

쌀 입국 제조시 *Rhizopus* sp. ZB9의 배양조건이 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향

†소 명 환 · 이 영 숙*

부천대학 식품영양학과, *짐바이오

Effects of Culture Conditions of *Rhizopus* sp. ZB9 on the Production of Saccharifying Amylase during the Preparation of Rice Koji

†Myung-Hwan So and Young-Sook Lee*

Dept. of Food and Nutrition, Bucheon University, Bucheon 420-735, Korea

*Zymbio Institute, Seosan 356-861, Korea

Abstract

This study was conducted to determine the influence of cultural conditions such as temperature, time, water content, koji-thickness and agitation on the production of saccharifying amylase by *Rhizopus* sp. ZB9 isolated from Korean *Nuruk* during the preparation of rice koji, which is used in brewing Korean rice wines, *Takju* and *Yakju*. Rice kojies were made under different cultural conditions, and the saccharifying activities of each koji were tested. The temperature range suitable for the production of saccharifying amylase was 28~36°C. Based on the saccharifying activity and color, 60 hours of cultivation at 28°C was believed to produce the optimum results. The water contents of steamed rice suitable for the production of saccharifying amylase were 35~40%. An increase in koji-thickness induced no adverse effects on the production of saccharifying amylase, but agitation-work during cultivation had a harmful effect.

Key words: *Rhizopus* sp., rice koji, koji, culture condition, saccharifying amylase.

서 론

쌀 입국은 증자한 쌀에 곰팡이를 인위적으로 접종한 후 배양한 것으로 탁주, 약주 및 청주의 양조에 이용되는 대표적인 발효제이다. 곰팡이에 의하여 생성된 각종 아밀라아제를 함유하고 있어서 원료 중의 전분을 발효성 당으로 전환하는 것이 주된 역할이다.

전통적인 탁주와 약주의 제조에서는 누룩이 유일한 발효제로 사용되었으나, 해방 직전에 *Aspergillus kawachii* 균이 일본에서 도입되어 입국의 형태로 탁주 및 약주의 제조에 이용되어 오늘에 이르고 있다(Rha KY 1989). *Aspergillus kawachii*는 1927년경 일본의 가고시마에서 흑국균인 *Aspergillus awamori*

의 백색 변이주로 Kawachi(河内) 씨에 의하여 처음으로 발견되었는데, 포자의 색이 희고, 구연산, 당화 아밀라아제, 액화아밀라아제 등을 생산하는 특성이 있어 일본에서는 고구마 소주 제조시의 코오지 균으로 쓰이고 있다(北原 & 久留 1949).

최근에 탁주의 국내 소비량뿐만 아니라 일본으로의 수출량도 급격히 늘어나고 있는 시점에 우리의 탁주 제조 방법이 한국적이지 못하다는 지적이 강력히 제기되고 있다(박록담 2009). 전통적인 탁주와 약주의 고유한 발효제는 누룩인데 일본에서 개발한 곰팡이로서 우리의 전통술을 만들어서야 되겠느냐는 것이다. 이 문제를 해결하기 위하여 우리의 누룩에서 우수한 곰팡이를 분리하여 탁주와 약주의 발효제 제조에 사용하여야 한다는 방안도 새롭게 제기되고 있다(김종실 2009).

† Corresponding author: Myung-Hwan So, Dept. of Food and Nutrition, Bucheon University, 424 Simgok-dong, Wonmi-gu, Bucheon-si, Gyeonggi-do 420-735, Korea. Tel: +82-32-610-3442, Fax: +82-32-510-3205, E-mail: mhso@bc.ac.kr

우리의 누룩에서 당화 아밀라아제 생성을 주도하는 미생물이 *Rhizopus* 속의 곰팡이라는 사실은 오래 전부터 잘 알려져 있다(이성우 1988; 이계호 1994; Park 등 1995; Yu 등 1996). 또한 *Rhizopus* 속의 곰팡이를 누룩 제조에 인위적으로 접종하여 누룩의 품질을 향상시키려는 연구도 다수 있었다(Lee 등 1969; So MH 1993a; So MH 1999; So 등 1999a; So 등 1999b; So 등 1999c). 그러나 누룩을 제조할 때 미생물을 인위적으로 접종하는 것이 오래 전부터 법으로 금지되어져 있어서(국세청 1975; 식품의약품안전청 2009) 우량 미생물 접종을 통한 누룩의 품질 개선은 실용화되지 못하고 있으며, 품질 개선이 뒤따르지 못한 우리의 누룩은 양조업계에서 설 자리를 잃고 말았다.

