

- 총 설 -

누룩 미생물의 문헌적 고찰 (1945년 이전을 중심으로)

유대식[†] · 김현수 · 홍진* · 하현팔* · 김태영** · 윤인화**

계명대학교 미생물학과

*경주 법주 주식회사

**농촌진흥청 작물시험장

Bibliographical Study on Microorganisms of *Nuruk* (Until 1945)

Tae-Shick Yu[†], Hyun-Soo Kim, Jin Hong*, Hyun-Pal Ha*, Tae-Young Kim** and In-Wha Yoon**

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

*Research Institute, Kyong Ju Beob Joo Co., LTD, Kyongju 780-460, Korea

**Crop Experiment Station, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

Abstract

Microorganisms are used beneficially in the food industry. Many different microorganisms also involved in traditional Korean *Nuruk* production. Until 1945, 59 fungal species from 12 different genus, and 29 yeast species from 8 different genus, and 16 bacterial species from 4 different genus were isolated and identified from *Nuruk*. Traditional Korean *Nuruk* consists of unboiled raw barley and various grains. They are grounded to paste and moistened and naturally inoculated by airborne microorganisms. Therefore, many kinds of microorganism such as fungi, yeast, and bacteria grow in *Nuruk*. Most fungi and raw grain in *Nuruk* produce amylases which represent saccharifying activity of *Nuruk*; alcohol fermentability is mainly due to yeast and some species of fungi. Dominant species of *Nuruk* fungi were *Aspergillus*, *Rhizopus* and *Absidia*, and *Mucor* was found in less frequency. *Aspergillus* and *Rhizopus* were known to play import roles in the saccharification of *Nuruk*. *Saccharomyces cerevisiae* contributing to alcoholic fermentation grew on the surface of *Nuruk*. It seems that *Saccharomyces coreanus* is closely correlated with the alcoholic fermentation of traditional Korean *Takju* and *Yakju* brewing. *Nuruk*'s bacteria were probably not considered as important microorganisms in traditional Korean liquor fermentation, even though *Bacillus* and lactic acid bacteria were continually isolated from *Nuruk*. The lactic acid bacteria seemed to play an important role in pH adjustment in the early brewing stage.

Key words : microorganism of *Nuruk*, *Nuruk*

서론

누룩은 우리나라의 전통 양주주의 당화제와 발효제를 겸비한 미생물 재제로서 전통술의 양조에 필수적인 물료(物料)이다. 누룩의 특징은 밀, 귀리, 호밀, 조곡과 밀가루, 현미 또는 조백미(粗白米)를 원료로 하여 조분쇄하여 사용했다(1). 다양한 원료를 사용한 것은 누룩의 제조 지방에 따라 생산되는 원료를 사용하기 때문이었다.

누룩에 관여하는 미생물도 매우 다양하다. 일본 코지(麴)는 순수 배양한 미생물을 살균한 곡류에 살포하여 만들므로 그 미생물의 조성이 매우 단순하지만, 누룩은 생전분 곡류를 살균하지 않고 일정한 크기로 성형하여 자연 상태에서 만들기 때문에 공기 중에 존재하는 많은 종류의 미생물이 서식하게 되어 사상균, 효모뿐 아니라 세균까지 다양한 미생물의 조성을 볼 수 있다. 이러한 미생물의 구성에 따라 일본 코지는 당화제의 역할만 할 뿐이나, 한국 누룩은 사상균에 의한

[†]To whom all correspondence should be addressed

당화제 역할과 효모에 의한 발효제의 역할을 겸비하여 전통술의 양조에 있어서 주모(酒母)를 사용하지 않고 누룩, 단독 사용만으로 양조가 가능했다. 그러나 누룩은 자연적인 미생물을 증식시킨 것이므로 당화력이 낮고, 발효력이 다소 낮은 단점도 있었다. 우리 조상은 이러한 단점을 보완하기 위하여 저온 담금으로 누룩의 단점을 보완하고, 다양한 미생물에 의한 다양한 술의 향미를 도모했다.

누룩 제조의 변천사는 국가 권력에 따라 변화하게 되었다. 즉, 한일 합병으로 우리나라는 조선 총독부의 통치하에 들어가게 되었으며 1907년 총독부령에 의하여 주세법이 공포되고, 시행령이 공포되면서 전통주는 밀주로 간주되어 전통주의 주조가 사실상 금지되게 되므로 자연적으로 자가(自家)누룩의 제조가 금지되게 되었다. 이로 인하여 다양한 누룩의 제조방법이 자취를 감추게 되었으며, 1910년 밀주 단속이 강화되면서 모든 주류는 약주, 탁주, 소주로 획일화되고 1917년 주류 제조업이 대단위 양조장으로 통폐합하게 되었다. 이와 같이 한국 역사의 흥망에 따라 전통 누룩의 제법도 바뀌게 되었다. 즉, 천연 미생물의 접종에 의한 누룩 제조법에서 흑국균, 황국균 등의 순수 배양균을 생전분 원료에 접종하여 누룩을 제국하게 되었으며, 이로 인하여 전통 주류의 제조방법은 획일적이고 품비에 있어서 단순한 형태로 급변하게 되었다(2).

우리의 전통술의 역사는 일반적으로 삼국시대 이전으로 추측하고 있으나(3), 다양한 술이 존재한 것은 술의 주원료인 전분질 원료와 다양한 누룩의 종류 및 각 지역의 가내 수공업에 따른 다양한 양조기법 등에 의했다. 그러나 전분질 원료를 알코올로 전환시키는 누룩이 획일적으로 변함에 따라 주류의 단순화가 우리 민족의식과 문화의 밀바닥까지 영향을 미치게 되었다.

이러한 안타까운 우리의 현실에서 전통주류의 개발과 계승을 위해 선조들의 누룩 제법을 발견하고, 누룩에 관여하는 미생물의 종류 및 그 기능 등을 고찰하여 재정립할 필요성이 대두하게 되었다.

이러한 시대적 요구에 부응하기 위한 첫 단계로 누룩에 관여하는 미생물상을 조사, 정리할 필요성에 따라 1900년 초기부터 1945년 까지 발표된 문헌으로 부터 사상균, 효모균과 세균을 정리·고찰했다.

