

각종 누룩 균을 이용한 실험실조건에서의 막걸리 제조

이상선* · 김교숙 · 엄안흠 · 성창근¹ · 홍인표²

한국교원대학교 대학원, ¹충남대학교 농과대학 식품학과
²농업과학기술원 응용미생물과

Production of Korean Traditional Rice-wines Made from Cultures of the Single Fungal Isolates under Laboratory Conditions

Sang-Sun Lee*, Kyo-Sook Kim, Ahn-Heum Eom, Chang-Keun Sung¹ and In-Pyo Hong²

Graduate School (Biological Science and Education), Korea National University of Education,
Cheongju, Chungbuk 360-791, Korea

¹Department of Food Science, College of Agriculture, Chungnam National University,
Taejon 305-764, Republic of Korea

²Division of Applied Microbiology, National Institute of Agricultural Science
and Technology R.D.A., Suwon 441-707, Korea

(Received September 4, 2001)

ABSTRACT: The objectives of this study were to find the nuruk fungal isolate for Korean traditional rice wine and to compare the tastes of rice wines made with its single inoculum. The fungal isolates including the species of *Absidia*, *Mucor*, *Rhizopus* and *Aspergillus* were used for Korean traditional rice-wine production. The four species were cultured and measured for productions of amylase under various water contents. The four different species tested were different in their growth under the rice cereals with different moisture contents; the species of *Absidia* and *Rhizopus* grew better compared to the other species under the lower moisture conditions. The tastes and alcohol concentrations of the rice-wines made with each different inoculum were compared with those of commercial rice wines made with traditional method. As a result, it was speculated that the traditional rice wines were made with nuruk, which is mainly composed of Zygomycetous fungi, such as *Absidia*, *Mucor*, and *Rhizopus*. Also, it was strongly suggested that the traditional nuruk might not be a source of amylase, but a source of fungal inoculum.

KEYWORDS: *Absidia*, *Aspergillus*, Korean rice wine, *Mucor*, Nuruk, *Rhizopus*

한국의 전통 누룩은 탁주 제조에서 녹말 분해 효소 및 발효 미생물원으로 사용되어 온 미생물과 효소의 공급원이며 소맥을 주원료로 제조된다. 만드는 곳에 따라 보리, 귀리, 밀가루, 현미, 조백미(粗白米) 등을 이용하기도 했다(이, 1994). 우리의 전통 누룩은 밀기울과 곡류(밀, 호밀 등)의 분쇄물 등 원료에 수분을 30~40% 정도로 균일하게 주고, 원반상으로 만들어 자연 발효시키면서 숙성 건조시킨 것이다. 여기에 세균, 효모, 곰팡이 등이 자연 착생되어, 녹말의 분해와 알콜 발효 등의 역할을 하게 된다(김 등, 1993; 김 등, 1997a). 술을 제조하는 과정은 누룩과 고두밥(쌀)을 비벼서 담고, 그 중에는 효모를 넣어서 제조하는 것으로 알려져 있다. 술을 담글 때 누룩에 번식한 미생물에 의해 생성된 amylase, protease와 같은 효소들의 작용으로 녹말과 단백질은 당과 아미노산으로 분해되고, 효모에 의한 알콜 발효가 동시에 행해지는 병행(並行) 복발효(複醱酵)가 일어

나게 된다(김, 1990). 전통주는 쌀과 누룩 가루로서 담글 하는데 누룩 미생물 중 곰팡이의 amylase에 의하여 쌀 녹말을 당으로 분해하는 당화 공정과 발효성 당을 알콜 발효능을 가진 효모에 의하여 ethanol로 전환하는 발효 공정의 두 가지 공정이 여러 미생물들의 제발효(諸醱酵) 반응의 조화에 의해 만들어지는 병행(並行) 복발효(複醱酵)의 순수한 양조주(釀造酒)이다(유, 1995). 대부분의 술 제조 과정에서 술의 성숙 혹은 생성 과정에 일어나는 현상의 중요성이 인식되고 많은 연구가 진행되었으나, 정작 중요한 누룩에 관한 연구는 없는 실정이다.