저자들은 현행법에서 실용화가 가능하고 현재의 양조장 여건에서 쉽게 적용할 수 있는 방법으로 문제의 해결을 시도하였다. 즉, 탁주를 양조할 때 우리 누룩의 주 곰팡이인 *Rhizopus* 속으로 제조한 쌀 입국을 양조에 사용하면 *Aspregillus kawachii* 로 제조한 쌀 입국을 사용하는 것에 못지않게 발효가 잘 진행되고 탁주의 품질도 좋음을 확인하고(So & Lee 2003), *Rhizopus* 속의 쌀 입국 생산에 필요한 기초 자료를 얻기 위한 일련의 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 한국의 누룩에서 분리한 *Rhizopus* sp. ZB9로서 탁주 및 약주 양조에 필요한 쌀 입국을 제조할 때 배양온도, 배양시간, 증미 수분 함량, 입국 두께, 교반 작업 등이 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향을 검토하여 적절한 배양조건을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 *Rhizopus* sp. ZB9는 전통 누룩에서 분리하여 김바이오 연구소에 보존 중인 것이며, 쌀은 농협 창고에 2년간 보존 후 도정한 경질미로 인천합동탁주에서 구하였다.

2. 종국의 제조

쌀 입국 제조에 필요한 곰팡이는 다음과 같이 종국을 제조하여 사용하였다. 먼저 현미를 4시간 침수한 후 110°C에서 30분간 증자한 다음 *Rhizopus* sp. ZB9를 접종하여 32°C에서 10일간 배양하여 포자가 충분히 형성되게 하였다. 이어서 배양물을 40°C에서 3일간 건조시킨 후 건열 멸균한 전분을 동량 첨가하고 고루 혼합한 다음 멸균된 체로 쳐서 곰팡이 포자를 다량 함유한 전분을 회수하였다.

3. 쌀 입국의 제조

쌀을 2시간 침수하여 물기를 빼고 105°C에서 20분간 1차

증자한 후 쌀 무게의 10%에 해당하는 물을 첨가하여 105°C에서 20분간 2차 증자하였다. 증자한 쌀을 250 ml의 삼각 플라스크에 30 g씩 무균적으로 취해 넣고 종국 0.1 g을 가한 후 솜 마개를 하고 흔들어 혼합한 다음 28, 32 및 36°C의 항온기에서 48시간 배양하였다.

다만 배양온도의 영향을 검사할 때에는 배양온도를 20, 24, 28, 32, 36, 40 및 44°C로 하였고, 배양시간의 영향을 검사할 때에는 배양시간을 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66 및 72시간으로 하였다.

또한 증미 수분 함량의 영향을 검사할 때에는 1차 증자한 증미의 수분 함량이 25% 되게 하고, 이에 물을 가하여 증미 수분 함량이 30, 35, 40, 45, 50 및 55% 되게 한 후 삼각 플라스크에 넣고 알루미늄 포일로 밀봉하여 2차 증자하였다.

입국 두께의 영향을 검사할 때에는 종국을 접종한 증미를 직경 15 mm, 높이 100 mm의 시험관에 증미 두께가 각각 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 및 8 cm 되게 넣은 후 시험관의 입구를 멸균된 무명천으로 가볍게 덮고 90%의 습도가 유지되는 항온기에서 배양하였다. 시험관을 사용한 이유는 입국을 두껍게 하여 배양할 때 곰팡이의 호흡열로 품온이 높아지는 것을 방지하기 위해서이다.

교반의 영향을 검사할 때는 배양 24시간에 1차 교반, 30시간에 2차 교반, 36시간에 3차 교반, 42시간에 4차 교반을 각각 실시하되, 실험구 배치는 교반을 하지 않은 무교반구, 1차 교반만 실시한 1회 교반구, 1차 및 2차 교반을 실시한 2회 교반구, 1차, 2차 및 3차 교반을 실시한 3회 교반구, 1차, 2차, 3차 및 4차 교반을 실시한 4회 교반구로 하였다. 교반 작업은 멸균된 유리봉으로 입국의 덩어리를 깬 후 입국이 든 삼각 플라스크를 옆으로 45도 기울인 상태에서 천천히 삼각 플라스크를 5바퀴 회전시켜 입국이 혼합되게 하였다.