1945년 이전의 주조 현황 및 곡자의 효능

1900년대 초기의 우리나라의 주류산업의 현황을 살펴 보면, 1917년에 조선주 제조장 수는 121,823개소였으나, 양조장의 통폐합으로 1927년에는 28,304개소로 급격히

감소되었으며, 주류 생산은 328,580,352원(圓)어치로서 그 중 곡자의 생산량은 7,019,460원(圓)어치였다(4).

清水(5)에 의하면 1930년 술을 담는 사람은 420,000명으로서 조선의 전 가구 수 3,000,000호의 1/7에 해당하며 다른 나라에 비하여 주조가(酒造家) 수가 기형적으로 많다고 지적했다. 특히 함경북도에서 전 가구 수가 79,170호에 비하여 주조가 수는 14,147명으로 전 가구 수의 1/5에 해당한다. 이러한 주조가 수의 과잉으로 비경제적이고 관습 혹은 불완전한 전수에 의하여 불량의 범람도 초래하여 주조법(酒造法)의 개량 및 주조법의 지도가 필요하다고 피력하기도 했다. 이런 당위성과 조선의 침략 야욕의 일환으로 주세법이 발표되어 가정에서의 술의 양조가 금지되고 양조장의 통폐합이 이루어지게 되었다.

그러나 山崎(4)는 이런 주장에 정면으로 반대하여 실업 실직자의 문제, 지도자의 잘못된 지도에 의한 문제점과 주질의 향상이 아니라 주질의 저하 등을 지적하기도 했다.

渡邊(6)에 의하면 곡자란 “생소맥을 적당히 분쇄하며 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 판매할 때 까지 약 60일 정도의 일수가 필요로 한다”라고 피력했다.

佐藤(7)은 1939년 인천에서 구입한 약주의 성분을 분석했다. 즉 주정은 14.1~16.1%였으며 환원당은 2.414~4.45%이며 총 산은 0.201~0.602%였다. 휘발산으로서 초산의 존재를 확인했으며 비휘발산은 호박산, 젖산과 미량의 glutamin산이 확인되었다. 支那産 黃酒에 비하여 조선산 약주는 젖산이 다량 함유하나, 호박산은 소량 존재했다. 무기산은 염산, 황산, 인산이 존재하며 약주 중의 중요한 유기산은 호박산과 젖산이었다.

누룩의 효능에 관한 연구는 거의 없으나, 대구 조선주 주조 조합 연합회가 발간한 “麴子製造 講本(8)”에 의하면 “조선주 양조에 있어서 곡자(누룩)는 주모를 사용하지 않고 당화와 발효의 양 작용이 일어나는 것이므로, 곡자의 위대한 기능을 나타내므로 국(麴)과 주모의 두가지 기능을 구비한 곡자가 조선주 양조에 미치는 임무는 실로 중대한 것”이라고 기술되어 있으며 小原(9)는 곡자란 “전분의 당화제로서 국의 기능을 가짐과 동시에 어느 정도의 주모로서의 기능을 가지기도 한다”라고 했다.

곡자는 소주용, 약주용, 탁주용 곡자가 있으며 재래식 곡자 제조 방법을 개량하여 발효화학적 측면에서

연구를 해야하며 그 결과에 따라 각 용도에 맞는 곡자 제조법과 감별법은 확립해야 한다고 주장했으나 별다른 연구는 없었다.

특히 山崎(4)는 곡자의 품질 감별법을 제조자들로 부터 설문 조사한 것을 정리했다.

즉 1. 곡자의 단면은 조밀하고 분쇄 소맥의 표면은 소맥의 원색을 띠며, 기타 부분은 회백색을 띠는 곡자가 우량품이다. 단면에 회색, 황색 또는 어떤 색상의 선이나, 반점 등이 있는 것은 불량품이다.

2. 곡자의 표면이

(1) 담회색의 균질물(菌質物)이 잘 번식한 것은 우량한 것이며(평양, 개성, 동래 등의 재래법으로 제조한 기술자의 설)

(2) 담황색 내지 회황색의 균질물(菌質物)이 번식해 있으면 우량한 곡자다(부산, 대구 등의 개량법으로 제조한 기술자의 설).

이상의 판단으로 보면 담회색은 *Rhizopus*, 혹은 *Mucor*속의 사상균과 회황색은 *Aspergillus oryzae*의 사상균의 증식이 양호한 곡자를 우량 곡자로 판정하는 것으로 추정할 수 있다.

또한 총독부 주류 시험소(10)는 조선 곡자의 외관, 향기, 당화력, 발효력과 실지 사입 성적 등으로 부터 우량 조선 곡자의 판정 기준으로 삼기 위하여 연구를 했다. 즉 전국 25개소의 곡자 제조장으로 부터 수집하여 곡자의 당화력을 측정한 결과, 당화력이 9.52~44.44였으며 충남 곡자가 66.66이고 경기 기남곡자 제조장의 곡자가 100.00으로 가장 높은 당화력을 나타냈다. 당화력이 가장 높은 경기 기남 곡자는 분곡(粉麴)으로서 향기는 나쁘지 않으며 외관은 특기할 사항이 없이 단면은 담황색 환상(環狀)의 층이 있으며 중앙부위에는 약한 회백색 균사의 증식이 있었다.

佐佐木(11)는 우량곡자의 판정 기준을 설정하기 위하여 곡자 단독 담금과 주모 담금을 18~20°C에서 발효시켜 상등액을 분석했다. 그 결과, 두 담금 사이에 커다란 변화는 없었으며 주정 함량은 17~18.9°였다.

이상의 담금액을 사용하여 약주의 소담금 실험을 했다(12).

이상 3편의 논문을 종합하면

1. 향기면에서

- (1) 향기가 적은 곡자는 대개 양호한 것이 아니며,
- (2) 곰팡이 냄새가 나는 곡자는 발효가 빨리 일어나는 경향이 있으므로 일반적으로 양호한 것이 아니며,
- (3) 생소맥 냄새가 있는 곡자는 별다른 영향이 없

으며, 당화력이 약한 경향이다.

(4) 비린내의 취기가 있는 곡자는 발효 후 그 냄새가 소실되어 별다른 영향이 없다.

