

누룩중의 전분자화성효모의 동정과 그 성질

하덕모 · 김동찬 · 홍석민 · 이철우

동국대학교 공과대학 식품공학과

Identification and Properties of Starch Utilizing Yeasts Isolated from Nuruk

Duk-Mo Ha, Dong-Chan Kim, Suk-Min Hong and Chul-Woo Lee

Department of Food Technology, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

Abstract

Twenty-seven strains of starch utilizing yeasts were isolated from 30 samples of "Nuruk", a traditional starter in Korea. These strains were identified as ten species belonging to four genera; *Hansenula anomala* (six strains), *Hansenula sydowiorum* (two strains), *Saccharomycopsis fibuligera* (four strains), *Schwanniomyces occidentalis* (two strains), *Candida fobianii* (two strains), *Candida famata* (one strain), *Candida hydrocarbofumarica* (three strains), *Candida silvicola* (one strain), *Candida steatolytica* (four strains) and *Candida tropicalis* (two strains). *Saccharomycopsis fibuligera* Nu-01, Nu-08, Nu-12 and Nu-27 produced much amylase, and one of these, *Saccharomycopsis fibuligera* Nu-12 showed the highest amylase activity (16.9 IU/ml). Among the isolates, the strains of *Hansenula anomala* were exhibited relatively high specific growth rate in the medium used starch as a carbon source, and ethanol fermentation by the strains of *Candida hydrocarbofumarica* was not observed.

서 론

우리나라의 전통적인 탁주 및 약주의 양조에는 우리나라 고유의 누룩이 이용되어 왔고 누룩의 종류나 질이 이들 주류의 품질에 크게 영향을 미쳐 온 것은 분명하다.

누룩에 존재하는 미생물에 대해서는 1906년 上野¹⁾가 3종의 *Mucor*속 곰팡이를 분리한 이래 많은 연구가 이루어져왔으며 현재까지 분리 보고된 곰팡이로서는 *Aspergillus*속²⁻⁹⁾, *Absidia*속^{2,3,6)}, *Rhizopus*속^{3,7,8)}, *Mucor*속^{2,3,7)}, *Monascus*속^{2,9)}, *Penicillium*속^{2,3,10)}, *Thamnidium*속¹⁰⁾, *Circinella*속¹⁰⁾, *Zygorrhynchus*속¹⁰⁾, *Helicosporium*속¹⁰⁾, *Alternaria*속¹⁰⁾, *Dematium*속^{2,10)}, *Memoniella*속¹¹⁾, *Cephalosporium*속¹¹⁾, *Neurospora*

속¹¹⁾, *Sachsia*속³⁾ 등이 있고 효모로서는 *Saccharomyces*속^{3,4,12,14-17)}, *Candida*속^{6,18)}, *Torula*속^{2,4)}, *Mycoderma*속²⁻⁴⁾, *Monilia*속^{2,4)}, *Endomyces*속²⁾, *Wilia*속²⁾, *Hansenula*속⁹⁾, *Pichia*속^{4,18)}, *Schizosaccharomyces*속¹⁸⁾, *Oidium*속²⁾, *Rhodotorula*속¹⁸⁾ 등이 있으나 누룩으로부터 분리된 균주의 동정은 *Aspergillus*속, *Saccharomyces*속 등의 균주를 제외하고는 대부분 속에 그치고 있으며 미생물학적 성질에 대한 기재도 충분하지 못하여 주된 균종 이외는 누룩중에 존재하는 균종을 정확하게 파악하기는 어려운 실정이다.

