also extreme stability of the enzyme at room temperature for 3 months. As examples of newly isolated yeast species, there are 5 species of *Candida*, 4 species of *Hansenula*, 1 species of *Pichia* and 1 species of *Schizosaccharomyces*. Total number of yeast species isolated so far is up to 18 species from different 8 genus. Newly isolated bacteria, were *Bacillus pumilus*, *Lactobacillus casei* and *Leuconostoc mesenteroides*.

**Key words:** microorganism of *nuruk*, *nuruk*

#### 서 론

한국의 전통적인 탁약주의 주효소제인 누룩(또한 곡자, 麴子)은 오랜 역사를 가졌지만 개량되지 않고 생소맥을 조분쇄하여 물과 혼합하여 일정한 크기로 성형하여 자연계에 존재하는 미생물의 자연 접종에 의한 자연 발효법으로 제조되고 있다. 이럴 경우 누룩에는 많은 종류의 사상균, 효모와 세균이 증식하여 누룩 중에 mycotoxin이 생성될 가능성을 생각하지 않을 수 없을 뿐 아니라, 병원성 세균이 오염될 수도 있어서, 미생물학적으로 위험성이 없고 위생적이며 당화력도 높고 주정

발효력이 강한 누룩의 제조가 시급하다. 누룩은 삼국 시대부터 전통주의 양조에 사용되었으며(1), 각 지방에 따라 다양한 누룩이 있었으며 제조자에 따라서도 여러 형태의 누룩들이 제조되고 있었다. 누룩은 사용목적에 따라 약주용 누룩, 탁주용 누룩과 소주용 누룩이 있으며, 누룩의 전분질 원료에 따라 소맥누룩(小麥麴), 쌀누룩(米麴), 수수로 제조한 고량누룩(高粱麴), 호밀로 제조한 연맥누룩(燕麥麴)(2) 등이 있다. 더욱이, 누룩은 원료의 분쇄 정도에 따라 밀을 곱게 분쇄한 분말로 만든 분곡(粉麴), 밀을 거칠게 분쇄한 분말로 만든 조곡(粗麴)과 밀을 분쇄하여 밀기울을 분리하여 밀가

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

루로 만든 백곡(白麩)이 있으며, 제조 시기에 따라 1~3월 사이의 봄에 제조한 춘곡(春麩), 4~6월 사이의 여름에 제조한 하곡(夏麩), 8~10월 사이의 가을에 제조한 절곡(節麩)과 11월에서 12월 사이의 겨울에 제조한 동곡(冬麩)이 있다.

누룩에 관한 문헌으로 정조 11년(1787년)에 간행한 『攷事十二集』의 『戊集 5.6』에 의하면 누룩제조법은 다음과 같이 기술되어 있다(3). 즉, 밀, 밀가루, 녹두즙과 여뀌즙을 섞어 반죽하여 이를 잘 디더 성형한 후 연잎, 창이잎에 꼭꼭 싸서 바람맞이 서늘한 곳에 매달았다가 10월에 갈무리 해둔다. 이들을 잘 디디기 위해서는 반죽을 되게 하여 꼭꼭 밟아야 한다. 이와같이 누룩제조는 곰팡이를 자연적으로 번식시키기 위하여 고온다습한 여름철을 이용하고 있어서 초복 후가 가장 좋으며 중복 후 말복전은 그 다음의 절기라 했다. 그리고 누룩제조 시 연잎이나 창이잎 등으로 싸서 두는 것은 이들에 부착된 야생효모를 이용하기 위한 수단이라 생각된다.

그리고 전통적인 재래누룩을 약간 개량된 형태인 곡자(麩子)는 “생소맥을 적당히 분쇄하여 20% 내외의 물을 넣어 1되 혹은 2되 정도의 크기로 원반형으로 성형하고, 30°C 전후의 국실에서 자연적으로 *Aspergillus*, *Rhizopus*와 *Absidia*라고 부르는 곰팡이를 번식시킨 것이다. 이를 국실에 넣어 12~13일간 두면 판매될 때까지 약 60일 정도의 일수가 필요로 한다” 라고 1939년 渡邊(4)에 의하여 제조법을 피력했다. 현재 시판되고 있는 누룩은 민가에서 소규모로 제조되고 있어서 제조자에 의한 누룩의 품질향상은 실제적으로 어려운 실정이다. 더욱이, 서구문명이 지배하고 있는 우리의 현실에서 학자들도 전통적이란 의미가 비과학적이고 비합리적이라는 사조가 팽배하여 전통적인 민족 고유의 문화를 백안시한 때도 있었다. 이런 지난 과거의 현실에서 전통적인 누룩에 관한 학문적 연구는 초보 단계를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 전통 주류의 과학화와 첨단화를 위한 한 단계로서 누룩을 체계적으로 연구할 필요성이 요구되고 있다.

이러한 시대적 요구에 부응하기 위한 첫단계로 1945년 이전까지 누룩으로부터 분리된 미생물의 종류와 곡자의 양조학적 기능에 대하여 고찰했다(5). 즉, 누룩사상균은 12속 50종이 분리·동정되었으며 *Aspergillus*와 *Rhizopus*속은 중요한 누룩당화균이며, 누룩 효모류는 8속 29종이 분리·동정되었으며 대표적 알코올 효모류는 *Saccharomyces cerevisiae*였다. 또한 누룩세균은 4속 16종이 분리되었으며 *Bacillus*속과 젖산세균이 많이 분리되었다. 전보는 1945년 이전 누룩 미생물에 관한 연구였다.

본 연구는 1945년 이후 누룩으로부터 새로 분리·동정된 미생물상과 누룩의 성분을 분석한 결과도 조사·정리했다.

## 누룩 사상균

1955년 한국 전통누룩으로부터 *Absidia*, *Rhizopus*, *Circinella*, *Actinomucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium* 및 *Botryotrichum*속의 7속 17종의 사상균이 분리, 동정되었다. 누룩 중의 사상균의 분포는 *Absidia* spp.가 전국 모든 지역에서 가장 높은 빈도로 분리되었고, *Asp. oryzae*, *Asp. candidus*와 *Rhi. cohnii*가 비교적 고른 분포를 나타냈다. 더욱이 *Penicillium* sp.와 *Mucor* sp., *Asp. foetidus*, *Botryotricum* sp.와 *Cladosporium* sp.가 분리되었으며(6), *Cladosporium* sp.는 누룩으로부터 처음 분리된 균주라 보고되었으나, 1929년 長西(7)에 의하여 *Cladosporium herbarum* 균종이 이미 분리 보고된 바 있는 사상균이었다.

한국산 곡자로부터 사상균을 분리한 균종은 *Rhizopus*속, *Mucor*속, *Asp. oryzae*, *Asp. niger*와 *Penicillium*속이었으며, 불완전 균류도 분리되었다. 그리고 생소맥 전분에 대한 각 분리균종의 당화작용은 *Rhizopus*속이 다른 균종에 비하여 강력하여 *Rhizopus*속이 곡자의 중요한 사상균이었으며, *Mucor*속도 *Rhizopus*속과 같이 곡자의 당화작용에 중요한 역할을 한다(8).