2. 외관 또는 단면에서

(1) 외면이 황록색의 균이 발생한 것은 발효력이 높으나, 당화력은 강하지 않다. 때문에 곡자 외면의 균류 발생 정도로서 곡자의 양부를 판정하기는 곤란하다

(2) 단면이 깨끗하고 회백색을 띠는 것 보다 담황색 또는 황색을 띠고, 불균등하게 반점 혹은 환상(環狀)을 띠는 것이 오히려 당화력이 강하다

(3) 외관과 단면이 조밀한 것과는 별다른 차이점이 없었다.

3. 주모 담금 시험과 소담금 당화 발효 시험에서 주모 담금과 소담금 당화시험에서 일반 곡자의 성질은 대체적으로 주모 담금의 결과와 거의 동일하여 차이점이 없었다.

4. 약주 소담금 시험에서

우량 곡자의 판정 기준으로 하기 위한 약주 담금 시험으로 제성(製成)한 주모 중의 알코올 함량과 향기 성분이 양호한 것으로 소담금한 결과, 주모에서 나타나는 곡자의 성질은 약주에도 거의 같이 나타나므로 장래 곡자의 담금 실험에 있어서 주모 담금 비교 실험만으로도 그 목적에 달할 수 있다고 확신을 얻었다.

또한 長西(13)는 우량 조선산 곡자의 판정 기준은 일반적으로 곡자 단면의 모양, 형태 또는 냄새와 맛 등으로 정확한 정량적 방법이 적용되지 못하여 정량적 방법을 도입하기 위하여 곡자의 당화력의 비교 시험법을 정립하고자 효소액 조제법, 당화 최적 온도 및 당화 최적 산도(酸度) 등에 관한 실험을 행했다.

종래 조선 약주 제조에 사용되는 곡자로 제조한 약주 주모(酒母)와 청주 주모와의 비교 실험에서 숙성 약주 주모의 당화력은 청주 주모에 비하여 현저히 강했으며, 약주 제조 시 최초 5일간은 일본곡(麴)에 비하여 곡자의 당화력이 높았으며 10일 이후에는 비슷한 값의 당화력을 나타내었다.

약주 제조에 있어서 시판 공덕리(孔德里) 곡자를 사용한 주모와 곡자를 사용하지 않은 주모로 각각 약주를 양조하여 당화 및 발효 정도를 관찰했다. 즉 곡자를 사용하지 않은 주모로 양조하면 당분이 많이 생성되어 효모의 증식과 발효가 약하여 알코올 생성은 12%만이 생성되나 곡자를 사용한 주모로 양조하면 비교적 당분의 생성이 적으며 알코올 생성은 18~19%에 달하여

양호한 약주가 제조되었다. 더욱이 곡자 사용량은 10% 사용이 양호하며 조선인의 향미(香味)에 가장 적합했다(14,15).

재래식 누룩은 제조 과정 중 여러 종류의 미생물이 혼합 배양되므로 누룩의 품질에 많은 영향을 미치는 것을 고려하여 원료를 증기, 열풍, 혹은 직화 등으로 단시간 살균 처리하여 소주용 누룩을 제조하는 방법을 고안하기도 했다(16).

즉 입상(粒狀)의 원료를 105°C에서 약 3분간 열처리하므로 원료 표면에 오염된 미생물만을 살균하여 제분하고 물을 첨가하여 성형하여 제국하므로 국자의 부패를 방지하므로 양호한 누룩을 만들고자 노력했다.

小原(9)은 곡자 중의 당화력은 원료 소맥이 함유하는 소맥 amylase와 곰팡이 뿐 아니라 여러 종류의 미생물이 생성하는 미생물 amylase에 의한다고 했으며, amylase의 활성이 높은 곡자가 우수한 곡자라고 하여 당화력이 높은 곡자 제조를 시도했다. 즉 조분쇄 소맥분에 맥아, papain과 암모늄 염류를 각각 첨가하여 성형하고 20°C에서 40일간 제국시킨 후, 당화력을 측정했다. 곡자 제국시 맥아를 10% 첨가하므로 당화력이 최대에 도달하여 당화력이 약 40% 증가되었고, papain은 0.001% 첨가로 당화력의 최대값을 나타내었으며 그 이상의 papain 첨가 농도에서는 오히려 당화력은 감소되었다. 그리고 암모늄 염류 중에서 황산 암모늄의 첨가는 amylase 생성 효과가 양호했으나 다른 암모늄 염류의 첨가는 amylase 활성에 미치는 영향이 거의 없었다.

그리고 A·S 生(17)은 조선주조합회의 창립을 축하하는 논문에서 압록강 연안 지역과 함경 남북도 지역에서 사용되는 소주용 흑곡에 미(米), 대맥으로 흑곡 혹은 곡자를 제조하고 있으나 가격이 저렴하고 주질에 아무런 영향을 미치지 않는 연맥(燕麥)으로 비교적 저온(11~27°C)에서 흑곡, 혹은 곡자를 제조할 수 있다고 했다.

누룩 사상균

곡자 중의 미생물에 관한 연구는 1892년 Calmette(18)에 의하여 支那효모에 관한 연구로부터 시작되었다고 할 수 있다.

전통 누룩에 관한 과학적인 연구는 上野(19)에 의하여 3종의 *Mucor*속 사상균을 분리했으며, 鳥居(20)는 한국산 곡자의 당화력은 *Rhizopus*에 기인하며, 한국 곡자로부터 10여종의 미생물을 분리하여 1종의 담적색 국균인 *Monascus pullulans*와 2종의 흑색 국균 중 1종을 *Mucor mucedo*로 명명했다. 분리한 *Mucor*속

은 비교적 높은 전분 당화력을 가지며 당화 최적 온도는 50°C였으며, 다량의 산 생성이 인정되었으며 그 산(酸) 중에 주석산이 검출되며 초산 ester의 향기 성분도 발생했다. 생육 상태는 gelatin 평판 배양과 한천 평판 배양에서 거의 비슷하여 초기에는 백색의 방선상(放線狀)균사로 생육하며 2~3일 배양으로 gelatin 배양기에서는 높이 1.5~2cm의 큰 기균사(氣菌絲)를 형성하여 기균사 끝은 작은 물방울이 맺히면서 점차 흑색으로 변색되었으며 한천 배양기에서는 균사가 조밀하게 생육하며 포자낭(sporangium)을 형성하면서 1~2cm의 높이인擔果균사(sporangium tragerhyphen)로 생육하면서 서서히 흑색으로 변색되었다. 그리고 Lindner씨 소발효 시험법에 의하여 당류의 발효성을 측정할 결과, lactose는 전혀 발효시키지 못하고 levulose, mannit와 raffinose를 약하게 발효시키며 maltose와 saccharose를 강하게 발효시켰다. 그리고 이 *Mucor*속 균을 쌀 배지에 배양한 액으로 부터 dextrin과 당분 외에 다량의 산(酸)이 검출되었으며, 미량의 주석산도 검출되었다.