누룩은 고오지(麴)와는 달리 소맥을 원료로하여 미생물의 자연착생에 의해서 만들어질 뿐 아니라 원료의 증자과정도 없으므로 누룩중에는 소맥원료 등에서 유래되는 전분자화성효모가 존재하고 탁주의 발효에 영향을 미치고 있을 것으로 추측된다. 그러므로 저자들은 각 지방에서 수집한 누룩 시료

1989년 9월 26일 수리

Corresponding author : D.M. Ha

로부터 전분자화성효모를 분리, 동정하고 이들 분리효모의 비중식속도, amylase 활성, 알콜발효능 등을 조사하였기에 이에 대해서 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시료 누룩

전국 17개 지역으로부터 수집한 30개 누룩 시료를 사용하였다. 즉 서울에서 6개 시료, 수원, 대전, 대구, 부산, 광주, 속초, 제주에서 2개 시료 안양, 충주, 제천, 경주, 마산, 고성, 전주, 목포 강릉, 동해에서 1개 시료를 각각 수집하였으며, 시료누룩은 이들 지역의 시장 등에서 판매되고 있는 우리나라의 전통적인 누룩으로 내부까지 골고루 미생물이 번식되고 색깔은 황백색 내지 회백색을 띠며 누룩 특유의 냄새가 나는 원판형의 것이었다.

전분자화성효모의 분리

Table 1의 A 액체배지에 누룩시료를 가하고 진탕배양에 의하여 집식배양한 다음 같은 조성의 한천배지를 사용하여 순수 분리하였다. 순수 분리된 균주는 YM 한천배지(yeast extract-malt extract agar)에 사면배양하여 5°C에 보관하면서 이하의 실험에 사용하였다.

Table 1. Composition of media

Components(g/liter)	A	B	C
Soluble starch	10.0	50.0	
Glucose			100.0
Peptone		7.0	5.0
(NH ₄) ₂ SO ₄	5.0		
(NH ₄) ₂ HPO ₄			2.0
KH ₂ PO ₄	1.0	1.0	2.0
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5	0.5	1.0
Yeast extract	0.1	0.1	2.0
pH	5.4	5.8	6.0

- A: Medium for the isolation of starch utilizing yeasts.
- B: Medium for the amylase production and the growth tests on various carbon sources.
- C: Medium for the alcohol fermentation.

분리효모균주의 동정

분리효모균주는 Kreger-van Riji편 『The Yeasts』 제 3판²⁰⁾의 방법에 준하여 형태학적, 생리학적, 생화학적인 성질을 시험하고 미생물학적 특징에 따라 동정하였으며 기타의 동정서²⁰⁻²²⁾도 참고로 하였다.

분리효모균주의 quinone system을 알아 보기 위하여 분리효모 균체를 0.05M EDTA용액(pH 7.5)으로 2회 세척하고 Yamada와 Kondo의 방법²³⁾에 따라 검화물을 제거하고 TLC로 정제된 ubiquinone을 얻은 다음 HPLC(LC5-A, Shimadzu Corp.)를 사용하여 Tamaoka 등²⁴⁾의 방법에 따라 분석하였으며 Zorbox-ODS prepacked column(4.6 × 250mm)을 고정상으로, methanol : isopropyl ether(3 : 1, V/V)을 이동상으로 하였다. Peak의 검출에는 270nm의 자외선 흡광도 monitor (SPD-2AM, Shimadzu Corp.)를 사용하였다.

Amylase 활성의 측정

Table 1의 B 액체배지 100ml를 500ml 삼각 플라스크에 분주살균한 다음 전배양한 각 효모균주의 배양액 1ml를 접종하여 30°C에서 5일간 160rpm으로 진탕배양하면서 24시간마다 amylase 활성을 측정하였다.

Amylase 활성의 측정에는 배양액을 원심 분리(3,000rpm, 15분)하여 그 상정액을 효소액으로 사용하였다. 2% soluble starch 0.5ml과 0.1M 초산 완충액 0.25ml에 효소액 0.25ml를 가하여 40°C에서 10분간 반응시켜 dinitrosalicylic acid에 의한 비색법²⁵⁾으로 생성환원당을 정량하여 각 균주의 amylase 활성을 비교하였다.

효소역가는 효소용액 1ml가 40°C에서 1분간에 1μmol의 glucose에 상당하는 환원력을 나타내는 효소활성을 1 unit로 하는 international unit로 표시하였다.

비중식속도

Glucose 및 soluble starch의 탄소원별로 각 분리균주의 성장속도를 측정 비교하였다.