4. 시료의 채취 및 보존

입국을 시료로 채취할 때는 덩어리를 깨고 흔들어 섞어서 무균작업대에서 정확히 5 g을 취하여 멸균된 비닐 주머니에 넣어 1회의 배양이 끝날 때까지 5°C의 냉장고에 6~18시간 보관하였다.

5. 효소액의 조제

입국 시료 5 g을 250 ml 삼각 플라스크에 넣고 1% 식염수 100 ml를 가한 다음 실온에서 20분 간격으로 흔들어 주면서 3시간 동안 침출한 후 원심분리하여 그 상침액을 실험용 효소액(5% 효소액)으로 사용하였다.

6. 기질의 조제

가용성 전분을 끓는 물에 녹여 4% 가용성 전분 용액을 만

든 다음 이에 동량의 0.1 N 초산완충용액(pH 5.0)을 가하여 pH 5.0인 2% 전분용액을 만들어 기질로 사용하였다.

7. 당화 아밀라아제 활성도의 측정

국세청의 발효제 분석규정(국세청 1990)에 따라 기질 용액 50 ml를 대형 시험관에 넣고 55°C의 항온 수조에서 10분간 예열한 다음 효소액 10 ml를 가하여 정확히 60분간 당화시킨 다음 즉시 0.5 N NaOH 용액 10 ml를 가하여 효소반응을 중지시키고, 냉수에 담가 냉각시킨 후 증류수를 가하여 전체 액이 100 ml 되게 하고, 효소 반응에 의하여 생성된 환원당의 양을 Lane-Eynon법(주 등 1995)으로 측정하여 당화율 15%에서 입국 1 g이 60분간 반응하여 생성하는 포도당 mg 수로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 배양온도가 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향

증미에 *Rhizopus* sp. ZB9를 접종하여 배양온도를 20, 24, 28, 32, 36, 40 및 44°C로 각각 조정하여 배양하면서 배양시간이 30, 40 및 48시간 경과했을 때 입국의 당화 아밀라아제 활성도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같았다.

배양 30시간에서 측정했을 때는 36°C에서의 배양이 가장 좋았고, 배양 40시간에서 측정했을 때는 32°C에서의 배양이 가장 좋았으며, 배양 48시간에서 측정했을 때에는 28°C에서

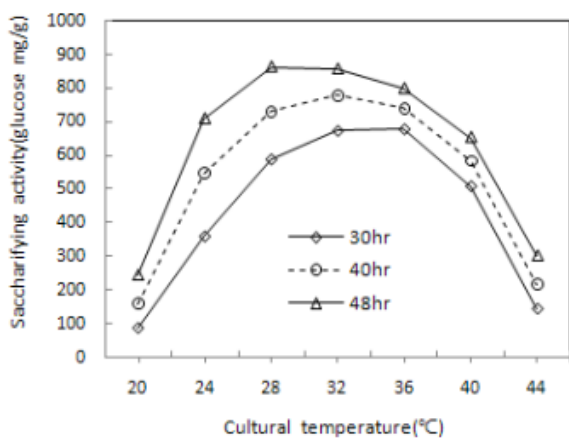


Fig. 1. Influence of cultural temperature of *Rhizopus* sp. ZB9 on the production of saccharifying amylose during the preparation of rice koji. Rice kojies were cultivated under different temperatures from 30 to 44°C for 30, 40 or 48 hours. Saccharifying activities were tested using 2% solution of soluble starch at 55°C and pH 5.0. The results were expressed as glucose mg produced from 1 g of sample koji for 1 hour.

의 배양이 가장 좋았다. 이와 같은 결과는 Kim 등(1985)이 *Rhizopus oryzae*로서 연구한 결과와는 일치하나, So MH(1993b)가 *Aspergillus kawachii*로서 연구한 결과 및 So MH(1993c)가 *Aspergillus oryzae*로서 연구한 결과보다는 4°C 정도가 낮으며, So MH(1993a)가 *Rhizopus japonicus*로서 연구한 결과보다는 4°C 정도가 높는데, 이것은 사용하는 균종과 균주의 특성에 해당되는 것으로 생각된다.

2. 배양시간이 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향

증미에 *Rhizopus* sp. ZB9를 접종하여 28, 32 및 36°C에서 배양하면서 배양 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66 및 72시간에 입국 시료를 채취하여 당화 아밀라아제의 활성도를 측정된 결과는 Fig. 2와 같았다.