1968년 충남대학에서 제조한 누룩 중의 미생물균수는 누룩 1g당 *Asp. oryzae* group이  $240 \times 10^5$ , black *Aspergillus* group이  $163 \times 10^5$ , *Rhizopus* group이  $20 \times 10^5$ , *Penicillium* group이  $134 \times 10^5$ 이었다. 그리고 시판누룩 1g당 미생물균수는 *Asp. oryzae* group이  $836 \times 10^5$ , black *Aspergillus* group이  $268 \times 10^5$ , *Rhizopus* group이  $623 \times 10^5$ 이며 *Penicillia*는  $264 \times 10^5$ 이었다(Table 1)(9).

그 이후 약 20여년간은 누룩에 관한 연구가 거의 없었으며, 1990년 內村 등(10)은 한국산 누룩으로부터

Table 1. Microflora of nuruk in 1968(9)

Strain	S (Chungnam University Nuruk)	T (Nuruk on the traditional market)
<i>Aspergillus</i> group	$240 \times 10^5$	$836 \times 10^5$
Black <i>Aspergilli</i>	$163 \times 10^5$	$268 \times 10^5$
<i>Rhizopus</i>	$20 \times 10^5$	$623 \times 10^5$
<i>Penicillia</i>	$143 \times 10^5$	$264 \times 10^5$
Aerobic bacteria	$90 \sim 200 \times 10^5$	$50 \sim 90 \times 10^5$
Lactic acid bacteria	$0.3 \times 10^5$	$0.3 \times 10^5$
Yeast	$0.6 \times 10^5$	$1.4 \times 10^5$

*Absidia*속을 표적균으로 분리하여 *Absidia coryne-bifera*와 *Absidia ramosa*를 동정했다. 이 균은 15°C와 50°C에서는 생육하지 않고 40°C에서 생육하며 초산염을 자화하고 thiamine을 생육인자로 요구하는 생리적 특성을 나타냈다. Table 2에 나타난 바와 같이, 누룩 중에는 다량의 *Absidia*속 균주가 존재하며 *Aspergillus*와 *Rhizopus*도 다량 존재할 뿐 아니라 *Penicillium*도 분리되기도 했다(10). 밀기울에는 *Asp. oryzae*, *Rhi. japonicus*와 *Asp. niger* 등이 존재하고 누룩에서는 *Asp. oryzae*, *Rhi. japonicus*, *Asp. niger*, *Asp. kawachii*와 *Mucor*속 등이 존재하여(11) 누룩제조에서 자연접종되는 균주는 원료 소맥으로부터도 유래한다고 믿어진다.

특히 곡자의 microflora 중 사상균은 *Absidia spinosa*와 *Asp. parasiticus*였는데 이는 조선 곡자 중에 *Absidia*가 많다고 한 山崎(12)의 보고와 일치하는 것이며 일반적으로 당화력이 우수하다고 하는 *Rhizopus*나 곡자 중에 있을 것이라고 추측되는 *Mucor*와 *Penicillium*이 분리되지 않았다고 하나 이는 *Mucor*의 포자가 발아력이 매우 낮은 결과라 사료되며 *Penicillium*은 다른 연구자들에 의하여 여러종이 분리되고 있어서 실험상 차이점이라 사료된다. 곡자의 내부에는 *Mucor* group이 존재하며, 외부에는 *Rhizopus*, *Aspergillus* 및 *Mucor*순으로 존재하며 특히, *Aspergillus* group의 분포는 누룩내부와 외부 구별없이 현저히 적게 분리되며 *Rhizopus* 역시 내부에서는 극히 적게 분리된다(13). 그러나 *Aspergillus*가 적게 분리된다는 것은 누룩의 종류와 실험상의 차이점에 의한 것이 아닌가 사료된다.

김(14)은 누룩에서 *Asp. pulverulentus*, *Asp. niger*, *Asp. flavus*, *Asp. ochraceus*, *Asp. fumigatus*, *Asp. versicolor* 및 *Asp. sydowi*를 분리, 동정했다. *Asp. niger* group의 전분액화 및 당화형 효소의 활성에 따라 4 groups으로 분류했으며 제1군은 액화형 효소의 활성이 비

교적 강한 균주로서 *Asp. usamii*, *Asp. kawachii* 및 *Asp. foetidus* 등이 속하며, 제2군은 액화형 효소의 활성이 중등정도이고 당화형 효소의 활성이 비교적 강하거나 중등정도인 균주로서 *Asp. niger*, *Asp. awamori* 및 *Asp. pulverulentus* 등이 속하며, 제3군은 당화형 효소의 활성은 중등정도이고 액화형 효소의 활성이 약한 균주로서 *Asp. phoenicis*와 *Asp. carbonarius*가 이에 속하고, 제4군은 액화형 효소와 당화형 효소의 활성이 모두 약한 균주로서 *Asp. japonicus* 등이 속한다. 누룩 *Asp. niger*는 제2군에 속하며 누룩 *Asp. ochraceus*는 protease 활성이 특히 강했다.

1996년 시판 전통누룩 1g으로부터 분리한 사상균의 수는 포천누룩과 충무누룩의 경우  $3,600 \times 10^5$ 이었으며, 철원누룩과 상주누룩에서는  $1,800 \times 10^5$ 과  $1,500 \times 10^5$ 의 사상균이 분리되어 이들 누룩에 많은 사상균이 서식하고 있음을 알 수 있다. 그러나 춘천1, 대구, 경주1, 현풍2, 진주와 통영누룩에서는  $30 \times 10^5$ 이하의 사상균수를 나타내어 사상균 수가 비교적 적은 편이었다(Table 2)(15). 특히 시판 누룩으로부터 효소활성과 산생산성이 우수하고 향기성분 생산능이 우수한 유용 누룩 사상균, 10균주를 분리하여 *Asp. oryzae*와 *Asp. penicilloides*, *Pen. expansum*와 *Rhi. oryzae*로 동정했으며, 그들 중 *Asp. penicilloides* 12-1과 *Pen. expansum* 7-7은 전통누룩으로부터 분리되지 않은 미기록 누룩사상균이었다(16). 더욱이 1997년 한국 재래식 누룩으로부터 *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Geotrichum*, *Absidia*, *Mucor* 및 *Curvularia*속의 7속 25종의 사상균을 분리, 동정했다. 이와같이 누룩 중의 주요 곰팡이는 *Aspergillus*속과 *Rhizopus*속이며, *Aspergillus*속 균주가 가장 높은 빈도로 분리된다고 보고했다(17).

누룩 사상균인 *Asp. oryzae*의 포자를 100 ppm gibberellin용액에 3일간 담구어 두면 포자의 발아가 촉진

Table 2. Microflora of nuruk in 1996

Sample	Mold				Yeast	Bacteria
	<i>Absidia</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>		
Kwangju	$2.0 \times 10^6$	$2.0 \times 10^7$		$8.0 \times 10^3$	$3.0 \times 10^5$	$1.0 \times 10^8$
Namwon	$6.0 \times 10^7$		$4.0 \times 10^4$	$2.0 \times 10^4$	$2.0 \times 10^9$	
Bulkyo	$4.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10^7$	$1.2 \times 10^7$			$1.0 \times 10^8$
Changsung	$2.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10^6$	$4.0 \times 10^7$		$6.0 \times 10^{8*}$	$1.0 \times 10^6$
Taegu	$2.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10$	$4.0 \times 10^3$			$1.0 \times 10^4$
Sangju	$2.6 \times 10^6$	$2.0 \times 10$	$1.2 \times 10^6$		$1.0 \times 10^2$	$1.2 \times 10^7$
Kimchun	$6.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10^3$	$2.0 \times 10^5$		$2.0 \times 10^5$	$1.0 \times 10^8$
Chinju	$2.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10^4$	$2.0 \times 10^4$		$3.0 \times 10^{6*}$	
Jeachun	$2.0 \times 10^8$		$8.0 \times 10^4$	$8.0 \times 10^4$	$1.8 \times 10^5$	
Unknown	$2.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10^5$	$2.0 \times 10^7$		$2.0 \times 10^8$	

Number of colonies for nuruk (1g), \*Pseudomycelium or truemycelium

될 뿐 아니라 gibberellin에 의하여 누룩 사상균의 α-amylase와 β-amylase의 활성도 각각 92% 및 50%이 상 상승되었다(18).