각 탄소원을 탄소량으로 환산하여 배지 1l당 2.2g이 되도록 각각 첨가한 Table 1의 B액체배지를 사용하여 amylase 활성 측정시와 같은 조건으로 배양하면서 일정 시간마다 배양액의 일정량을 취하여 3회 세척한 다음 처음 취한 양과 같은 부피가 되도록 증류수로 현탁하여 비탁법과 Thoma의 혈구계에 의해서 직접계수하는 방법으로 증식

도를 측정하고 비증식도를 Pilone과 Kunkee²⁶⁾의 방법에 따라 산출하였다.

흡광도의 측정에서는 spectrophotometer(Spectronic-20, Baush & Lomb Co.)를 사용하였다.

알콜 발효능

Table 1의 C액체배지 100ml를 300ml 삼각플라스크에 분주 살균한 다음 전배양한 효모 3백균이를 접종하고 발효조건을 장치하여 30°C에서 배양하였다. 발효가 종료된 후 알콜함량을 측정하여 발효율을 산출하고 각 분리균주의 알콜발효능을 비교하였다.

당함량은 Somogyi변법²⁷⁾으로, 알콜함량은 산화법²⁸⁾으로 각각 측정하였다.

결과 및 고찰

전분자화성효모의 분리 및 동정

전국 각지에서 수집된 30개의 누룩 시료로부터 전분자화성효모 27균주가 분리되었다. 각 시료에서 1~2균주가 분리되었으며 전혀 분리되지 않은 시료도 있었다.

순수분리된 전분자화성 효모균주의 형태학적, 생리적, 생화학적 성질은 Table 2와 같으며 이들 균주를 다음과 같이 동정하였다.

① *Hansenula anomala*(Hansen) H. et P. Sydow
균주 : Nu-13, Nu-14, Nu-17, Nu-18, Nu-24, Nu-30

다극출아를 하며 위균사와 모자형의 자낭포자를 형성하고 질산염 자화성으로 *Hansenula* 속에 속하며 glucose, sucrose, maltose 및 erythritol 자화성이며 비타민 비요구성으로 *Hansenula anomala*의 기재와 잘 일치하였다. Nu-13, Nu-17, Nu-24 및 Nu-30 균주는 그 성질이 동일하며 Nu-18균주는 raffinose를 자화하지 않는 점이 다르다.

② *Hansenula sydowiorum* Scott et van Der Walt

균주 : Nu-04, Nu-26

Hansenula 속의 특징을 나타내고 glucose, maltose 및 sucrose발효성, maltose, rhamnose 및 melibiose 자화성으로 기재와 잘 일치하고 Nu-26 균주는 lactose 자화성, raffinose 비자화성으로 Nu-04균주와 다르다.

③ *Saccharomycopsis fibuligera* (Lindner) Klöcker

균주 : Nu-1, Nu-8, Nu-12, Nu-27

출아포자와 함께 진균사를 흔히 볼 수 있으며 모자형의 자낭포자를 형성하고 질산염을 자화하지 않는 등 *Saccharomycopsis*의 특징을 나타내고 glucose 발효성, starch 및 sucrose 자화성으로 기재와 잘 일치하였다. 4균주 중 Nu-01 및 Nu-08 균주의 성질은 동일하고 Nu-27균주는 trehalose 비자화성이며 Nu-12 균주는 cellobiose 비자화성으로 앞의 두 균주와는 서로 다르다.

④ *Schwanniomyces occidentalis* Klöcker

균주 : Nu-16, Nu-19

다극출아를 하고 위균사는 형성하지 않으며 또 구형의 자낭포자는 표면이 고르지 않고 질산염 비자화성으로 *Schwanniomyces*의 특징을 나타내었다. Nu-16 및 Nu-19 균주는 glucose, galactose, sucrose 및 maltose 발효성, galactose, sucrose, maltose, trehalose, starch 및 xylose 자화성으로 *Schwanniomyces occidentalis* var. *occidentalis*의 기재와 잘 일치하였다.

⑤ *Candida fabianii* Kodama, Kyono, Iida et Onoyama

균주 : Nu-05, Nu-09

다극출아를 하며 위균사를 형성하고 자낭포자를 볼 수 없는 등 *Candida* 속의 특징을 나타내고 glucose 발효성, maltose, cellobiose 및 질산염 자화성, inositol, rhamnose 및 erythritol 비자화성이며 37°C에서 생육하고 diazonium blue B 시험 음성으로 거의 모든 성질이 기재와 일치하였다.