28, 32 및 36°C 모두에서 배양시간의 경과와 함께 당화 아밀라아제의 활성도가 증가하였는데, 배양 초기에는 36°C에서의 배양이 유리하였으나 배양 후기로 갈수록 28°C에서의 배양이 유리하였다.

따라서 본 곰팡이로 입국을 제조할 때는 가능하면 28°C에서 48시간 이상 장기 배양하는 것이 당화 아밀라아제 생성에 더욱 좋을 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 So MH(1993b)가 *Aspergillus kawachii*로서 연구한 결과에서 50시간 이상 배양하면 당화 아밀라아제 활성도가 오히려 낮아진다고 보고한 사실과는 다르나, Youn 등(1974)이 *Aspergillus shirousamii*로서, Kim 등(1985)이 *Rhizopus oryzae*로서, So MH(1993c)가 *Aspergillus oryzae*로서 연구한 결과와는 일치하는 경향이다.

또한 국세청 발효제규격(국세청 1975)과 식품첨가물공전(식품의약품안전청 2009)에는 입국의 규격으로 당화 아밀라

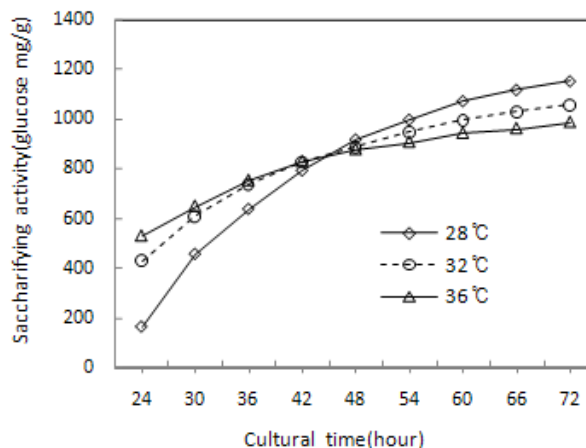


Fig. 2. Influence of cultural time of *Rhizopus* sp. ZB9 on the production of saccharifying amylose during the preparation of rice koji. Rice kojies were cultivated at 28, 32 or 36°C for different times from 24 to 72 hours.



Fig. 3. Photograph of rice kojies prepared by *Rhizopus* sp. ZB9. Rice kojies were cultivated at 28, 32 or 36°C for 42, 48, 54 or 60 hours.

아제 활성도가 600 mg/g 이상이어야 한다고 규정하고 있는데, Fig. 2에서 보면 36°C 또는 32°C에서 배양할 때는 배양 30시간에, 28°C에서 배양할 때는 배양 36시간에 쉽게 600 mg/g 이상의 활성도에 도달하고 있다.

한편, 본 곰팡이로 쌀 입국을 제조할 때 배양시간이 경과하면 곰팡이의 포자가 형성되어 초기에는 회색, 후기에는 흑색을 나타내어 입국의 색을 나쁘게 하는데, 28, 32 및 36°C에서 배양하면서 배양 42, 48, 54 및 60시간에서 입국 시료를 채취하여 사진을 찍은 것은 Fig. 3과 같았다.

사진에서 보는 바와 같이 36°C에서 배양할 때는 48시간부터, 32°C에서 배양할 때는 54시간부터, 28°C에서 배양할 때는 60시간부터 연한 회색을 나타내기 시작하였으므로 색과 당화 아밀라아제를 모두 고려한다면 28°C에서 60시간 정도 배양하는 것이 가장 좋을 것으로 생각된다.

3. 증미의 수분 함량이 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향

증미의 수분 함량을 25, 30, 35, 40, 45, 50 및 55%로 조정된 후 *Rhizopus* sp. ZB9를 접종하여 32°C에서 배양하면서 배양 24, 32, 40 및 48시간에 입국 시료를 채취하여 당화 아밀라아제의 활성도를 측정된 결과는 Fig. 4와 같았다.

증미의 수분 함량이 35~40%일 때 당화 아밀라아제 생성에 가장 좋았으며, 30% 이하로 낮을 때와 45% 이상으로 높을 때에도 좋지 않았다. 일반적으로 경질미를 침수 및 증자한 후 냉각하였을 때의 증미 수분 함량이 25% 내외이므로 본 곰팡이로 입국을 제조할 때는 침수한 쌀을 1차 증자한 후 원로미 중량의 10~15%에 해당하는 물을 첨가하고 2차 증자하여 사용하면 당화 아밀라아제 생성에 좋을 것으로 본다.