전통 재래식 누룩에서 당화 능이 우수한 균과 알콜 발효성이 우수한 효모 균주들은 생밀가루를 선호하여 착생, 번식되어 미생물들의 공급원으로 사용되어 왔다. 따라서 누룩은 제조 지역과 원료에 따라, 그리고 같은 지역이라도 제조시의 온도, 상대 습도, 숙성의 조건에 따라 착생 증식된 미생물의 분포가 차이가 나는 것으로 추측되고 있다(배, 1992). 전통 누룩은 미생물들이 서식하

*Corresponding author <E-mail: sslee@cc.knue.ac.kr>

여 효소를 생산하고 이들 효소들은 전분을 당화시켜 술을 제조하는데 사용되고 있다(김 등, 1994). 그러나 전통 누룩이 효소의 역할을 하는 것인지 미생물 원으로서의 역할을 하는 것인지에 대한 조사와 연구는 이루어지지 않았다. 또한 가내 공업적으로 제조되는 전통 누룩은 다양한 사상균, 효모, 세균이 존재하여 미생물상이 매우 복잡하고 비위생적이며, 효소 역가가 낮은 제품이 만들어질 수 있다고 보고되었다(박 등, 1995). 그러므로 효율적인 누룩 제조 공정의 개발과 누룩의 미생물학적, 효소학적인 측면의 체계적 연구가 필요하다. 따라서 본 실험에서는 전통 누룩에서 순수 분리된 다양한 균들을 수분 함량이 다른 쌀에 접종하여 성장, 전분분해능을 비교하고 이를 누룩으로 사용하여 직접 술을 담금으로써 함으로써 전통 누룩이 빠른 성장과 발효 능력을 지닌 접합균의 공급원의 역할도 하고 있음을 밝히고 술 제조시 쌀의 수분 조건이 이들 균의 성장에 대한 역할을 조사하였다.

재료 및 방법

누룩균: 1998년 4월부터 1999년 1월까지 우리나라 각 지역에서 제조된 누룩을 수집하였으며(김, 2000), 이 누룩에서 분리된 균들 중에서 당화 효소능과 관련 없이 각 속 별로 한 종씩 임의로 4종 *Absidia corymbifera* (Ac), *Mucor pusillus*(Mp), *Rhizopus oryzae*(Ro), *Aspergillus oryzae*(Ao)을 선정하였다. 또한 현재 사용되고 있는 누룩의 대표 균으로 백곡균인 *Aspergillus shirous-amii*를 분양 받아 대조균으로 사용하였다.

생장: 유리병(2 cm diam×7 cm, 10 ml)에 건조된 쌀을 5 g씩 넣고, 물의 양을 0에서부터 10 ml까지 1 ml 단위로 달리하여 멸균하였다. 멸균된 쌀에 선정된 균주를 접종하여, 25°C에서 5일간 배양한 후, 균이 성장한 유리병을 red stopper로 막고 0.25 ml의 공기를 채집하여 1분간 이산화탄소의 생성량을 gas chromatography로 측정하였다(Lee, 1991; 이, 1992; Lee et al., 1999). 이렇게 측정된 이산화탄소의 양은 상대 값으로 환원하여 표시하였다. 또한 미생물의 대사에 의해 손실되는 쌀의 양(weight loss; gm)을 측정하였다. 균이 성장한 쌀 1 g을 0.1 M potassium-phosphate buffer(pH=6.0) 3 ml에 넣고, 0에서 1시간 동안 추출한 후 4°C, 8,000 rpm으로 30분간 원심 분리한 후 상등액을 효소 추출액으로 사용하였다. 추출된 상등액 1 ml씩을 I₂-KI plate를 사용한 배지에 넣은 후 clear zone이 생성되는 직경(mm)으로 α-amylase의 활성을 표시하였다.