⑥ *Candida famata* (Harrison) Meyer et Yarrow

균주 : Nu-23

Candida 속의 특징을 나타내고 진균사 및 위균사를 형성하지 않으며 lactose, raffinose 및 erythritol 자화성이며 rhamnose, inositol 및 질산염 비자화성이고 diazonium blue B 시험 음성으로 모든 성질이 기재의 특징과 잘 일치하였다.

⑦ *Candida hydrocarbofumarica* Yamada et al ex. Ramirez

균주 : Nu-15, Nu-22, Nu-25

3 균주는 *Candida*속의 특징을 나타내고 모두 그 성질이 동일하다. 위균사를 형성하고 비발효성이며 maltose, erythritol, inositol 및 질산염자화성이고 diazonium blue B 시험 음성으로 여러 성질이 기재와 거의 일치하였다.

⑧ *Candida silvicola* Shifrine et Phaff

균주 : Nu-06

*Candida*속의 특징을 나타내고 glucose 발효성, maltose 비발효성이며 cellobiose, maltose, rhamnose, sucrose, 질산염 자화성, inositol 비자화성이고 비타민 요구성 및 diazonium blue B시험 음성으로 기재와 거의 일치하였다.

⑨ *Candida steatolytica* Yarrow

균주 : Nu-02, Nu-20, Nu-21, Nu-29

*Candida*속의 특징을 나타내고 inositol 및 citrate 자화성, erythritol 및 질산염 비자화성이며 diazonium blue B시험 음성으로 그 특징이 기재와 일치하였다. Nu-02, Nu-20 및 Nu-21 균주의 성질은 동일하고 비타민 비요구성이며 raffinose 및 ribose 비자화성으로 Nu-29 균주와 다르다.

⑩ *Candida tropicalis* (Castellani) Berkhout

균주 : Nu-01, Nu-28

*Candida*속의 특징을 나타내고 maltose 및 sucrose 발효성이며 maltose, galactose 및 strach 자화성, inositol, lactose, raffinose 및 erythritol 비자화성이고 diazonium blue B시험 음성으로 여러 특징이 기재와 잘 일치하였다. Nu-03 균주는 L-arabinose 비자화성, 비타민 비요구성으로 Nu-28 균주와 다르다.

이상과 같이 누룩으로부터 분리된 27균주의 전분자화성효모는 *Hansenula anomala* (6균주), *Hansenula sydowiorum*(2균주), *Saccharomyopsis fibuligera*(4균주), *Schwanniomyces occidentalis* var. *occidentalis*(2균주), *Candida fabianii*(2균주), *Candida famata*(1균주), *Candida hydrocarbofumarica*(3균주), *Candida silvicola*(1균주), *Candida steatolytica*(4균주) 및 *Candida tropicalis*(2종)의 4속 10종으로 동정되었다. 분리빈도가 가장 높은 균종은 *Hansenula anomala*이며 *Candida steatolytica* 및 *Saccharomyopsis fibuligera*도 비교적 그 빈도가 높은 경향이였다.

현재까지 우리나라의 누룩에서 분리 보고된 효모는 12속에 이르고 있으나 그 대부분이 *Saccharomyces*속에 관한 것이고 이들 분리효모의 전분자화성에 관련된 기체는 찾아볼 수 없으며 주된 전분자화성효모로 추정되는 *Candida*속 등의 효모는 대부분 종까지 동정이 안되어 있을 뿐 아니라 분리균주의 성질에 관한 기재가 불완전하고 분류체계도 바뀌어서 본 연구에서 분리한 효모균주와 구체적으로 그 성질을 비교할 수 없었으나 長西²⁾

가 1928년에 누룩으로부터 분리보고한 *Endomyces lindneri* 및 *Endomyces hordei*는 『The Yeasts』¹⁹⁾에 의하면 본 연구에서 분리 동정된 *Saccharomyopsis fibuligera*의 synonym이다.