또한 松田과 中島(21)는 한국 곡자로부터 11종의 사상균과 3종의 효모를 분리했으며, Saito(22)는 조선산 곡자와 그 술덧 중의 미생물을 조사하여 사상균인 *Aspergillus oryzae*, *Asp. glaucus*, *Monascus purpureus*, *Penicillium glaucum*, *Rhizopus tritici*, *Rhizopus tamari*, *Mucor circinelloides*, *Mucor plumbeus*, *Absidia* sp.과 불완전 사상균인 *Sachsia* sp.를 분리했다.

澁川(23)은 京城 곡자 2종으로부터 다수의 *Endomyces horidei*군집을 확인했으며, 長西(24)는 조선산 곡자로부터 모자형 포자를 형성하는 *Endomyces*를 분리했으며, 이 균의 형태적, 생리적 성질을 조사하여 응용면에 관한 연구를 수행하기도 했다.

더욱이 長西(25)는 당화력이 강한 곡자의 제조를 목적으로 18종류의 누룩으로부터 사상균 37균주, 효모류 9균주 및 세균 4균주를 분리했으며, 출현 빈도가 높은 사상균은 *Absidia* sp., *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus* sp., *Endomyces* sp., *Aspergillus glaucus* 등이다. 특기할 것은 *Mucor*속이 비교적 적은 빈도 수로 출현하는 것은 포자의 발아력이 다른 사상균에 비하여 매우 늦을 뿐 아니라, 곡자 분말로 부터 직접 분리하는 매우 어려워서 *Mucor pusillus*만이 분리되고 “곡자 분말을 국즙에 넣어 약 1주일간 실온에 방치하므로 *Mucor*속의 분리는 용이해졌다” 라고 보고했다. 곡자 내부의 농홍색 부분으로부터 *Monascus purpureus*를, 황색 부분으로부터 *Asp. glaucus*를, 적갈색 혹은 황갈색 부

분으로부터 *Thermoascus aurantiacus*를 분리했다. 더욱이 분리한 사상균 중 내열성 균 혹은 반내열성 균인 *Thermoascus aurantiacus*, *Asp. fumigatus*, *Mucor pusillus* 및 *Absidia lichtheimi*와 비교적 저온에서 잘 생육하는 *Endomyces*속 균주를 대상으로 생리적 특성을 조사했다. 즉, *Absidia*속 사상균은 55°C에서 전분 당화력이 가장 높았으며, *Mucor pusillus*는 60°C에서, *Aspergillus oryzae*는 50°C에서, *Endomyces*속은 45°C에서 가장 높았으나, *Rhizopus*속 균주는 균종에 따라 50°C, 55°C, 혹은 60°C 전후에서 가장 높은 당화력을 나타내었다. 그리고 전분 당화 최적 온도에서 최적 pH는 *Rhizopus*가 pH 4.8~5.0, *Mucor pusillus*와 *Endomyces lindneri*는 pH 5.0~5.2, *Absidia*속과 *Aspergillus*속 사상균은 pH 5.2~5.4에서 전분 당화력이 가장 높았다.

또한 누룩으로부터 사상균 수를 평판 배양법에 의한 출현 집락수에 의하여 비교하면 *Absidia*속, *Aspergillus oryzae*와 *Endomyces*속 사상균이 가장 많으며 그 다음이 *Rhizopus*속이었다.

*Aspergillus glaucus*는 전 균수의 약 반 또는 그 이하였으며 *Mucor*속은 직접 곡자로부터는 잘 분리되지 않았다. 즉 *Mucor*속의 포자는 발아력이 매우 늦기 때문이며 직접 분리된 *Mucor*속은 *Mucor pusillus*였다.

*Absidia*속은 3종 분리되었으며, 그 중 1종은 *Absidia lichtheimi*였으며, 고온에서 잘 생육하는 사상균이었다.

*Endomyces*속은 2종 분리되었으며 가장 많은 종은 *Endomyces horidei*로서 집락형성 초기에는 담황백의 포자를 형성하나 차차 담색 초코렛색으로 변색되었다.

*Aspergillus oryzae*는 당화력이 강한 균주와 당화력이 약한 균주가 있었으며 *Rhizopus*속은 포자 형성과 포자의 크기 발육 온도에 따라 3종이 분리되었다.

*Aspergillus glaucus*는 황색의 피자기(被子器)와 청색 아포자(芽胞子)를 형성하는 종류가 분리되었다.

곡자 내부에 형성된 특이한 색상인 농홍색 부분으로부터 *Monascus purpureus*를, 황색 부분으로부터 *Aspergillus glaucus*를, 적갈색 또는 황갈색 부분으로부터 *Thermoascus aurantiacus*를 분리했다. 더욱이 長西(28)는 *Aspergillus fumigatus*, *Mucor pusillus*, *Absidia lichtheimi*와 같은 내열성 내지는 반 내열성균도 분리했다.

佐藤(29)은 조선산 곡자(仁川産)로부터 *Monascus*를 분리하였으며 이 균은 鳥居(20)와 長西(30) 등이 분리한 *Monascus from anka*와 *Monascus ruber*와는 형태적, 생리적 특성이 다르다고 했다. 따라서 이 균은 *Monascus from tyosen* I 이라 명명하였으며, 이균의

최적 배양 온도는 30°C였으며 25°C에서도 비교적 증식이 양호하였으나 40°C에서는 증식이 억제되었다. 그리고 맥아즙에 15°C에서 10일간 배양하면 증식이 양호하여 두꺼운 균사의 피막이 형성되고 백색의 기균사가 밀생하고 피막의 내부는 적색 혹은 암홍색을 띠는 균사의 입자가 착생되며 공기와 접촉하는 표면은 회흑색 혹은 흑색으로 되고 gelatin은 액화하지 않는다. 국즙에서 30°C로 20일간 배양하면 1% 정도의 알코올은 생성시키며 100cc 중의 1/10N NaOH 10cc 정도에 상당하는 산을 생성하기도 한다. *Monascus purpureus*는 한국 곡자의 내부에 홍색의 반점에 산재해 있으며, 鳥井(31)가 분리한 균주, *Monascus pullulans*는 인쇄상 잘못으로 *Monascus purpureus*일 것이라 했다.