술담기: 누룩에서 분리된 단일 균주를 직접 멸균된 쌀에 접종하여 누룩을 만든 후, 술을 제조하였다. 1L 삼각 플라스크에 쌀 200 g과 물 200 ml를 넣어 멸균하고, 균들을 각각 접종하여 25°C의 항온기에서 10일간 배양

하여 쌀누룩을 만들었다. 시판되는 yeast(효모)에서 순수 분리된 통하여 얻어진 yeast를 2% malt extracts에 2일 동안 배양한 용액 100 ml과 700 ml의 정제된 물을 만들어진 쌀누룩에 첨가한 후 25°C에서 발효시킨 후 걸러서 생성된 술의 유기산과 알코올 농도 등을 분석하였다(손 등, 1985; 허 등, 1998).

결 과

생장: 일정하게 건조된 쌀에 수분을 0~10 ml 첨가하여 멸균한 후 12일 동안 배양하여, 균의 성장을 육안으로 관찰하였다. 균의 종류에 따라서 균사의 성장은 차이가 나타났으며, 접합균은 수분 첨가가 적은 곳에서 잘 자라는 것으로 나타났다. 일반적으로 대부분의 균들은 12일의 성장기간 중 5일째에 가장 많이 자라는 것으로 나타났으며, 이를 기준으로 실험을 하였다. 균사의 생장은 무게 측정(weight loss)과 탄산가스 생성량을 측정하여 관찰하였으며 왕성하게 균의 성장이 일어나는 5~6일째에 측정하였다(Fig. 1): Ac 종은 약 1~3 ml의 수분을 첨가한 쌀에서 탄산가스 생산량이 가장 많았으나 Mp와 Ao의 탄산가스 생성량은 수분 첨가량이 많은, 5~8 ml에서 높은 피크를 나타내었다. Ro의 경우는 수분이 낮은 곳과 높은 곳에 관계없이 탄산가스를 생산하였다. 균이 성장하면서 손실되는 무게는 대체로 수분 첨가량이 많은 곳인, 5~7 ml에서 많은 무게의 손실이 일어났다. 그러나 Mp와 Ao의 경우는 5 ml 이하 첨가에서 많은 무게 손실이 나타나는 반면, 다른 균들은 수분이 많을수록 무게 손실이 크게 나타났다. 무균 상태에서 누룩 균들은 수분 첨가량에 따라 이산화탄소의 생성량과 무게손실에서 차이가 나며 즉 수분함량이 균의 성장에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 탄산가스 생산과 쌀의 무게 손실은 서로 다른 경향을 나타내었으며, Ro의 경우에서 가장 뚜렷하게 상반된 결과를 얻었다. 반면에 Ao의 경우는 동일한 경향을 보였다.

각 균주를 멸균한 쌀 배지에 접종하여, 전분 분해 능력을 조사하였다. 위에서 관찰된 쌀 누룩은 5일 동안 배양한 것을 취하여 효소를 추출하였으며, 전분 분해력은 I₂-KI 법으로 조사하였다. 대부분의 균들이 평이하게 전분 분해 효소를 생산하였으나 수분이 전혀 없거나 너무 많이 첨가한 쌀에는 효소 생산량이 적었다(Fig. 2). 황곡균인 Ao인 경우는 2~3 ml에서 가장 높은 효소 능을 나타내었다. 다른 균들은 대부분이 3~6 ml의 수분을 첨가한 상태에서 많은 당화 효소를 생산하는 것으로 관찰되었다. 그러나, 이러한 당화 효소의 생산은 수분 첨가에서 5 ml가 넘는 곳에서는 최대의 것이 나타나지 않았다. 이러한 현상은 균이 성장할 때 생산하는 탄산가스 생산량과 당화 효소의 생산량은 일치되지 않음을 보여주고 있다.