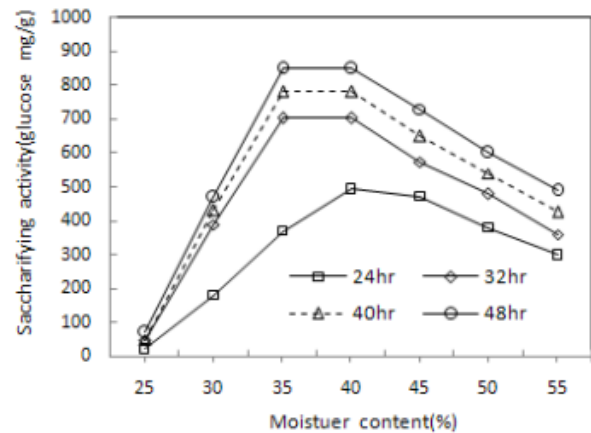


Fig. 4. Influence of moisture content of steamed rice on the production of saccharifying amylase during the preparation of rice koji by *Rhizopus* sp. ZB9. Rice kojies were cultivated at 32°C for 24, 32, 40 or 48 hours under different moisture contents from 25 to 55%.

4. 입국의 두께가 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향

증미에 *Rhizopus* sp. ZB9를 접종하여 입국의 두께가 각각 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 및 8 cm 되게 하여 32°C에서 30, 40 및 48시간 배양한 후 입국 시료를 채취하여 당화 아밀라아제 활성도를 측정된 결과는 Fig. 5와 같았다.

30시간, 40시간 및 48시간 배양 모두에서 입국의 두께가 8 cm까지 두꺼워지더라도 당화 아밀라아제의 생성에는 아무런 지장을 받지 않았다. 이러한 결과는 So MH(1993b)가 *Aspergillus kawachii*로 연구한 결과와는 다른데, 이러한 현상은 본 곰팡이

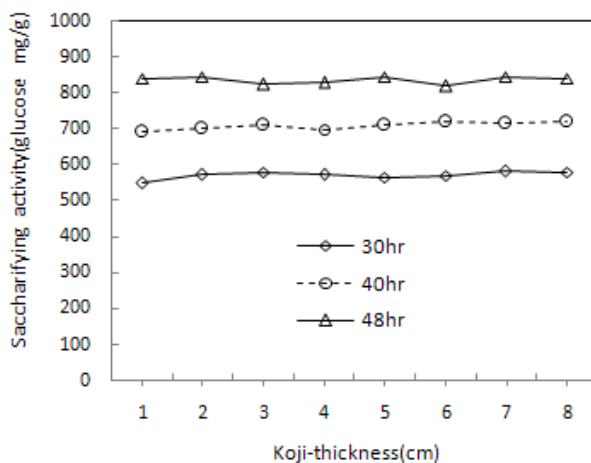


Fig. 5. Influence of koji-thickness on the production of saccharifying amylase during the preparation of rice koji by *Rhizopus* sp. ZB9. Rice kojies were cultivated at 32°C for 30, 40 or 48 hours under different koji-thickness from 1 to 8 cm.

이가 조상균류에 속하는 것이어서 순정균류인 *Aspergillus* 속의 곰팡이와는 달리 혐기상태에서도 비교적 잘 증식하는 특성이 있기(이성우 1988) 때문인 것으로 생각된다. 그리고 입국을 제조할 때 입국의 두께가 두꺼워져 통기가 잘 되지 않더라도 당화 아밀라아제 생성에 지장을 받지 않는다는 점은 양조장에서 입국을 제조할 때 작업이 용이함을 암시하는 것이어서 대단히 주목할 만한 결과로 생각된다.

5. 입국 교반 작업이 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향

증미에 *Rhizopus* sp. ZB9를 접종하여 28, 32 및 36°C에서 48시간 동안 배양하면서 배양 24시간부터 42시간까지 6시간 간격으로 입국에 교반 작업을 가하되 교반 작업을 가한 회수를 달리하여 배양한 후 완성된 입국을 채취하여 당화 아밀라아제 활성도를 측정한 결과는 Fig. 6과 같았다.

28, 32 및 36°C 배양의 모두에서 교반 작업은 당화 아밀라아제 생성에 효과적이지 못하였는데, 28°C에서 배양할 때는 1회 교반 작업 이후부터, 32°C 및 36°C에서 배양할 때는 2회 교반 작업 이후부터 악영향이 나타났다. 그리고 악영향을 받는 정도는 배양온도가 낮을수록 더욱 심하였다.