鳥井(31)는 소맥으로 제조한 국(麴)으로부터 1종의 深赤色으로 생육하는 사상균과 2종의 흑색으로 생육하는 *Mucor*속이 분리되고, 1종의 巨大 구균과 1종의 有囊間균 등 5종의 미생물이 분리되었다. 분리된 적색의 곰팡이는 *Monascus pullulans*이며 유낭간균은 *Bacillus viscosus*이며 *Mucor*속의 1종은 *Mucor mucedo*이며 거대구균은 발효학적 가치가 안정되지 않았기에 균명은 규명하지 않았다. 더욱이 *Mucor mucedo* 역시 조선국에서 특별한 위치를 차지하지 못하는 균이므로 연구를 중단했다. 그리고 Lindner씨 소발효시험법에 의하여 당류의 발효성을 측정된 결과, lactose는 전혀 발효시키지 못하고 levulose, mannit와 raffinose를 약하게 발효시키며 maltose와 saccharose를 강하게 발효시켰다. 그리고 이 *Mucor*속 균을 쌀 배지에 배양한 액으로부터 dextrin과 당분외에 다량의 산(酸)이 검출되었으며, 미량의 주석산도 검출되었다.

齊藤(32)은 동양에서 생산되는 주정 음료의 가장 특징적인 것은 국(麴)의 사용이며 국, 혹은 누룩 중에는 “전분질을 당화시키는 발효 미생물인 사상균과 사상균 당화 효소에 의하여 전분으로부터 생성된 당분을 발효시키는 주정 효모균을 함유하고 있다” 라고 규정했으며, 곡자로 부터 10종의 사상균을 분리하여 자낭균류인 *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus glaucus*, *Monascus purpureus*와 *Penicillium glaucum*과 藻狀균류인 *Rhizopus tritici*, *Rhizopus tamaris*와 *Mucor circinelloides*, *Mucor plumbeus*와 *Absidia*를 동정했으며 불완전 사상균류인 *Sachsia* sp.도 분리했다.

*Aspergillus oryzae*는 원래 일본 국균으로서 한국산 곡자로 부터 분리된 점에 흥미가 있으며 원래 일본 국균은 일본 이 외의 산지(產地)에는 없어서 그 기원에 관하여 충분한 연구가 필요하다고 했다.

더욱이 “한국산 곡자의 표면 일부 또는 내부에 황록

Table 1. Fungi isolated from *Nuruk*

Nuruk fungi	Reference
<i>Aspergillus. candidus</i>	25
<i>Aspergillus. nidulans</i>	30
<i>Aspergillus. fumigatus</i>	30, 28
<i>Aspergillus. oryzae</i>	22, 25, 30, 32
<i>Aspergillus. glaucus</i>	22, 25, 30, 32
<i>Aspergillus. niger</i>	30
<i>Aspergillus. ochraceus</i> group	30
<i>Aspergillus. sp.(1) greenish grown</i>	30
<i>Aspergillus. sp.(2) deep blue</i>	30
<i>Aspergillus. sp.(3) white</i>	30
<i>Aspergillus. sp.</i>	34
<i>Rhizopus tritici</i>	22, 27, 32
<i>Rhizopus tamari</i>	22, 27, 32
<i>Rhizopus chinensis</i>	27
<i>Rhizopus trubini</i>	27
<i>Rhizopus arrhizus</i>	27
<i>Rhizopus formosensis</i>	27
<i>Rhizopus pseudochinensis</i>	27
<i>Rhizopus achlamydosporus</i> nov. sp.	27
<i>Rhizopus oryzae</i>	27
<i>Rhizopus chiuniang</i>	27
<i>Rhizopus chungkuoensis</i>	27
<i>Rhizopus thermosus</i>	27
<i>Rhizopus japonicus</i>	27
<i>Rhizopus delemar</i>	27
<i>Rhizopus peka</i>	27
<i>Rhizopus nodosus</i>	27
<i>Rhizopus mochi</i>	27
<i>Rhizopus sp.(1, 2, 3)</i>	30
<i>Rhizopus semarangensis</i> nov. sp.	27
<i>Rhizopus bahrmensis</i> nov. sp.	27
<i>Rhizopus gavanicus</i> nov. sp.	27
<i>Rhizopus sp.</i>	25, 26
<i>Amyolmyces beta</i>	21
<i>Amyolmyces gama</i>	21
<i>Monascus purpureus</i>	22, 30, 31, 32
<i>Monascus pullulans</i>	20, 31
<i>Monascus from tyosen</i>	29
<i>Monascus from mansyu</i>	29
<i>Penicillium. glaucum</i>	22, 30, 32
<i>Penicillium. mandshuricum</i>	30
<i>Penicillium. sp. greenish blue</i>	30
<i>Mucor mucedo</i>	20, 31
<i>Mucor plumbeus</i>	22, 32
<i>Mucor racemosus</i>	30
<i>Mucor circlnelloides</i>	22, 32
<i>Mucor javanicus</i>	30
<i>Mucor pusillus</i>	30, 25, 28
<i>Mucor tyrolyoines</i>	21
<i>Mucor spinosus</i>	21
<i>Mucor sp.</i>	30
<i>Absidia lichtheimi</i>	30, 25
<i>Absidia sp.(1, 2, 3)</i>	30
<i>Absidia sp.</i>	22, 25, 32
<i>Dermatium pullans</i>	30
<i>Thermoascus aurantiacus</i>	30, 28
<i>Circinella mucoroides</i>	30
<i>Cladosporium herbarum</i>	30
<i>Verticillium glaucum</i>	30

색의 반점 혹은 국부적으로 표시된 부분으로 부터도 수많은 *Asp. oryzae*가 분리되어 이 균주가 한국 곡자의 균총을 이루는 중요한 사상균이다” 라고 했다.