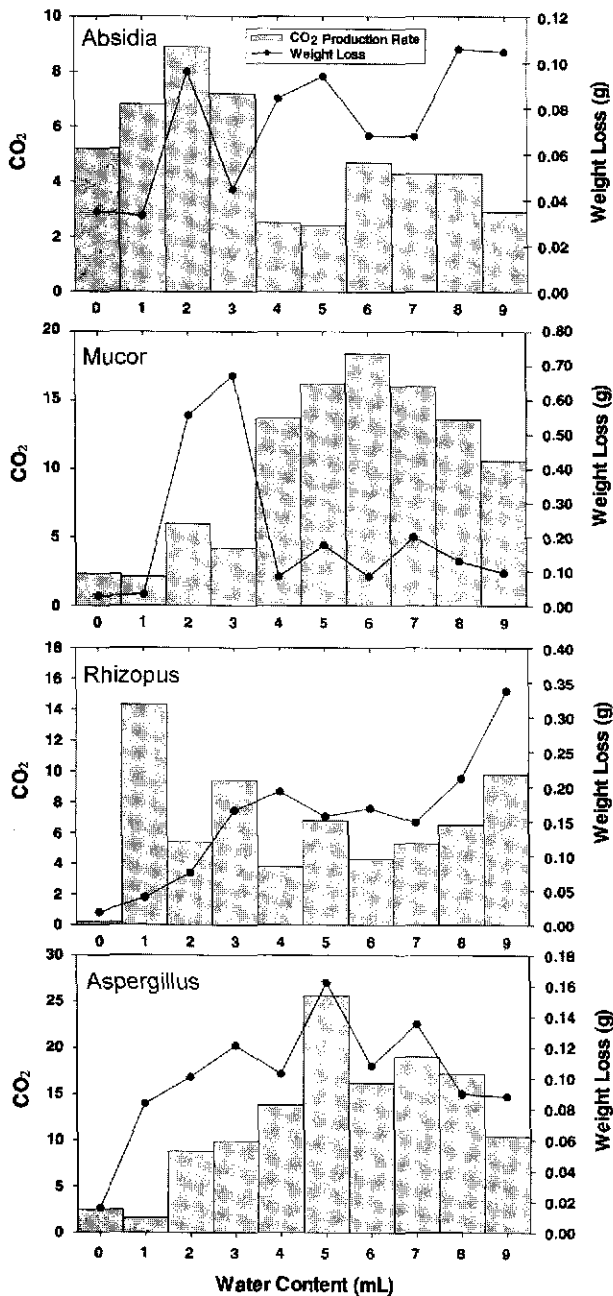


Fig. 1. The productions of carbon dioxide (ml/vial) and the weight losses of rice inoculated with different fungal isolate (*Absidia corymbifera*, *Mucor pusillus*, *Rhizopus oryzae*, and *Aspergillus oryzae*) under different water contents. Each fungal isolate was inoculated on the sterilized cereals of rice with various level of water.

술담기: 멸균된 쌀에 균을 접종하여 만든 쌀누룩을 사용하여 술담기를 하였다. 알콜 발효는 시중에 판매되고 있는 건조된 yeast를 순수 분리하여 2% malt extract에 배양하여 자판기용 필터로 정제된 물과 함께 섞어서 10일 동안 발효하였다. 약간의 yeast를 첨가한 후 2~4일에는 갈색 용액에서 계속하여 가스가 발생하는 것이 관찰되었으나 그 후에는 누룩 찌운 물 위로 뜨면서, 가스