*Saccharomyopsis fibuligera*는 인도네시아의 Tape, Brem wine 등 많은 발효식품의 starter로서 이용되고 있는 Ragi의 amylase 생성균이며²⁰⁾ 태국에서 주류제조시에 같은 목적으로 이용되고 있는 Look Pang의 주된 효모로서 그 glucoamylase 활성이 높거니와³⁰⁾ 본 연구에 있어서 누룩에서 분리되는 것으로 보아 우리나라의 탁주의 양조에 있어서도 때에 따라서는 전분의 당화 및 알콜발효에 관여하고 있으며, 또 많은 종류의 균주가 분리되는 *Candida*속, *Hansenula*속 등의 효모도 *Saccharomyopsis fibuligera*와 함께 주질에 영향을 미치고 있을 것으로 추측된다.

분리효모균주의 amylase 활성

Soluble starch를 탄소원으로 한 각 균주의 배양액의 amylase 활성의 최고치는 Table 3과 같다.

분리효모균주 중 *Saccharomyopsis fibuligera*로 동정된 Nu-01, Nu-08, Nu-12 및 Nu-27의 4균주는 14.8 IU/ml, 13.8 IU/ml, 16.9 IU/ml 및 8.2 IU/ml의 높은 amylase 활성을 각각 나타내었다.

분리효모균주의 비증식속도

Glucose와 soluble starch를 각각 탄소원으로 사용하였을 때의 각 분리효모균주의 비증식 속도는 Table 4와 같다.

비증식속도에 대한 탄소원의 영향은 균주에 따라 다르며 일정한 경향은 볼 수 없으나 starch를 탄소원으로 한 배지에서 일반적으로 *Hansenula anomala*의 균주가 높은 비증식속도를 나타내었으며 *Saccharomyopsis fibuligera*의 균주는 glucose 및 starch를 탄소원으로 한 두 배지에서 모두 비교적 높은 비증식 속도를 나타내었다.

분리효모균주의 ethanol 발효

각 분리효모균주의 발효액중의 알콜농도와 발효율은 Table 5와 같다.

각 분리효모균주의 알콜 발효율은 *Hansenula anomala* Nu-14, *Schwanniomyces occidentalis* var. *occidentalis* Nu-16, *Schwanniomyces occidentalis* var. *occidentalis* Nu-19 및 *Candida*

Table 3. Amylase production by the isolates

Species and strain No.	Amylase activity* (IU/ml medium)	Species and strain No.	Amylase activity* (IU/ml medium)
<i>Hansenula anomala</i>		<i>Candida fabianii</i>	
Nu-13	2.0	Nu-05	2.0
Nu-14	1.8	Nu-09	1.4
Nu-17	1.7	<i>Candida famata</i>	
Nu-18	1.2	Nu-23	3.6
Nu-24	1.9	<i>Candida hydrocarbofumarica</i>	
Nu-30	1.6	Nu-15	1.6
<i>Hansenula sydowiorum</i>		Nu-22	1.9
Nu-04	0.3	Nu-25	0.6
Nu-26	1.4	<i>Candida silvicola</i>	
<i>Saccharomycopsis fibuligera</i>		Nu-06	0.3
Nu-01	14.8	<i>Candida steatolytica</i>	
Nu-08	13.8	Nu-02	0.3
Nu-12	16.9	Nu-20	2.1
Nu-27	8.2	Nu-21	2.2
<i>Schwanniomyces occidentalis</i> var. <i>occidentalis</i>		Nu-29	1.1
Nu-16	1.1	<i>Candida tropicalis</i>	
Nu-19	1.3	Nu-03	0.4
		Nu-28	0.8

* One amylase activity unit is defined as the amount of amylase which release one μ mol of glucose from soluble starch at 50°C in 10min.