이상의 결과를 종합하면 Table 3에 나타난 바와 같이, 1945년 이후 누룩으로부터 *Asp. flavus*, *Asp. penicilloides*, *Asp. usami*와 *Asp. kawachii* 등의 14종이 분리되었으며 *Pen. fellutanum*과 *Pen. citrinum* 등의 9종이 되어 합계 12속 38종의 사상균이 새로 분리, 동정되었으며, 1945년 이전에 분리된 사상균은 12속 59종(5)과 합하면 18속 97종의 누룩사상균이 분리, 동정되었다(Table 4).

**Table 3. Molds isolated from nuruk since 1945**

Mold	Reference
<i>Aspergillus clavatus</i>	19
<i>Aspergillus foetidus</i>	6
<i>Aspergillus flavus</i>	6, 14
<i>Aspergillus flavus columnaris</i>	6
<i>Aspergillus ochraceus</i>	14
<i>Aspergillus penicilloides</i>	16
<i>Aspergillus parasiticus</i>	21, 23
<i>Aspergillus pulverulentus</i>	21, 14
<i>Aspergillus sydowi</i>	21
<i>Aspergillus terreus</i>	6
<i>Aspergillus usami</i>	13
<i>Aspergillus kawachii</i>	13
<i>Aspergillus versicolor</i>	14
<i>Aspergillus wentii</i>	6
<i>Neurospora</i> sp.	21
<i>Rhizopus cohnii</i>	6
<i>Rhizopus oligosporus</i>	17
<i>Rhizopus nigricans</i>	17
<i>Mucor hiemalis</i>	20
<i>Penicillium expansum</i>	16
<i>Penicillium fellutanum</i>	16, 17
<i>Penicillium purpurogenum</i>	16
<i>Penicillium rugulosum</i>	17
<i>Penicillium citrinum</i>	17
<i>Penicillium spinulosum</i>	17
<i>Penicillium sclerotigenum</i>	17
<i>Penicillium glabrum</i>	17
<i>Penicillium granulatum</i>	17
<i>Actinomucor</i> sp.	6
<i>Absidia corymbifera</i>	6, 10
<i>Absidia ramosa</i>	6, 10
<i>Absidia spinosa</i>	20, 23
<i>Absidia gluaca</i>	20
<i>Memmoniella</i> sp.	21
<i>Cephalosporium</i> sp.	21
<i>Geotrichum candidum</i>	17
<i>Curvularia lunatus</i>	17
<i>Botryotrichum</i> spp.	6

**Table 4. Comparison of molds isolated from nuruk before and after 1945**

Genus	Species before 1945	Species after 1945
<i>Aspergillus</i>	11	14
<i>Rhizopus</i>	22	3
<i>Amylomyces</i>	2	
<i>Monascus</i>	4	
<i>Penicillium</i>	3	9
<i>Mucor</i>	9	1
<i>Absidia</i>	3	4
<i>Dermatium</i>	1	
<i>Thermoascus</i>	1	
<i>Cladosporium</i>	1	
<i>Verticillium</i>	1	
<i>Neurospora</i>		1
<i>Actinomucor</i>		1
<i>Memmoniella</i>		1
<i>Cephalosporium</i>		1
<i>Geotrichum</i>		1
<i>Curvularia</i>		1
<i>Botryotrichum</i>		1
Total	59 species in 12 Genus	38 species in 12 Genus

Table 4는 전보 총설(5)의 결과와 Table 3의 결과를 각 속으로 정리하고 각 속에서 분리된 종의 균수를 1945년 전후로 정리한 것이다. 1945년 이전과 이후에 분리된 누룩 사상균의 분리양상을 비교하면, *Aspergillus*속에서는 많은 종이 분리되고 있으며, *Mucor*속은 1945년 이전에는 분리되었으나, 1945년 이후는 거의 연구되고 있지 않다. 그리고 *Rhizopus*속은 1945년 이후에 단지 3종만 분리되고 *Penicillium*속이 상대적으로 많은 종이 분리되었다. 특히 최근에 누룩에 관한 연구가 활발히 진행되며, 누룩 사상균의 효소학적 특성과 양조학적 역할에 많은 연구자들이 흥미를 느끼는 것 같다.

**누룩효모**

누룩효모는 Table 1에 나타난 바와 같이, 충남대학에서 제조한 누룩 1g에  $0.6 \times 10^5$  cell과 시판누룩에서는  $1.4 \times 10^5$  cell의 효모가 분리되었다. 즉 제조누룩보다 시판누룩에서 효모의 균수가 약 2배 이상 많이 존재했다(9,22). 이들 효모를 TTC(2,3,5-triphenyltetrazolium chloride) 염색에 의한 그 정색도(呈色度)에 따라 분류한 결과, 직접 제조한 누룩 1g 중의 pink 효모는 전효모균수의 56.5%, red pink 효모는 16%, red 효모는 8%, white 효모는 19.5%이었으며, 시판누룩 중에는 pink 효모가 42%, red pink 효모가 21%, red 효모가 28%, white 효모가 9% 존재한다. 그리고 가장 많이 출현하는 TTC-

pink 효모는 *Sacch. cerevisiae*형이었고 red 효모는 *Hansenula subpelliculosa*형이었다(22). 그러나 탁주 술덧으로부터 분리한 *Sacch. coreanus*가 전연 분리되지 않은 이유를 김(9)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 들 수 있다” 라고 했다.

신과 조(23)는 1970년 시판 곡자로부터 *Candida melinii*, *Candida solani*와 *Hansenula anomala*를 분리했으며 곡자 중에 존재한 효모는 탁주 발효과정에서는 전혀 발견할 수 없었다. 따라서 곡자는 탁주 발효에 있어서 효모원으로서의 역할은 하지 못하는 것 같다. 또 곡자는 그 곡자 중의 microflora 양상으로 보아 amylase나 protease의 효소원으로 공급하여 주는데 큰 역할을 하는 것 같지도 않고 탁주에 있어서의 곡자의 주요 역할은 맛에 기여하는 것이라고 추정된다. 그러나 본인은 곡자가 탁주양조와 민속주에 있어서 당화작용과 발효과정의 양기능을 충분히 수행할 수 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(24)의 주장과 일치한다.

김과 이(25)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 ester 생성능력이 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 macedoniensis*, *Candida rugosa*와 *Hansenula anomala*, *Hansenula augusta*와 *Hansenula canadensis*를 동정했다(26).