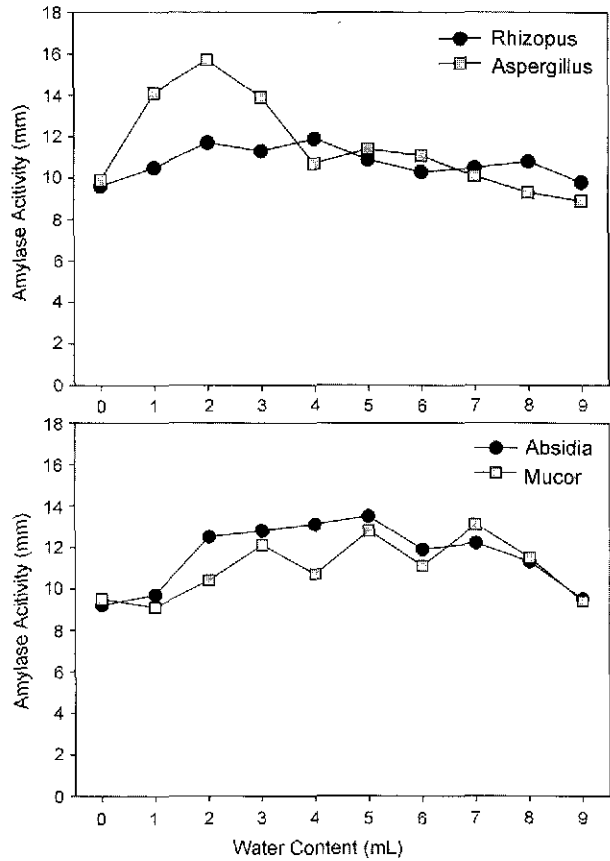


Fig. 2. The activities of α -amylases produced by the fungal isolates (*Absidia corymbifera*, *Mucor pusillus*, *Rhizopus oryzae* and *Aspergillus oryzae*) on the rice according to the additions of different amount of water (see the detail in Fig. 1).

발생은 다소 줄어들었다. 술 맛은 7~8명의 panel test를 통하여 평가하였으며 약 10일간 발효시킬 때 가장 술 맛이 좋은 것으로 나타났고 균의 종류에 따라서 다양한 술 맛을 나타냈다(Table 1). 황곡균인 Ao균을 제외한 다른 균으로 만든 술에서 많은 양의 알콜 및 유기산이 생성되었다. 이들 술의 맛은 현재 시판되고 있는 막걸리 맛과 거의 유사하게 나타났다. 이 결과로 보아, 일반적인 누룩을 이용한 술의 제조 과정에서 누룩에 포함 된 다양한 균들 중에서 술이 잘 되는 것과 그렇지 않은 것이 있는 것을 알 수 있었다. 또한 이들이 생성하는 당화 효소에 의하여 알콜의 생성과 술의 맛에도 차이를 보이는 것이 관찰되었다.

고찰

고두밥: 생 밀기울로 제조되는 누룩은 멸균하지 않기 때문에 단일 균주로 접종할 수가 없으므로, 밀기울을 이용하는 누룩은 만들 수가 없었다. 본실험에서는 누룩 대신에 멸균된 쌀에 단일 균주를 접종한 쌀누룩을 만들

Table 1. The basic compositions of Korean wines made from the single fungus isolated

Isolates ^a	pH	Acids (w/v %)	Volatile acids (w/v %)	Ethanol (w/v %)	Sugars (mg/ml)	Density	Ashes	Remarks
Ac	5.3	0.397	0.145	12.4	0.34	0.988	1.57	Not good and smell of butyric acids
Mp	5.5	0.412	0.123	14.5	0.64	0.978	2.01	Good
Ro	5.1	0.367	0.213	11.7	0.74	0.967	1.12	Strange tastes and smell of soil
Ao	6.0	0.423	0.312	8.2	0.35	0.991	1.81	Not fermented enough and not much growth of yeasts
As	5.2	0.347	0.331	13.2	0.54	0.987	1.5	Good tasted

^aThe fungal isolates of *Absidia corymbifera* (Ac), *Mucor pusillus* (Mp), *Rhizopus oryzae* (Ro) *Aspergillus oryzae* (Ao) and *A. shirousanii* As; (control) were employed for the synthetic method.