Table 4. Specific growth rate of the isolates

(Unit : hr⁻¹)

Species and strain No.	Carbon source		Species and strain No.	Carbon source	
	Glucose	Starch		Glucose	Starch
<i>Hansenula anomala</i>			<i>Candida fabianii</i>		
Nu-13	0.056	0.041	Nu-05	0.068	0.107
Nu-14	0.023	0.110	Nu-09	0.218	0.110
Nu-17	0.086	0.092	<i>Candida famata</i>		
Nu-18	0.038	0.113	Nu-23	0.015	0.014
Nu-24	0.044	0.120	<i>Candida hydrocarbofumarica</i>		
Nu-30	0.046	0.024	Nu-15	0.017	0.027
<i>Hansenula sydowiorum</i>			Nu-22	0.079	0.045
Nu-04	0.056	0.047	Nu-25	0.044	0.014
Nu-26	0.172	0.087	<i>Candida silvicola</i>		
<i>Saccharomycopsis fibuligera</i>			Nu-06	0.106	0.093
Nu-01	0.195	0.193	<i>Candida steatolytica</i>		
Nu-08	0.177	0.180	Nu-02	0.228	0.309
Nu-12	0.102	0.098	Nu-20	0.012	0.062
Nu-27	0.130	0.141	Nu-21	0.027	0.078
<i>Schwanniomyces occidentalis</i> var. <i>occidentalis</i>			Nu-29	0.125	0.034
Nu-16	0.010	0.024	<i>Candida tropicalis</i>		
Nu-19	0.037	0.030	Nu-03	0.260	0.120
			Nu-28	0.070	0.060

Table 5. Ethanol fermentation by the isolates

Species and strain No.	Fermentation time (day)	Ethanol concentration (% v/v)	Fermentation efficiency(%)
<i>Hansenula anomala</i>			
Nu-13	5	4.3	62.6
Nu-14	6	5.8	88.3
Nu-17	6	5.0	73.8
Nu-18	5	4.1	60.9
Nu-24	4	4.2	61.3
Nu-30	5	5.5	80.3
<i>Hansenula sydowiorum</i>			
Nu-04	4	4.7	70.8
Nu-26	4	4.6	67.1
<i>Saccharomycopsis fibuligera</i>			
Nu, 01	9	4.5	67.4
Nu-08	10	4.7	70.8
Nu-12	8	3.8	56.6
Nu-27	10	4.4	62.6
<i>Schwanniomyces occidentalis</i> var. <i>occidentalis</i>			
Nu-16	6	5.4	82.8
Nu-19	4	5.5	81.8
<i>Candida fabianii</i>			
Nu-05	4	4.7	70.5
Nu-09	7	5.0	74.2
<i>Candida famata</i>			
Nu-23	5	4.2	62.6
<i>Candida hydrocarbofumarica</i>			
Nu-15	8	ND	
Nu-22	6	ND	
Nu-25	6	ND	
<i>Candida silvicola</i>			
Nu-06	4	4.7	70.7
<i>Candida steatolytica</i>			
Nu-02	3	5.2	77.5
Nu-20	6	5.2	76.7
Nu-21	5	5.1	76.7
Nu-29	6	3.8	56.6
<i>Candida tropicalis</i>			
Nu-03	3	5.3	79.0
Nu-28	5	5.3	81.0

ND : Not detected.

tropicalis Nu-03 등이 약 70% 이상으로 비교적 높으며 대부분의 균주가 60% 이상의 발효율을 나타내었으나 *Candida hydrocarbofumarica*는 비발효성 효모로 이 균종의 Nu-15, Nu-22 및 Nu-25 균주에 있어서는 알콜생성을 확인할 수 없었다.

Amylase 활성이 높은 *Saccharomycopsis fibuligera* Nu-01, Nu-08, Nu-12 및 Nu-27의 균주들은 발효속도가 완만하여 알콜 농도가 최고치

에 도달하는데 8일 이상이 소요되었다. 이와같은 amylase 활성이 높은 진분자화성효모는 알콜발효능이 약한데 대해서 *Candida*속, *Hansenula*속 등의 amylase 활성이 낮은 균주는 비교적 높은 발효율을 나타내는 경향이였다.

요 약

전국 각지로부터 수집한 30개 누룩 시료로부터 27균주의 전분자화성효모를 분리하여 이들 균주를 *Hansenula anomala*(6균주), *Hansenula sydowiorum*(2균주), *Saccharomycopsis fibuligera*(4균주), *Schwanniomyces occidentalis*(2균주), *Candida fabianii*(2균주), *Candida famata*(1균주), *Candida hydrocarbofumarica*(3균주), *Candida silvicola*(1균주), *Candida steatolytica*(4균주), *Candida tropicalis*(2균주)의 4속 10종으로 동정하였다.