특히, 곡자내에서 가장 높은 분포를 보이는 효모는 *Hansenula* group으로서 *Hansenula anomala*가 우점종이라고 할 수 있으며 탁주 발효능을 지배하는 *Saccharomyces* group의 분포는 높지 않았다. 그러나 이들 중 *Saccharomyces cerevisiae* group이 분리되었고 Hen-

neberg 배지에서  $\text{CaCO}_3$ 분해성이 강한 *Sacch. acidifaciens*가 쉽게 분리되었으며 이 효모는 탁주 술덧 중에서도 쉽게 분리되었다(13).  $\text{CaCO}_3$  분해성이란 *Dekkera*와 *Brettanomyces*속 효모는 초산을 많이 생성하므로 생육배지에 초산의 중화제로서  $\text{CaCO}_3$ 를 반드시 첨가해야 하는 것과 같이 *Sacch. acidifaciens*는 내산성 효모로서 다량의 유기산을 생성하므로 배지 중에  $\text{CaCO}_3$ 를 첨가함으로써 생육이 촉진됨을  $\text{CaCO}_3$  분해성이라 표기한 것이 아닌가 추측된다. 누룩 효모는 질소원으로 아미노산을 합성 배지 중에 첨가할 시 비타민을 첨가하지 않으면 증식하지 않았으며, 비타민류는 biotin이 첨가된 배지에서 증식이 매우 약했으며, 아미노산류는 cystine과 histidine이 질소원으로서 아미노산 이용을 저해하며 그 이외의 아미노산은 질소원으로 이용되었다. 무기질소원으로서 유안이 정상적인 효모증식을 유도했으며 아미노산을 질소원으로 이용할 시 비타민의 첨가가 필수적이다(29).

최근 丙村 등(10)에 의한 누룩 중의 *Absidia*속에 관한 연구 중, 대부분의 누룩에서 효모가 확인되었으며, 누룩 1g당  $1.0 \times 10^2$  효모균수에서  $6.0 \times 10^8$  효모균수까지 누룩의 산지에 따라 많은 효모 분포의 차이점을 나타냈다. 또한 최근 시판되는 경주1누룩, 포천누룩, 상주누룩과 보은누룩에서 각각  $20 \times 10^5$ ,  $18 \times 10^5$ 과  $649 \times 10^5$ 의 효모가 분리되었다. 그러나 실험에 사용한 16종의 누룩 중 12종의 누룩에서는 효모가 전혀 분리되지 않았다(15).

Table 5. Yeast isolated from nuruk since 1945

Yeast	Reference
<i>Saccharomyces acidifaciens</i>	27
<i>Saccharomyces jorgenseii</i>	35
<i>Saccharomyces elegans</i>	13
<i>Saccharomyces fructuum</i>	13
<i>Torulopsis sake</i>	13
<i>Schizosaccharomyces maldevorans</i>	13, 28
<i>Rhodotorula minuta</i>	13
<i>Endomycopsis capsularis</i>	13
<i>Candida krusei</i>	13
<i>Candida macedoniensis</i>	13
<i>Candida melinii</i>	23
<i>Candida rugosa</i>	13
<i>Candida solani</i>	23
<i>Hansenula anomala</i>	13, 23
<i>Hansenula subpelliculosa</i>	9, 22, 23, 28
<i>Hansenula canadensis</i>	13
<i>Hansenula augusta</i>	13
<i>Pichia delftensis</i>	13

이상의 결과를 종합하면, 1945년 이후 누룩으로부터 8속 18종의 효모가 새로 분리, 동정되었으며(Table 5), 1945년 이전에 분리된 효모는 8속 29종으로서 현재까지 분리, 동정된 누룩효모는 15속 47종에 이른다.

Table 6에 나타난 바와 같이, 1945년 전후의 누룩 효모를 분리한 결과에서 *Saccharomyces*속의 종이 많은 연구가 진행되었으며 1945년 이후에 전형적인 효모균들의 속이 분리되고 특히, 산(酸)피막성 효모인 *Candida*, *Hansenula*와 *Pichia*속 효모가 각각 5종, 4종, 1종이 분리, 동정되어 합계 8속 18종의 효모가 분리되었다.

누룩세균

누룩에 세균이 어느 정도 존재하는지를 확인하기 위하여 충남대학교에서 직접 제조한 누룩과 시판누룩으로부터 세균수를 검토했던 바, 충남대 제조누룩 1g 중에 호기성세균은  $9 \times 10^6 \sim 2 \times 10^7$ 이며 젖산균은  $3 \times 10^4$ 이 존재하며 시판누룩에는 호기성 세균이  $5 \times 10^6 \sim 9 \times 10^6$ 이며 젖산균은  $3 \times 10^4$ 세균이 존재한다. 그리고 충남대 제조누룩 중 호기성 세균은 80~90%가 *Bacillus subtilis* 또는 그의 유연균으로 확인되었으며 시판누룩 중의 젖산균은 70% 이상이 구상구균이었다(9).

1970년 곡자에서 분리, 동정된 세균은 젖산세균인 *Lactobacillus casei*, *Leuconostoc mesenteroides*와 호기성 세균인 *Bacillus subtilis* 및 *Bacillus pumilus*였다. 곡자 중에는 *Bacillus subtilis*가 전세균수의 90% 이상을 차지하고 있으며 *Bacillus pumilus*는 아주 낮은 빈도로 분리된다(23). 또한 곡자 중에는 *Micrococcus*

group이 많이 발생하나 탁주 발효과정에서는 소멸되고 호기성 세균인 *Bacillus*속과 *Aerobacter*속만이 나타났다(13).

최근 시판되는 누룩 중에 존재하는 세균은 실험에 사용된 모든 누룩에서 많은 양이 분리되었으며 시판 연기 누룩 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  $270 \times 10^5$ ,  $150 \times 10^5$ 과  $144 \times 10^5$ 이었다(15).

병원성 세균인 *Shigella dysenteriae* 및 *Escherichia coli*는 탁주의 숙성과정 중에서 각각 두시간 및 14시간 생존 가능하고 제성주(製成酒)에서는 50~60시간 생존하나 *Vibrio cholerae* 및 *Vibrio parahaemolyticus*는 한 시간 이내 사멸된다. 특히 누룩으로부터 *E. coli*를 분리하고자 많은 연구자에 의하여 수행되었으나, 전혀 분리되지 않아서(30) 누룩의 자연접종법에 의한 제조법으로 다양한 미생물이 존재하여 병원성의 위험성은 전혀 없다고 할 수 있다.

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

1945년 이후 누룩으로부터 *Bacillus pumilus*, *Lactobacillus casei*와 *Leuconostoc mesenteroides*의 3속, 3종이 분리·동정되었으며(Table 7), 현재까지 누룩으로부터 분리된 세균은 6속 19종이다.

곡자의 일반성분

1929년 長西(7)가 한국 전지역에서 수집된 곡자 중의 성분 함량을 조사한 바, 전분이 71~80%였으며, 조곡자는 64~71%였으며 수분은 13.1~16.8%였다. 그리고 1963년 김과 이(25)에 의하면 수분 함량이 13.7~14.2%였으며 총당은 52.8~57.8%였으며 환원당은 1.0~1.3%이며 총산은 0.41~0.46%였다(Table 8)(32). 이상의 두 분석 결과에서 많은 성분 함량의 차이점을 나타내는 것은 제조방법, 곡자원료와 곡자의 건조상태의 차이에

Table 6. Comparison of yeast isolated from *nuruk* before and after 1945

	Species before 1945	Species after 1945
<i>Saccharomyces</i>	16	
<i>Torula</i>	2	
<i>Mycoderma</i>	2	
<i>Willia</i>	2	
<i>Monilia</i>	2	4
<i>Sachsia</i>	1	
<i>Endomyces</i>	3	
<i>Oidium</i>	1	
<i>Torulopsis</i>		1
<i>Schizosaccharomyces</i>		1
<i>Rhodotorula</i>		1
<i>Endomycopsis</i>		1
<i>Candida</i>		5
<i>Hansenula</i>		4
<i>Pichia</i>		1
Total	29 species in 8 Genus	18 species in 8 Genus

Table 7. Bacteria isolated from *nuruk* since 1945

Bacteria	Reference
<i>Bacillus pumilus</i>	23
<i>Lactobacillus casei</i>	23
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	23

**Table 8. The approximate chemical composition of *nuruk*** (%)

	Total sugar	Reducing sugar	Total acid	Volatile acid	Water content
Rice <i>koji</i> (mold rice)	82.5	3.4	1.73	0.01	12.0~28.3
<i>Nuruk</i> (Okchun)	52.8	1.3	0.46	-	13.7
<i>Nuruk</i> (kumsan)	57.8	1.0	0.41	0.06	14.2

의한 결과라 사료된다.