어 사용하였다. 일반적으로는 술을 담기 위하여 일반 밥과 다른 술밥(고두밥)을 만들어서 사용하는 것으로 알려져 있다. 고두밥은 일반적인 밥보다는 상당히 수분이 적은 것이다. 본 연구는 왜 전통적으로 가정에서 술을 만들 때 고두밥을 사용하고 왜 그렇게 조심스럽게 취급하였는지에 관한 것이며 선택된 균을 이용하여 우리의 전통적인 술 담기 방법에 관하여 설명하고자 하였다.

다양한 재료를 이용하여 누룩을 제조해 왔으나 일반적으로 밀기울이 많이 사용되었다. 대부분 가정의 전통적인 누룩 제조 과정에서 밀기울을 이용하고 공장에서도 사용하는 것으로 보아, 누룩 제조에는 밀기울의 사용이 일반적인 것으로 생각된다(김 등, 1993; 김 등, 1997a). 공장에서 제조된 누룩에는 황국균이 많이 발견되는 반면, 가정에서 제조된 누룩에서는 접합균이 많이 발견되었다(김, 2000). 본 실험에서 4가지의 다른 종의 접합균 3종(Ac, Mp, Ro)과 황국균 1종(Ao)을 사용하여 실험하였다. 누룩 균의 성장 과정을 생성된 탄산가스의 양과 무게 손실로 측정하였는데 각각은 균사의 양과 균의 전반적인 대사의 정도를 나타내는 데 사용하였으며, 버섯 균 성장 측정에 자주 사용되고 있다(이, 1992; Lee, 1991; Lee et al., 1999). Ac와 Ro 균들은 다른 균들에 비하여 수분 첨가가 낮은 곳에서 균사의 성장이 왕성하였으나, 전체적인 대사량은 균사의 성장과 다르게 나타났다. Mp의 균의 경우는 균사의 성장은 수분이 많은 곳에서 잘 자라고, 대사는 수분이 낮은 곳에서 많이 일어났다. 따라서 전통적인 고두밥은 황국균(Ao) 보다 접합균(Ac와 Ro)이 더 높은 성장을 보일 것이라는 알 수 있다(Fig. 1). 효소 생산에서도 황국균인 Ao는 수분 첨가가 낮은 곳에서 높게 나타났다. 전통 술 제조에서 고두밥을 사용하는 것은 본 실험 결과에서 볼 수 있는 것처럼 주로 접합균을 위한 것으로 판단된다. 이것은 가정에서 만든 누룩에는 많은 여러 종류의 접합균들이 발견되고(김, 2000), 낮은 수분 농도에서 균들이 잘 자라기 때문이다. 또한 시판되는 막걸리의 맛과는 달랐지만 맛의 구성 성분에서 비록 비슷한 맛을 내었으며 맛의 강도는 달랐다(Table 1). 이러한 결과는 과거의 연구(이 등, 1997; 유 등, 1998)와는 상이하나 누룩에 서식하는 다양한 균들 중 접합균도 술을 제조하는 데 중요한 역할을 하는 것으

로 생각되며 가정에서 제조되는 누룩에서 관찰되는 접합균은 전통주 생산에 필요한 누룩의 구성 균으로 생각된다.