*Penicillium glaucum*은 곡자로 부터 청색 곰팡이로 자주 분리되지만 양조학상 특이한 작용을 나타내는 것이 아닌 균주로 판단했다.

한국산 곡자로 부터 분리된 *Rhizopus tritici*는 초기에는 순백색이나 점차 회갈색 혹은 흑색으로 변하며 기균사는 때때로 분지(分枝)하며 가근도 잘 발달한다. 증미(蒸米)상에서 잘 생육하며 전분을 당화시키며 강력한 당화 효소를 분비한다. 이 균은 국즙 중에서는 gas를 발생시키며 생육하고 미량의 알코올을 생산하며 invertase를 분비치 않으며 생육 최적 온도는 30~35°C이다.

*Rhizopus tamari*는 한국산 곡자의 표면에 회흑색 균사를 생성하며 증식하는 균주로서 증미상에서 특히 잘 생육하여 전분 당화효소를 다량 분비한다. 이균은 맥아즙 중에서 gas를 생성하며 증식하고 생육 최적 온도는 35°C 전후이다(27).

*Mucor circinelloides*는 암회색의 균사를 낮게 밀생 하면서 곡자 표면에 생육하는 사상균으로서 증미와 국즙에서 잘 생육하며 균사내에는 황색 기름 방울을 생성시켜 전체적으로 황색을 나타낸다. 그리고 국즙 중에서 생육하면 gas를 생성시키고 알코올도 생성시킨다.

한국산 곡자로 부터 분리된 *Mucor plumbeus*는 증미상에서 낮게 연흑색을 띠며 집합 포자를 형성한다. 증미, 국즙에서 생육하며 국즙 중에서 까스를 생성시키며 생육하고 알코올을 생성하며 생육 최적 온도는 30°C 전후이다. *Absidia*속은 한국산 곡자로 부터 분리되며 취회색으로 생육하고, 증미상에서 생육이 양호하며 실온에서 잘 생육한다.

*Sachsia*속은 한국산 곡자로 부터 분리되나 국즙에서 생육이 약하고 미약한 발효를 나타내어 양조학상 별다른 의미가 없는 불완전 사상균이다.

1945년 이전까지 누룩으로부터 분리된 사상균은 12속 59종이며, Table 1에 정리했다.

누룩효모

Saito(22)는 조선산 곡자와 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 3~7μ의 크기로서 1~4개의 자낭 포자를 형성하며 생육 최

적 온도는 25~30°C이며, glucose, fructose, saccharose, melibiose와 raffinose를 자화하나, maltose, lactose, inulin, dextrin과 arabinose는 자화하지 못했다.

鹿又(33)는 누룩으로 부터 *Saccharomyces tomentosus* 를 분리했으며, 長西(30)는 곡자로 부터 효모 9균주를 분리했으며, 그들 중 출현 빈도가 높은 균주는 *Mycoderma* sp.와 *Saccharomyces* sp.였다. 특히 당액을 발효시켜 초산 ester를 생성시키는 *Mycoderma*속이 비교적 많이 분리되며 산막 효모인 *Willia anomala*도 분리되었다.

武田(34)는 119개소에서 수집한 곡자로 부터 *Saccharomyces*, *Torula*, *Willia* 및 *Monilia*속 효모를 분리했으며, 167개소에서 채집한 술덧으로 부터는 위의 효모 외에 *Monascus*, *Oidium*속 등도 분리했다. 그리고 곡자 중의 *Saccharomyces*속 균주를 분리하여 형태적, 배양학적 특성을 조사하기도 했다. 즉 분리 *Saccharomyces* 효모는 구형 혹은 타원형이며 19균주에 대한 생육 최적 온도는 30~35°C이며 37°C에서 가장 양호하게 생육하는 균주도 있었다. 그리고 19균주 모두 65°C에서 10분간 열처리하면 사멸되고 60°C에서도 12균주는 사멸하고, 50°C 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 CO₂ 생성이 거의 없을 때까지 배양하여 알코올을 분석한 결과, 4.14%의 알코올을 생성시키며 발효 보합은 86.04였다.

鎮南浦府産 조(粗)곡에서 분리된 K. 0502는 구형 또는 타원형이며 공포(空胞)가 적으며 2.5~4.37μ 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(22)가 분리한 *Saccharomyces coreanus forma major*와 매우 유사하며, 咸興府 連浦産 조곡에서 분리한 K. 3201은 구형 또는 타원형이며 空胞가 적으며 5~10μ의 크기로서 자낭포자는 1~4개 형성하고 생육 최적 온도는 33°C로서 피막을 형성한다. 그리고 glucose, saccharose와 maltose를 발효시키며 lactose와 galactose

를 발효시키지 못하는 생리적 특성으로 K. 3201은 Saito (22)가 분리한 *Saccharomyces coreanus*와 아주 유사한 균주로 추정했다. 더욱이 K. 2002와 K. 3502는 鹿又 (33)가 분리한 *Saccharomyces tomentosus*와 일치한다고 했다.

또한 武田(35)는 곡자와 술덧으로 부터 다량의 *Saccharomyces*속 효모를 분리하여 발효 시험과 분리균의 분류학적 특성을 조사했다. 즉 효모 51균주를 분리하여 탄수화물의 발효능 여부로부터 9군으로 분류하고 거대colony와 피막 형성 여부로부터 38군으로 다시 재분류했다.

이들을 다시 형태적 · 생리적 특징과 발효법에 의하여 다음과 같이 분류했다.

- (a) Sake-group에 7균주
- (b) Thermantitonum-group에 1균주
- (c) Mandschuricus-group에 4균주
- (d) Cerevisiae-group에 13균주
- (e) Ellipsoideus-group에 5균주
- (f) Bayanus-group에 8균주
- (g) Validus-group에 1균주
- (h) Coreanus-group에 11균주
- (i) Coreanus-major-group에 10균주로 분류되었다.

M. 1901은 타원형 및 구형이며 공포는 크고 많이 존재하며 과립체 외에 glycogen이 많이 존재하고 7.1 × 4.8μ의 크기로서 국즙 배지에서 효모환이 형성되고 16일에 피막이 형성되었다. 그리고 생육 최적 온도는 35~37°C이며 생육 최적 pH는 3.1~3.8이며 65°C에서 10분간 열처리로 사멸되었다. 또한 8% 당으로 부터 3.69%의 알코올을 생성하여 발효 보합은 76.90이었다.