현재 전국적으로 시판되는 누룩의 형태는 일반적으로 16~17cm의 직경에 4~5cm의 두께와 600~700g의 무게를 가지는 원반형이었으며 경상북도 현풍군과 고령군에서는 사각형의 누룩도 시판되고 있었다. 특이한 시판누룩은 충청남도 연기군에서는 국화잎이 혼합된 누룩과 많은 양의 썩을 혼합한 통영산 한약재 누룩 등도 시판되고 있었다(31).

누룩은 생전분으로 제조하므로 곡자 중에는 많은 종류의 당류가 존재할 수 있으며 xylose, glucose, fructose, kojibiose, maltose, isomaltose, isomaltotriose 및 pentose 등이 존재하며 fructose와 glucose는 거의 같은 양이 존재하며(32), 쌀국(米麴)에서는 glucose, isomaltose, kojibiose 및 sakebiose가 검출되기도 했다(31).

누룩 중의 아미노산 조성을 조사한 바에 의하면(28), leucine, valine, arginine, lysine, glutamic acid, alanine, histidine, tyrosine, phenylalanine, tryptophan, proline, aspartic acid, cystine, serine, threonine, methionine, hydroxyproline 등 17종의 아미노산이 검출되었으며, 종류를 확인할 수 없는 아미노산 2종이 발견되어 최소

한 19종 이상의 아미노산이 존재한다(Table 9)(26). 특히, 소맥분 중에 10종의 아미노산이 존재하지만 소맥분으로 막걸리를 제조하면 막걸리 중에 22~23종의 아미노산이 검출되어 발효과정 중에 10~12종류의 아미노산이 생성된다(33).

1960년대 초기의 우리나라 누룩 중 전분분해력이 강한 대구산 누룩은 전분분해력이 약한 누룩보다 아미노산 함량이 높았으며, 단백질 분해력이 강한 통영 및 삼천포산 누룩이 단백질 분해력이 비교적 약한 의성산 누룩보다 lysine, valine, tryptophan과 serine 등이 많이 함유하고 있었다(26).

최근 개량누룩과 재래누룩으로 양조한 술덧 중의 아미노산 조성을 조사한 바, 누룩 중에는 존재하지 않는 아미노산인 glycine과 isoleucine이 검출되기도 했다(34).

유기산은 주류의 맛에 커다란 영향을 미치는 중요한 성분의 하나이며 또 산성도를 조정하는 역할을 하고 있는데 시판 막걸리와 입국, 누룩 및 분국 중의 유기산 함량은 Table 10(36)과 같다. 즉, 누룩 및 분국 중에는 lactic, oxalic, malonic, fumaric, succinic, maleic, malic, citric acids가 존재하며(32,35,36), 입국에서는 누룩 중에 존

**Table 9. Amounts of amino acid in *nuruk***

Amino acid	Kyujunju	Tonghyung	Samchunpo	Andong	Uiseong	Taegu	Okchun	Other
leucine	+++ <sup>1)</sup>	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++
valine	++	++	++	++	+	++	++	+
arginine	+	++	+	+	+	+++	++	++
lysine	++	++	+	+	-	++	+	+
glutamic acid	++++	+++	+++	+++	++	++++	+++	++
alanine	++	+	+	+	+	++	+	++
histidine	+	+	++	+	+	+	+	++
tyrosine	++	++	+	+	+	++	++	+
phenylalanine	++	++	+++	++	++	++	+	+
tryptophan	+	++	++	+	-	+	+	+
proline	++	+++	+	++	++	++	+	-
aspartic acid	+++	+++	++++	+++	+++	++	++	++
cystine	-	++	++	+	++	+	+	-
serine	++	++	++	++	+	+++	++	++
threonine	+	+	+	++	+	++	+	+
methionine	++	+	-	+	-	+	+	+
hydroxyproline	+	-	-	+	-	+	-	+
unknown A	-	+	++	-	+	+	-	-
unknown B	+	-	-	+	-	++	+	-

<sup>1)</sup>Showed as color intensity

-: Non-color, +: Weak color, ++: Moderate color, +++: Strong color, ++++: More strong color

Table 10. Amounts of organic acid in *takju*, *ipkuk*, *nuruk* and *bunkuk*

(unit: mg%)

Sample		Lactic	Oxalic	Malonic	Fumaric	Succinic	Maleic	Malic	Citric
<i>Takju</i>	1	45.24	0.22	0.20	0.12	12.79	0.54	0.83	0.96
<i>Takju</i>	2	27.18	trace	0.06	0.08	20.21	0.26	1.06	0.73
<i>Takju</i>	3	18.40	0.12	0.06	0.08	15.66	0.14	5.28	1.84
<i>Takju</i>	4	14.62	trace	0.06	trace	16.44	0.30	7.24	2.02
<i>Takju</i>	5	89.78	trace	0.50	trace	16.92	0.43	0.71	0.70
<i>Takju</i>	6	30.27	0.17	0.13	0.13	12.81	0.18	0.38	10.80
<i>Takju</i>	7	trace	trace	- <sup>1)</sup>	1.07	16.12	-	trace	0.22
<i>Ipuk</i>		trace	trace	-	0.35	2.75	-	1.60	156.89
<i>Nuruk</i>		40.71	7.11	0.97	3.04	7.13	0.19	47.71	36.64
<i>Bunkuk</i>	1	25.71	25.28	0.29	trace	15.15	trace	3.01	200.19
<i>Bunkuk</i>	2	10.89	12.45	0.56	3.65	9.23	trace	49.87	91.17

<sup>1)</sup>-, not detected

재하던 malonic acid와 maleic acid가 존재하지 않으며 lactic, oxalic, fumaric, succinic, malic 및 citric acids만 검출되었다. 특히 fumaric acid가 현저히 많은 양이 함유되어 있었다. 밀가루를 원료로 하여 만든 탁주 중에 들어있는 유기산 중 가장 중요하고 대표적인 산(酸)이라고 할 수 있는 산은 succinic acid로서 12~16mg% (w/v) 함유되어 있고, 입국의 총산(總酸)중 citric acid가 97% 이상이나 함유되어 157mg%가 함유되어 있었다(32,36).

### 누룩의 효소 활성

전통 누룩의 효소학적 연구와 개량 곡자의 효소학적 연구는 거의 이루어지지 않고 있으며, 곡자의 우량의 판별이나 곡자 중에 존재하는 효소의 유용화(有用化)를 위한 연구도 아직 미비한 상태라 하겠다.