전통술: 현재 술 제조에 있어서 산업적으로 사용되는 균은 황국균과 백국균들이다(배, 1992, 1995). 이들 균들은 대부분 일본에서 개발되어 국내로 도입된 것과 일본의 이론을 근거로 우리 나라에서 자체적으로 개발된 균들이다. 황국균은 공장화된 누룩에서 많이 발견되었고, 백국균은 거의 발견되지 않았다(김, 2000). 황국균은 분류학상 aflatoxin을 생산하는 *A. flavus group*에 속하는 균들(Domsch 등, 1980; Lee, 1998; Raper and Fennell, 1973; Pitt and Hocking, 1985)로 산업에서 많이 이용하는 *A. oryzae*와 *A. sojae*이 포함되는 균들이다(이·장, 1988; 박, 1997; Lee, 1998). 따라서 이러한 균들이 정확하게 동정되고, 식품 독소 문제에 대해 정확한 확인이 중요한 것으로 판단된다. 대부분의 황국균은 녹말 분해력이 높은 것으로 나타났고(김, 2000), 이러한 결과는 다른 연구 결과와도 일치한다(이 등, 1999). 전통적으로 가정에서 제조된 누룩에서는 다양한 많은 접합균이 발견되는 반면 공장에서 제조된 누룩에서는 황국균이 발견된다. 이는 전분의 당화 능력에 의한 선별 과정에서 황국균이 많이 사용된 것으로 추정된다. 그러나 본 실험에서 황국균으로 만들어진 술에는 황국균의 포자 덩어리가 관찰되며 흑국균(*A. niger*)의 경우 검은 포자가, 황국균(*A. oryzae*)의 경우는 갈색 포자가 관찰되어 술의 색에 영향을 주었다.

녹말 분해력이나 누룩의 균 성장력을 관찰하였을 때, 황국균이 다른 접합균 보다는 우수한 능력을 보였으나(김, 2000), 전통주의 제조에서 술의 맛은 오히려 접합균으로 제조된 술이 전통주(막걸리)와 더욱 비슷하게 평가되었다. 이는 과거에는 누룩을 균종원으로 보다 효소원으로 생각하여 황국균의 높은 효소 역가만을 고려한 연구 결과이다(이·이, 1970; 유 등, 1996; 유 등, 1998; 김 등, 1996, 1997b, 1998). 그러나 누룩을 균종원으로 본다면, 본 연구결과와 같이 전통 누룩에 있는 접합균들이 고두밥에서 빨리 자라 술이 만들어지게 된다. 고두밥의 사용과 접합균들의 사용은 짧은 기간에 균을 배양하여 술을 제조하는 우리 전통의 기술이다. 이는 일본식의

술 제조 기술과 다르며, 전통적인 술 제조 기술로 개발되어야 할 필요가 있다.

적 요

한국 전통주인 막걸리의 원료인 누룩에 대한 연구의 일환으로 각종 누룩 균주를 단독 접종하여 술담그기를 한 후 맛과 알코올 농도등을 기존의 방법으로 생산된 말걸리와 비교 연구하였다. 무작위로 선정된 4가지의 균의 성장과정을 무균 상태에서 다양한 수분 첨가조건으로 조사하였으며, 전분 분해능도 관찰하였다. 균사의 성장과정에서 이산화탄소 생산과 무게 손실을 측정하였으며, 그 결과는 균종에 따라서 다르게 나타났다. *Abisida*와 *Rhizopus* 균에서는 수분 함량이 적은 곳에서 잘 자라는 반면 *Aspergillus*와 *Mucor*는 비교적 수분함량이 많은 곳에서 잘 자랐다. 수분 첨가량이 적을수록 전통 누룩에서 발견된 균들이 잘 자랐다. 본 연구에서는 고두밥을 이용해 술을 담그는 전통적인 방법에 의한 경우와 단독 누룩 균을 이용하여 술담그기를 한 경우 그 술의 성분과 맛을 서로 비교하였다. 그 결과, 우리의 전통주는 접합 균을 이용한 많은 누룩으로 만들어지고, 대표적인 균들은 *Abisida*, *Mucor* 및 *Rhizopus*로 생각되었고, 전통 누룩은 효소원이라기 보다는 균종원으로 추론되었다.