M. 2903은 M. 1901과 형태적 특징은 비슷했으며 효모환은 7일 배양으로 형성되나 피막은 형성되지 않았다. 그리고 생육 최적 온도와 사멸 온도는 M. 1901과 같으며 생육 최적 pH는 3.1~5.6이었다. 또한 당으로부터 3.75%의 알코올을 생성하여 73.12의 발효 보합을 나타냈다.

이상의 결과로 부터 M. 1901은 Saito(22)가 분리한 *Saccharomyces coreanus*와, M. 2903은 *Saccharomyces coreanus forma major*와 동일 종, 혹은 매우 유연한 종이였다.

Table 2. Classification of Nuruk yeast with respect to sugar fermentation

	Dextrose	Fructose	Mannose	Galactose	Saccharose	Trehalose	Maltose	Lactose	Raffinose	d-Methyl glucoside	Arabinose	Inulin	Dextrin
1st group	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	++?	+++	-	-	-
2nd group	+++	+++	+++	-	++	++	+++	-	++?	+++	-	-	-
3rd group	+++	+++	+++	-	++	++	+++	-	++?	-	-	-	-

Table 3. Yeast isolated from Nuruk

Nuruk fungi	Reference
<i>Saccharomyces coreanus</i>	22, 32, 34, 35
<i>Saccharomyces coreanus forma major</i>	22, 32, 34, 35
<i>Saccharomyces coreanus major</i>	35
<i>Saccharomyces bayanus</i>	35
<i>Saccharomyces validus</i>	35
<i>Saccharomyces sake</i>	35
<i>Saccharomyces thermantitonum</i>	35
<i>Saccharomyces mandshuricus</i>	35
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21, 35
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	35
<i>Saccharomyces tomentosus kanomata</i>	33
<i>Saccharomyces tomentosus</i>	34
<i>Saccharomyces marxianus</i>	30
<i>Saccharomyces</i> sp.(1,2,3)	30
<i>Saccharomyces</i>	34
<i>Saccharomyces pasterianus</i>	21
<i>Torula</i> sp.(1, 2)	30
<i>Torula</i>	21
<i>Mycoderma</i>	22, 30, 32
<i>Mycoderma</i> sp.(1, 2)	30
<i>Willia anomala</i>	28, 30
<i>Willia</i>	28, 34
<i>Monilia</i> sp.(1, 2, 3)	30
<i>Monilia</i>	34
<i>Sachsia</i> sp.	22, 32
<i>Endomyces hordei</i>	25, 30
<i>Endomyces lindneri</i>	25, 30
<i>Endomyces</i> sp.	24, 25, 28
<i>Oidium</i> sp.(1, 2)	30

長西(30)는 조선산 곡자로 부터 분리한 효모를 당류 발효성으로 부터 3군으로 분류했으며(Table 2), 누룩 중에는 제 3군에 속하는 효모가 가장 많이 분리되며 포자는 형성하지 않는 효모였다.

Saito(22)가 분리한 *Saccharomyces coreanus*와 *Saccharomyces coreanus forma major*는 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(32)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 양 조학상 중요한 균주이다" 라고 표현하며 형태는 구형 내지는 난원형이며 3~7 μ 으로서 25°C에서 24시간에 작은 분아(分芽)군을 형성하고 48시간에 증식이 왕성하여 각각으로 분리된다.

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

본 효모군은 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 forma*는 *Sacch. coreanus*와 여러가지 특성이 같으나, 크기가 8~12 μ 으로서 매우 크며, 형태는 난원형이며 세포막이 비교적 두꺼운 것이 특징이다.

(세포막이 두껍다고 했으나, 세포외층이 두꺼운 것으로 사료된다.)

1945년까지 누룩으로부터 분리된 효모는 8속 29종이며, Table 3에 정리했다.

누룩 세균

鳥居(20)는 한국 국으로 부터 1종의 거대구균과 1종의 有囊杆菌인 점액성 *Bacillus viscosus*를 분리했다.

長西(25)는 곡자로 부터 특별한 목적으로 표적 세균을 분리하므로 유산균, 酪酸균과 고초균 등이 분리되었으나, 곡자 중에는 상당히 많은 종류의 세균이 존재하고 있다는 것을 확인했다고 보고했다.

총독부 주류 시험소의 鳥井(31)은 한국산 곡자로 부터 거대구균과 有囊杆균, 점액성 세균인 *Bacillus viscosus*로 분리, 동정했으며, 朴(36)은 *Micrococcus*속 4종, *Mycoplana*속 1종, *Bacillus*속 3종과 *Erwinia*속 2종의 세균을 분리, 동정했다.

Table 4에 명기된 바와 같이 1945년까지 누룩으로부터 분리, 동정된 세균은 4속 16종이다.

Table 4. Bacteria isolated from Nuruk

Nuruk bacteria	Reference
<i>Bacillus viscosus</i>	20, 31
<i>Bacillus subtilis</i>	30
<i>Bacillus lentus</i>	36
<i>Bacillus ambiguus</i>	36
<i>Bacillus repens</i>	36
<i>Micrococcus conglomeratus</i>	36
<i>Micrococcus epimetheus</i>	36
<i>Micrococcus subflavescens</i>	36
<i>Micrococcus varians</i>	36
Giant coccobacteria	20, 31
Lactic acid bacteria	30
Butyric acid bacteria	30
<i>Mycoplana bullate</i>	36
<i>Erwinia aroidea</i>	36
<i>Erwinia citrimaculans</i>	36
Alcohol fermented bacteria	30

요 약

누룩은 생소맥을 조분쇄하여 물로 혼합시켜 자연적으로 공기중의 여러 종류의 미생물을 배양시켜 만들었다. 그러므로 누룩에는 많은 종류의 사상균, 효모와 세균이 증식하였다. 누룩의 당화력은 원료 생소맥의 당화력과 대부분의 사상균의 당화력과 일부의 세균성 당화력에 기인하며, 발효력은 누룩효모와 극소수의 사상균에 의하여 이루어지고 있다. 1945년 이전까지 누룩으로부터 12속 59종의 사상균이, 8속 29종의 효모와 4속 16종의 세균이 분리되었다. 누룩사상균은 *Aspergillus* 속이 주종을 이루었고 *Rhizopus*속, *Absidia*속, *Mucor* 속의 순으로 분포하고 있었고, *Aspergillus*속과 *Rhizopus* 속은 중요한 누룩 당화균으로 작용하였다. 누룩의 대표적 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*이며, 이 균이 알코올 발효에 가장 큰 역할을 담당하며 *Saccharomyces coreanus*도 전통 민속주인 탁주와 약주의 발효력에 깊이 관여한다고 사료된다. 누룩 중에 증식하는 세균은 양조학상 특별한 역할을 담당하지 않지만 *Bacillus*속과 젖산세균이 많이 분리되었으며, 젖산세균은 담금 초기에 pH의 안정화에 기여할 수 있다고 추측할 수 있다.