곡자 중에는 여러 종류의 미생물이 존재하며 이들 미생물이 분비하는 당화효소 역시, 균중에 따라 효소학적 성질이 다를 것이다. 또 곡자의 원료 자신이 가지는 당화효소의 성질에도 관계되는 바, 당화 최적온도 및 최적 pH도 단일균중에 대하여 행한 바와 같은 시험결과를 도출하기는 매우 곤란하다.

곡자로부터 순수분리한 *Rhizopus* R-1과 R-2 사상균의 당화력의 최적 pH는 곡자의 당화력 최적 pH와 유사한 pH 4.0 부근이다. 분리 균주의 당화력은 *Rhizopus*속이 다른 속 균주보다 강력하여 곡자의 효소원으로서 기능은 *Rhizopus*속과 *Mucor*속의 당화력에 기인한다고 한다(37). 또한 누룩의 중요한 역할은 탁약주 양조에 필요한 amylase와 protease를 제공하는 것이며 실험에 사용한 누룩에서는 세균성 amylase가 거의 없었으며, 곰팡이성 amylase로서 *Aspergillus*와 *Rhizopus*의 amylase가 주된 효소원이었다(9).

김(9)이 제조한 누룩(S)과 시판누룩(T)의 사상균 수

는 제조누룩이 월등히 많았으나, amylase 역가에서 당화형 효소는 시판누룩이 제조누룩보다 3배 정도 높아서 34.92 AU(효소반응 전후의 포도당량의 차이)였으며, 액화형 효소는 제조누룩이 시판누룩보다 약 9배 이상 높아서 256 WV(Wohlgemuth value)였다. Protease 활성에 있어서는 제조누룩의 acid-protease가 181 CFU(casein formol unit)이며 alkaline-protease는 240 CFU로서 alkaline-protease의 활성이 훨씬 높았다. 그리고 시판 누룩의 acid protease가 138 CFU이며 alkaline-protease는 31 CFU로서 오히려 acid-protease가 다소 강함을 보여 protease 활성도 누룩 중의 미생물의 종류와 누룩의 제조, 관리 등에 따라 효소 활성의 차이가 많이 나타났다. 또한 이(38)는 탁약주 공장에서 직접 사용하고 있는 *Asp. kawachii*로 제조한 소맥분 백곡(小麥粉白麴)과 *Asp. oryzae*로 제조한 백미황곡(白米黃麴), 1960년대 각 지방에서 시판하는 곡자와 효소제로 시판하는 분곡(粉麴) 중의 효소역가를 다각적으로 분석했다. 즉, 소맥분 백곡의 수분은 평균 9.72%이고, 전분가는 68.6%, 호정화력은 27 WV(20~30), 당화력은 평균 195 SP(120~230)였으며, 백미황곡은 수분이 평균 24.3%(21~28%), 전분가가 평균 67.5%, 호정화력은 54WV(50~60), 당화력은 평균 226 SP(220~230)이었다. 곡자에 있어서는 수분이 11.5%(10~12), 전분가가 65.4%(57.0~62.1), 호정화력이 43 WV(25~66), 당화력의 평균값은 421 SP(~860)이었다. 분곡(粉麴) 또는 부곡(麩麴)류는 평균 수분이 6.4%이며 *Asp. oryzae*, *Asp. awamori* 및 *Rhizopus* 등의 단일 균주 사용곡의 수분 함량보다 *Asp. awamori*와 *Asp. usami*의 두 균주의 혼합 사용곡의 수분 함량이 9.6%로서 높은 값을 나타냈다. 전분가는 평균 31.4%이고, 두 균주 사용구가 28.3%에 비하여 단일 균주 사용구는 31.4~34.1%로서 다소 전분가가 높았으며, 호정화력은 평균 284 WV이나, 생부



(生麩)에서는 60 WV의 최저값을 보였고, 증부(蒸麩)는 250 WV이고, *Asp. awamori*는 180 WV의 성적으로 증자하지 않은 것보다 증자한 것이 양호했으며 *Asp. oryzae*가 가장 양호했다. 당화력은 증자하지 않은 국과 증자(蒸煮)한 국과의 차이가 없었으며, *Asp. oryzae*로 제조한 국의 당화력은 1,200~1,300 SP로 최고값을 나타냈으며, 그 밖의 것은 580~700 SP정도였다.

당화력에 있어서는 분곡>곡자>황곡>백곡의 순이고 액화력에 있어서는 분곡>황곡>곡자>백곡의 순이었으며 전분가는 백곡>황곡>곡자>분곡의 순이며, 백곡에 비하여 분곡의 전분가는 1/2밖에 안된다. 수분은 황곡>곡자>백곡>분곡의 순이다(Table 11).

탁·약주 제조에 있어서 국 및 곡자 등의 혼용 담금 시험을 행한 결과, 곡자는 호정화력(60)과 당화력(1,300)이 강하므로 곡자와 국류를 혼용 사용하면 효율적으로 전통 탁·약주를 양조할 수 있다. 전통 곡자를 탁·약주 발효의 효소원으로 사용할 시 첨가 비율은 원료당 20%가 가장 적당하며 소맥분국은 25%가 적당했다. 소맥분국의 단독 사용으로 탁·약주를 양조하면 산의 생성이 너무 많기 때문에(산도 3.3) 단독 사용은 부적당하며 *Asp. usamii*와 *Rhizopus* 균주로 각각 제조한 효소제의 사용은 산의 생성이 너무 낮아 두 효소제의 혼합 사용이 바람직했다. 이상의 결과로부터 탁·약주 제조에 있어서 산도는 낮을수록 양호하며, 아미노산도는 높을수록 양호하다. 그리고 호정화력과 당화력은 강할수록 양호하며 발효력도 높을수록 양호하다. 이상의 조건을 만족시켜주는 효소제가 없기 때문에 곡자와 효소제(분곡)의 혼합 사용이 양자의 장점만을 최대한 충족시킬 수 있다고 했다(38).

1967년 시판되고 있는 곡자중 액화력이 가장 높은 곡자는 옥천 곡자로서 66 WV였으며 다음이 마산 곡자로서 60 WV였다. 그리고 당화력이 가장 높은 곡자는 역시 옥천 곡자로서 486 SP였으며 다음은 마산 곡자로서 600 SP였다. 그러나 액화력과 당화력이 가장 낮은 곡자는 포항 곡자와 원주 곡자였으며 25 WV였으며 당화력이 가장 낮은 곡자는 원주 곡자, 포항 곡자와 대구 곡자로서 각각 170 SP였다(38). 전국 곡자는 생산지에 따라 많은 차이점을 나타냈으며 옥천과 마산 곡자가 양호했

으며, 원주, 포항과 대구 곡자가 효소학적 측면에서 가장 불량했다.

주정생산에 쓰이는 당화효소의 생산수율을 높이기 위하여 밀기울 배지에 전분함량과 유안 및 casein의 비율을 달리하여 *Asp. oryzae*, *Asp. kawachii*, *Asp. usamii* 및 *Rhi. javanicus* 등 4 균주에 대한 액화 및 당화효소의 생산성을 비교 실험하였다(39). 이 결과에 의하여, *Asp. oryzae*는 다른 실험균주보다  $\alpha$ -amylase의 역가가 높았고, 전분 47% 함유 밀기울 배지에 6%의 casein을 첨가했을 때 효소수율이 높았으며 *Rhi. javanicus*는 전분 51%에 유안과 casein을 2% 첨가한 배지에서  $\beta$ -amylase의 역가가 757 units로서 가장 높았다. *Asp. usamii*는  $\alpha$ -amylase 및  $\beta$ -amylase의 두 효소가 평균적으로 우수했으며,  $\alpha$ -amylase는 전분 47%의 밀기울배지에 다른 첨가물 없이 배양했을 때 694 units이며,  $\beta$ -amylase는 435 units로서 가장 수율이 좋았다.