참고문헌

- 김교숙. 2000. 한국 전통주에 사용되는 누룩의 균에 대한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문 p 60.
- 김상순. 1990. 식품 가공 저장학. 수확사 Pp 363-380.
- 김재욱, 송승호, 이계호. 1994. 식품 저장 및 가공. 한국방송통신대학교 Pp 388-393.
- _____, 이계호, 전재근, 박관화, 이형주, 안종건. 1993. 농산물 가공 이용학. 한국방송통신대학교 Pp 412-415.
- 김현수, 현지숙, 김정, 하현팔, 유대식. 1996. 시판 전통누룩의 일반적 특성. 계명대학교 기초과학 연구논문집 **15**: 235-242.
- _____, _____, _____, _____, _____. 1997a. 전통 누룩 곰팡이의 연구 동향. 생물산업 **10**: 27-32.
- _____, _____, _____, _____, _____. 1997b. 한국전통누룩에서 분리한 유용 곰팡이의 특성. 한국식품영양과학회지 **26**: 767-774.
- _____, _____, _____, _____, _____. 1998. 한국전통 누룩에서 분리한 유용 곰팡이의 효소학적 특성 및 농정. 한국산업 미생물학회지 **26**: 456-464.
- 박대호. 1997. RAPD 분석을 이용한 *Aspergillus flavus*와 *A. niger* group의 유전적 다형성. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박정용, 이계호, 이찬용. 1995. 한국 전통 누룩에 존재하는 사상균의 분리 동정 및 Amyolytic 효소 활성. 산업미생물학회지 **23**: 737-746.
- 배 무. 1992. 산업미생물학. 민음사 Pp 336-347.
- 배상면. 1995. 전통주 제조기술(탁주·약주편). 국순당 부설 효소연구소 Pp 240.
- 손태화, 홍영석, 하영선. 1985. 최신 식품 분석. 형설출판사 Pp 300.
- 유대식. 1995. 전통 누룩의 특징과 개선 방향. 한국 식품과학회 심포지움 발표 논문집 245-256.
- _____, 김정, 김현수, 현지숙, 하현팔, 박문근. 1998. 한국 전통누룩미생물의 문헌적 고찰(1945년 이후를 중심으로). 한국식품영양과학회지 **27**: 789-799.
- _____, 김현수, 홍진, 하현팔, 김태영, 윤인화. 1996. 누룩미생물의 문헌적 고찰(1945년 이전을 중심으로). 한국영양식품학회지 **25**: 170-179.
- 이계호. 1994. 한국약주 탁주의 특성과 신기술. 생물산업 **7**: 36-46.
- 이병노, 성장근, 오만진. 1997. 전통 누룩곰팡이의 생화학적 및 양조학적 특성. 생물산업 **10**: 10-16.
- 이상선. 1992. GC 를 이용한 뿌리혹박테리아의 질소 고정능 측정. 연창 **14**: 39-40.
- 이용여, 장수경. 1988. 식품학 개론. 형설출판사 Pp 173-183.
- 이주식, 이태우. 1970. 탁주의 Microflora에 관한 연구. 한국 미생물학회지 **8**: 116-133.
- 허한순 외 44명. 1998. 전통누룩과 전통주의 품질향상 및 산업화 기술 연구. 과학기술부.
- Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T. H. 1980. Compendium of Soil Fungi. Academic Press, N.Y.
- Lee, S. S. 1991. The role of rice bran employed in the traditional spawn sawdust medium. *Korean J. Mycol.* **19**: 47-53.
- _____. 1998. Detections of the Mycotoxins on the Korean Traditional Home made Mejus. *Korean J Mycology* **26**: 487-495.
- _____, Lee, J. W., Hong, S. W. and Cho, N. S. 1999. Cultivation of several mushrooms using chestnut peels as an agricultural by-products. *Mokchae Konhak* **27**: 78-86.
- Pitt, J. I. and Hocking, A. D. 1985. Fungi and Food Spoilage. Academic Press. N.Y. p 322.
- Raper, K. B. and Fennell, D. I. 1973. The Genus *Aspergillus*. R. E. Krieger Publishing Company. p 687.