감사의 글

본 총설은 1995년도 과학 기술처 선도 기술 개발과제 연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 이에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. 이미경, 이성우, 윤태현 : 누룩의 문헌 고찰, (1907~

1945년을 중심으로). 동아시아 식생활학회지, 4, 19 (1994)

- 조정형 : 다시 찾아야 할 우리의 술. 서해문집, p.286(1991)
- 장지현 : 우리나라 술의 역사. 한국식문화학회지, 4, 271(1989)
- 山崎百治 : 朝鮮酒造界視察後記. 釀造學雜誌, 9, 271 (1931)
- 清水千穂彦 : 農學博士 山崎百治氏の朝鮮酒造界視察後記を讀んで. 釀造學雜誌, 9, 518(1931)
- 渡邊八郎 : 朝鮮の釀造業. 釀造論文集(日本釀友會發行), 6, 151(1939)
- 佐藤喜吉 : 支那, 朝鮮産釀造酒中の有機酸及び二, 三の無機成分に就て. 釀造學雜誌, 18, 691(1940)
- 大邱朝鮮酒 酒造組合聯合會 : 麴子 製造講本, p.1(1941)
- 小原巖 : 朝鮮産麴子に關する研究(Ⅱ), 糖化力の強, 麴子の製造試驗. 釀造學雜誌, 20, 141(1942)
- 總督府 酒類試驗所 : 朝鮮麴子の研究並に該製造方法の變遷調査(16), 麴子良否判定 標準試驗(其一). 朝鮮酒造協會雜誌, 5, 17(1933)
- 佐佐木 : 朝鮮麴子の研究並に該製造方法の變遷調査(17), 麴子良否判定標準試驗(其二). 朝鮮酒造協會雜誌, 5, 12 (1933)
- 崔毅昌 : 朝鮮麴子の研究並に該製造方法の變遷調査(18), 麴子良否判定標準試驗(其三). 朝鮮酒造協會雜誌, 5, 2 (1933)
- 長西廣輔 : 朝鮮産麴子の研究(第1報の七). 釀造協會雜誌, 4, 51(1930)
- 福本俊吉, 澁川鑛藏 : 麴子及藥酒酒母の生理的作用に關する豫備試驗. 朝鮮總督府 中央試驗所 報告, 第4回 1號, 131(1922)
- 福本俊吉, 矢田 威, 澁川鑛藏 : 藥酒釀造試驗. 朝鮮總督府 中央試驗所 報告, 第5回 第3號, 81(1923)
- 村松宰夫 : 朝鮮燒酎釀用麴子製造法. 日本特許 114173 (1935)
- A · S 生 : 燕麥黑麴. 朝鮮酒造協會雜誌, 1, 52(1929)
- Calmett, A. : La levure chinoise. *Ann. de Pinst. Pasterur*, T. UI, p.604(1982)
- 上野金太郎 : 韓國麴の研究報告 第1回. 日本藥學雜誌, 277, 203(1906)
- 鳥居嚴次郎 : 朝鮮麴菌に關する研究報告. 日本藥學雜誌, 282, 675(1906)
- 松田 健, 中島榮次 : 韓國麴子に關する菌學的調査. 韓國度支部 司稅局 報告(1910)
- Saito, K. : Notizen über einige koreanische gärungsorganismen. *Cent. f. Bakt. II. Abt. Bd.*, 26, 369 (1910)
- 澁川鑛藏 : 麴子中の糖化素に關する研究報告. 滿鐵 中央試驗所 報告, 第1輯(1911)
- 長西廣輔 : 朝鮮産麴子の研究(第1報). 釀造協會雜誌, 1, 30(1929)
- 長西廣輔 : 朝鮮産麴子の研究(第1報の五). 釀造協會雜誌, 2, 44(1930)
- 山崎百治, 柏倉俊彌 : 朝鮮産 *Rhizopus*屬菌類の餅米に對する醱酵化學的作用. 釀造學雜誌, 12, 425(1934)
- 武田義人 : *Rhizopus*屬絲狀菌の研究(第3報), 南洋産 *Rhizopus*屬の分類的研究及最大糖化力菌の檢索. 農藝化誌, 11, 845(1935)
- 長西廣輔 : 朝鮮産麴子の研究(第1報の六). 釀造協會雜誌, 3, 48(1930)

29. 佐藤喜吉：滿洲，朝鮮産麴子中の*Monascus*に就て(第一報). 農藝化誌, 6, 957(1930)
30. 長西廣輔：朝鮮産麴子の研究(第一報). 醸造學雜誌, 6, 717(1929)
31. 鳥井巖次郎：朝鮮麴子の研究竝に該製造法の變遷調査(二). 朝鮮酒造協會雜誌, 2, 31(1930)
32. 齊藤賢道：朝鮮麴子の研究竝に該製造方法の變遷調査(15). 韓國産醱菌調査報告. 朝鮮酒造協會雜誌, 5 26(1933)
33. 鹿又親：韓國産櫻桃酒の沈査中に存在する酵母菌について. 醸造試験所報告, 32, 1(1911)
34. 武田義人：朝鮮産醱菌類の研究(第一報), 麴子中の*Saccharomyces*屬に就て. 農藝化誌, 6, 1023(1930)
35. 武田義人：朝鮮産醱菌類の研究(第二報). 農藝化誌, 10, 281(1934)
36. 朴容來：朝鮮麴子細菌の研究. 農芸化誌, 16, 849(1935)

(1996년 1월 7일 접수)