분리효모균주 중 *Saccharomycopsis fibuligera* Nu-01, Nu-08, Nu-12 및 Nu-27은 높은 amylase 활성을 나타내고 이들 균주중 Nu-12는 가장 높은 amylase 활성(16.9 IU/ml)을 나타내었다.

분리효모균주의 비증식속도는 starch를 탄소원으로 한 배지에서 *Hansenula anomala*의 균주가 일반적으로 높았고 ethanol 발효에 있어서는 *Candida hydrocarbofumarica* Nu-15, Nu-22 및 Nu-25를 제외한 모든 분리균주가 알콜을 생성하였다.

사 사

본 연구를 위하여 지원해 주신 주식회사 미원부설 한국음식 문화연구원에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 上野金次郎 : 日本藥學雜誌, 227 : 203(1906)
2. 長西廣輔 : 日本釀造學雜誌, 6 : 717(1928); 日本釀造協會誌, 24(10) : 30(1929); 日本釀造協會誌, 25(1) : 37(1930)
3. 齋藤賢道 : 朝鮮酒造協會雜誌, 5(1) : 26(1928)
4. 武田義人 : 日本農藝化學會誌, 6 : 1023(1930)
5. 李斗永 : 미생물학회지, 5 : 51(1967)
6. 신용두, 조덕현 ; 미생물학회지, 8 : 53(1970)
7. 李周植, 李泰雨 : 미생물학회지, 8 : 116(1970)
8. 鄭基澤, 俞大根 : 미생물학회지, 9 : 103(1971)

9. 佐藤喜吉 : 日本農藝化學會誌, 6 : 957(1930)
10. 金旺俊 : 東國大學校 大學院 碩士學位 請求論文(1981)
11. 崔淑熙 : 成均館大學校 碩士學位論文集, 234 (1961)
12. 武田義人 : 朝鮮酒造協會雜誌, 4(2) : 15 (1927)
13. 武田義人 : 日本農藝化學會誌, 10 : 281(1934)
14. 韓容錫, 金奇珠 : 中央工業研究所報告, 15 : 22 (1965)
15. 齋藤賢道 : 釀造試驗所報告, 15 : 22(1965)
16. 鹿又 親 : 釀造試驗所報告, 17(6) : 30(1910)
17. 金燦祚 : 農化學會誌, 10 : 69(1968)
18. 이백함, 정정구 : 기술연구소보, 제 2호 : 14 (1969)
19. Kreger-Van Rij, N.J.W.(ed.) : "The Yeasts, A Taxonomic Study," 3rd ed. Elsevier Science Publ., Amsterdam (1984)
20. Barnett, J.A., Payne, R.W. and Yarrow, D.: "Yeasts: Characteristics and Identification," Cambridge Univ. Press, Cambridge (1983)
21. 長谷川 武治 : 微生物の分類と同定, 東京大學出版會(1975)
22. 飯塚 廣 : 酵母の分類同定法, 東京大學出版會 (1969)
23. Yamada, Y. and Kondo, L.: J. Gen. Appl. Microbiol., 19 : 59(1973)
24. Tamaoka, J., Katayama-Fujimura, Y. and Kuraishi, H.: J. Appl. Bacteriol., 54 : 31 (1983)
25. Miller, G.L.: Anal. Chem., 31 : 426(1959)
26. Pilone, G.J. and Kunkee, R.E.: Appl. Environ. Microbiol., 32 : 3(1976)
27. Somogi, M.: J. Biol. Chem., 195 : 19(1952)
28. 日本醬油研究所編 : しょうゆ試験法, p.9(1985)
29. Kato, K., Kusamoto, K., Banno, I. and Harada, T.: J. Ferment. Technol. 54 : 831 (1976)
30. Sukhumavas, J., Kato, K. and Harada, T.: J. Ferment. Technol., 53 : 559(1975)