그리고 흑국균의 배양에 있어서 생성되는 amylase의 당화작용과 당화작용으로 생성되는 당을 기질로 하여 구연산 발효가 함께 진행되며 발효산물 중에는 상당량의 amylase가 축적된다. 분리된 국균 중에서 유기산 생성능이 우수한 *Asp. usamii* var *shirousamii* U<sub>2</sub> 균주를 사용하여 국식 배양에 있어서 유기산과 amylase의 생산 조건을 비교 검토한 결과, 생산 최적 조건에 차이점이 발견된다. 당화효소는 밀가루 및 밀기울 배지의 경우, 각각 35°C에서 3일간과 35°C에서 2일간 배양할 때에 최고의 역가를 나타냈다(40).

액체국 제조시 이종균주(異種菌株)를 혼합배양하여 더욱 역가가 높은 국을 제조하고자 누룩 사상균인 *Asp. awamori* var. *fumens*, *Asp. niger*와 *Asp. usamii*를 사용하여 균이식방법에 따른 효소역가의 변화 등을 연구했다. 이종균주의 혼합배양은 포자부유액 1cc를 200cc 배지에 접종하여 진탕배양했다. 대조구로서 단일균의 이식구에서는 균을 접종하여 24시간 진탕배양한 후, 2차 접종에 같은 균을 접종했으며 이종균의 동시 접종구는 대조구 배양과 같이 하여 2차 접종시 이종균을 24시간 배양 전후에 같은 양을 접종했다. 이종균 전후 이식구는 균을 접종한 후 2차 접종시 다른 균을 접종하여 48시간 진탕 배양하여 액체국을 제조하여 액체국의 효소

Table 11. Enzymic activity of *baikkuk*, *hwangkuk* and *kookja*

Sample	Saccharifying activity (SP)	Liquifying activity (WV)	Starch value(%)	Water content(%)
<i>Baikkuk</i>	195	27	68.6	9.7
<i>Hwangkuk</i>	226	54	67.5	24.3
<i>Kookja</i>	421	43	59.6	11.5
<i>Bunkuk</i>	791	284	31.4	6.4

역가를 측정했다. 액체균 제조시 국균의 이식방법을 달리했을 때의 효소활성을 검토한 결과, 전분 액화력에 있어서는 사용 균주 중 가장 역가가 높은 *Asp. awamori*의 0.07에 비해 *Asp. awamori*를 이식하여 24시간 28°C에서 충분히 배양한 후, *Asp. niger*를 이식하여 48시간 진탕 배양한 구에서 상당한 역가의 상승을 보여 주었고, 전분 당화력에 있어서도 사용 균주 중 가장 역가가 높은 *Asp. niger*보다 *Asp. usarii*를 이식하여 24시간 28°C에서 충분히 배양 후 다시 *Asp. niger*를 2차 이식하여 제국한 국에서 42%의 상승율을 보여 주었다(41).

그리고 최근 김 등(15,31)은 1996년 전국 각 지역으로부터 시판 민간 제조 누룩 16점의 액화력과 당화력을 비교한 결과, 액화력이 우수한 누룩은 8점으로 특히, 연기, 경주1, 현풍1, 2, 고령, 진주와 통영누룩이며 누룩 1g 당 1,000 units[U/ml=12.75(T<sub>30min</sub>-T<sub>0min</sub>)/30min] 이상을 나타내어 액화력으로는 양호한 누룩이었다. 당화력이 우수한 누룩은 8점으로 경주1, 포천과 현풍2누룩이며 누룩 1g당 450 units[U/g=glucose(mg)×60/20(min)×100/10(dilution ratio)] 이상의 당화력을 나타내어 당화력 측면으로 매우 양호한 누룩으로 평가되었으며, 고령, 춘천2, 연기, 충무와 통영누룩은 누룩 1g당 130 units 이상으로 비교적 양호한 누룩으로 평가되었다.

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 효소활

성을 나타내었다.

그러나, 액화력이 낮은 시판누룩은 춘천1누룩과 상주산 누룩이었으며 누룩 1g당 400 units 이하의 효소활성을 나타내었다. 보은, 현풍1, 대구, 춘천1누룩과 철원 누룩이 낮은 당화력을 보였는데 누룩 1g당 80 units 이하의 효소활성을 나타내었다(Table 12)(15).

최근 전통 탁·약주의 품질개선 및 주질의 균일화와 고급화를 위하여 전통 누룩에서 당화 효소력과 내산성이 강한 *Rhizopus*와 *Aspergillus* 균주를 분리 선별하여 배양된 종균을 생분쇄물에 접종한 후, 가락 누룩 형태로 누룩제조기 내에서 발효시킨 다음, 건조하여 일정기간 숙성시켜 품질이 우수한 개량누룩을 제조하기도 했다. 개량누룩으로 전통 탁·약주를 양조하여 주류의 품질을 분석한 결과, 시판 재래누룩으로 양조한 술보다 개량누룩으로 양조한 탁주와 약주 모두 주질과 색깔이 우수했다(34).

이상의 결과로 시판누룩은 매우 다양한 효소활성을 나타내었으며, 액화력과 당화력이 비교적 낮은 누룩이 많이 시판되고 있음을 알 수 있었다. 그러나 경주1누룩과 현풍누룩은 액화력과 당화력이 비교적 높으므로 농가 혹은 민가에서 농주 제조에 효소 보조제를 사용하지 않고도 당화제의 역할을 충분히 담당할 수 있다고 사료되었다. 그리고 액화력과 당화력이 비교적 높은 포천누룩은 사상균과 세균이 많이 존재하므로 사상균에 의한 효소활성 뿐만 아니라 세균 유래의 효소 활성의 관여가 강하게 시사된다.

Table 2에 나타난 바와 같이, 시판누룩에 세균의 존재가 비교적 높으며 효소 활성이 높은 것과 관련해 전통누룩의 효소 활성의 유래를 규명할 필요가 있을 뿐 아니라 세균성 효소의 양조학적 역할에 대해서도 계속 연구되어야 할 과제라 사료된다.

## 요 약

한국 전통누룩은 생전분질을 조분쇄하여 물과 혼합하여 일정한 크기로 성형하여 자연계에 존재하는 미생물의 자연접종에 의하여 제조된 효소제이다. 1945년 이후 누룩으로부터 *Aspergillus*속의 14종과 *Penicillium*속의 9종이 새로 분리·동정되어 합계 12속 38종이 분리되었다. 누룩으로부터 새로 분리된 *Aspergillus penicilloides*와 *Penicillium expansum*은 생전분 소맥분 배지에서 산(酸) 생성능이 높을 뿐 아니라, amylase 활성이 높고 효소의 안정성도 3개월간 매우 안정한 누룩 사상균이었다. 누룩효모는 1945년 이전에는 분리되지 않았던 *Candida*속의 5종, *Hansenula*속의 4종, *Pichia*

Table 12. Amylase activity of traditional Korean *nuruk*

Sample	Amylase activity	
	DU <sup>1)</sup> (units/g)	SP <sup>2)</sup> (units/g)
Chŏlwŏn	610	81
P'ochŏn	800	480
Ch'unchŏn 1	375	78
Ch'unchŏn 2	617	132
Yong(i)(Ch'ung nam)	1,960	129
Taegu	885	81
Kyŏngju 1	1,095	750
Kyŏngju 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

와 *Schizosaccharomyces*속의 각 1종이 새로 분리·동정되어 합계 8속 18종의 누룩효모가 분리되었다. 더욱이, 누룩세균은 *Bacillus pumilus*, *Lactobacillus casei*와 *Leuconostoc mensenteroides*의 3속 3종이 분리·동정되었다.

### 감사의 글

본 총설은 1997년도 과학 기술처 선도 기술개발 과제 연구비 지원과 계명대학교 연구 교원기간 중에 수행된 결과의 일부이며, 이에 깊이 감사드립니다.

### 문헌

1. 장지현 : 우리나라 술의 역사. 한국식문화학회지, 4, 271 (1989)
2. A·S 生 : 燕麥黑麴. 朝鮮酒造協會雜誌, 1, 52(1929)
3. 김성미 : 「攷事十二集」의 조리 가공에 관한 분석적 연구 (1). 동아시아식생활학회지, 3, 1(1993)
4. 渡邊八郎 : 朝鮮의釀造業. 釀造論文集(日本釀友會發行), 6, 151(1939)
5. 유대식, 김현수, 홍진, 하현팔, 김태영, 윤인화 : 누룩미생물의 문헌적 고찰 (1945년 이전을 중심으로). 한국영양식량학회지, 25, 170(1996)
6. 박정웅, 이계호, 이찬용 : 한국 전통누룩에 존재하는 사상균의 분리 동정 및 amyolytic 효소 활성. 산업미생물학회지, 23, 737(1995)
7. 長西廣輔 : 朝鮮産 麴子の 研究 (第1報). 釀造學雜誌, 6, 717(1929)
8. 이두영 : 한국 곡자의 발효생산력에 관한 연구(제1보), 곡자중 함유 사상균의 분리와 그 성장. 미생물학회지, 5, 51(1967)
9. 김찬조 : 탁주 양조에 관한 미생물학적 및 효소학적 연구. 농화학회지, 10, 69(1968)
10. 內村 泰, 高木重樹, 渡邊澄二, 小崎道雄 : 韓國産 麴子ノルク中の *Absidia*屬 について. 釀造協會誌, 85, 888 (1990)
11. 정기택, 유대식 : 고구마 잔분질 원료를 이용한 주류 제조에 관한 연구. 미생물학회지, 9, 103(1971)
12. 山崎百治 : 東方(大東亞)産の 麴類(III), 第3編 朝鮮産麴類. 日本釀酵工學會誌, 39, 167(1961)
13. 이주식, 이태우 : 탁주의 microflora에 관한 연구. 미생물학회지, 8, 116(1970)
14. 김상재 : 한국산 *Aspergilli*에 관한 분류학적 연구. 미생물학회지, 9, 1(1971)
15. 김현수, 현지숙, 김정, 하현팔, 유대식 : 시판 전통누룩의 일반적 특성. 계명대 기초과학 연구논집, 15, 235(1996)
16. 김현수, 현지숙, 김정, 하현팔, 유대식 : 한국 전통누룩에서 분리한 유용 곰팡이의 효소학적 특성 및 동정. 산업미생물학회지, 26, 투고중(1998)
17. 조갑연, 이철우 : 한국 재래식 누룩중의 곰팡이의 분리 및 동정. 한국식품영양과학회지, 26, 759(1997)
18. 정기택, 유대식 : *Aspergillus oryzae*의 alpha 및 beta-

- amylase 활성에 미치는 gibberellin의 영향에 관한 연구. 미생물학회지, 6, 68(1968)
19. 이배합 : 우리나라 발효제에서 분리된 미생물의 분리 및 생리학적 연구. 양조시험소보, 1, 39(1968)
20. 유기원, 성창근, 이상선, 유진영 : 한국 전통 식품의 원료인 메주와 누룩에서 분리된 접합균에 대한 연구. 한국균학회지, 24, 280(1996)
21. 최숙희 : 한국곡자중의 징균학적 연구. 성균관대 석사학위 논문집, p. 234(1961)
22. 김찬조 : TTC-agar 중층법에 의한 탁주 효모의 류별 및 그 소장에 관한 연구. 미생물학회지, 8, 69(1970)
23. 신용두, 조덕현 : 탁주발효에 있어서 발효미생물군의 변동에 대하여. 미생물학회지, 8, 53(1970)
24. 小原巖 : 朝鮮産麴子に關する研究(II), 糖化力の強い麴子の製造試驗. 釀造學雜誌, 20, 141(1942)
25. 김준언, 이배합 : 한국산 효모의 분류학적 연구, 탁주에서 분리된 효모에 대하여. 미생물학회지, 8, 77(1970)
26. 한용석, 이기중 : 한국산 우량 곡자 및 효모 중의 아미노산에 관하여(제1보). 중앙공업연구소 보고, 10, 119(1960)
27. 이계호 : 한국 약주 탁주의 품질 특성과 기술. 생물산업, 7, 36(1994)
28. 이배합, 정정구 : 막걸리 대체원료에 따른 고성능 발효균주 개발에 관한 연구. 기술연구소보, 2, 14(1969)
29. 한용석, 이장용 : 한국산 우량 곡자 및 효모의 아미노산 및 비타민에 관한 연구(제2보). 국립공업연구소 보고, 10, 153(1963)
30. 김호섭 : 한국 곡자 중의 세균학적 연구. 성균관대 석사학위 논문집, p. 292(1961)
31. 김현수, 현지숙, 김정, 하현팔, 유대식 : 한국 전통누룩에서 분리한 유용 곰팡이의 특성. 한국식품영양과학회지, 26, 767(1997)
32. 김찬조 : 탁주 양조 중 유기산 및 당류의 소장에 관한 연구. 농화학회지, 4, 33(1963)
33. 홍순우, 하영철, 윤권상 : 막걸리의 성분과 그 보존성에 관한 연구(제1보), 막걸리 중의 아미노산에 관한 연구. 국제청 기술연구소보, 2, 46(1969)
34. 김태영, 윤인화 : 개량누룩을 이용한 전통주의 품질특성. 동아시아식생활학회지, 7, 399(1997)
35. 정지훈 : 원료를 달리하는 탁주숙성효 중의 유기산 및 당류의 검색에 관한 연구. 농화학회지, 8, 39(1967)
36. 조덕현, 신용두 : Gas chromatography에 의한 한국산 주류 중의 유기산 검색. 기술연구소보, 2, 1(1969)
37. 이두영 : 한국 곡자의 발효생산력에 관한연구(제2보), 중자 소맥을 재료로 한 곡자의 제조에 대하여. 미생물학회지, 7, 41(1969)
38. 이성범 : 탁약주류 제조에 있어서의 효소원 및 그의 효율적 첨가방법에 관한 연구. 미생물학회지, 5, 43(1967)
39. 이성동, 유영홍 : 주정발효용 효소제 배양 제조조건이 amylase활성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 5, 224 (1973)
40. 윤복현, 박운신, 이석건 : *Aspergillus usarii shirousamii* U<sub>2</sub> 균의 국실배양에 의한 유기산 및 당화효소 생성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 7, 238(1975)
41. 정기택, 유대식 : 액체균 제조에 관한 연구, 이중(異種)균주의 혼합배양시 국균의 이식방법에 관하여. 경북대학교 논문집(자연과학편), 12, 44(1968)