이러한 결과는 *Aspergillus oryzae* 또는 *Aspergillus kawachii*로 입국을 제조할 때 24시간 이후부터 주기적인 교반 작업을 하여 신선한 공기를 공급하면 당화 아밀라아제 생성에 효과적이라고(정동호 1974) 알려진 것과는 다른데, 이것은 Fig. 4에서 언급했듯이 본 곰팡이는 *Aspergillus* 속의 곰팡이와는 달리 혐기상태에서도 잘 자라므로 통기를 위한 교반이 불필요하며, 지나친 교반 작업이 곰팡이 균체에 기계적인 상처를 주어 당화 아밀라아제 생성에 지장을 주기 때문인 것으로 생각된다.

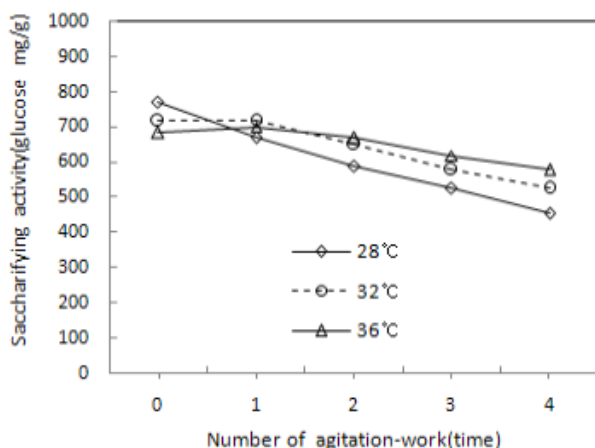


Fig. 6. Influence of the number of agitation-work on the production of saccharifying amylase during the preparation of rice koji by *Rhizopus* sp. ZB9. Rice kojies were cultivated at 28, 32 or 36°C for 48 hours under different numbers of agitation-work from 0 to 4 times.

요 약

본 연구는 한국의 누룩에서 분리한 *Rhizopus* sp. ZB9로서 탁주 및 약주 양조에 필요한 쌀 입국을 제조할 때에 배양 온도, 배양시간, 증미 수분 함량, 입국 두께, 교반 작업 등의 배양조건이 입국의 당화 아밀라아제 생성에 미치는 영향을 알기 위한 것이다. *Rhizopus* sp. ZB9를 접종하여 배양조건을 달리하여서 쌀 입국을 제조하고, 각 입국의 당화 아밀라아제 활성도를 측정하였다. 당화 아밀라아제 생성에 적절한 온도범위는 28~36°C이었다. 당화 아밀라아제와 입국의 색을 고려한다면 28°C에서 60시간 배양하는 것이 가장 좋을 것으로 생각되었다. 당화 아밀라아제 생성에 적절한 증미 수분 함량은 35~40%이었고, 입국의 두께가 두꺼워지더라도 당화 아밀라아제 생성에 나쁜 영향을 나타내지 않았으나 배양중의 교반 작업은 당화 아밀라아제 생성에 나쁜 영향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 부천대학의 교비지원 연구비에 의하여 지원된 연구의 결과물이므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 국세청. 1975. 국 또는 중국 관리규정. 국세청 훈령 제112호. 1975년 2월 10일 공포
- 국세청. 1990. 국세청기술연구소 주류분석규정. 국세청훈령 제743호. 1990년 11월 28일 공포
- 김종실. 2009. 우리술 산업 경쟁력 강화 방안. 전통주 산업 진흥 및 명품화 전략을 위한 세미나. pp.5-24. 한국전통주진흥협회
- 박록담. 2009. 만인의 술이랴야. 전통주 산업 진흥 및 명품화 전략을 위한 세미나. pp.25-33. 한국전통주진흥협회
- 식품의약품안전청. 2009. 식품첨가물공전. <http://www.kfda.go.kr>. 2009. 10. 30 방문
- 이계호. 1994. 한국 약주 탁주의 특성과 신기술. 주류산업의 현황과 신기술 개발 심포지움. pp.51-73. 한국산업미생물학회
- 이성우. 1988. 한국 전통발효식품의 역사적 고찰. 한국 전통 발효식품 연구의 현황과 전망 심포지움. pp.1-12. 한국산업미생물학회, 한국식문화학회, 한국식품과학회
- 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조. 1995. 식품 분석법. pp.290-293. 학문사
- 정동호. 1974. 발효와 미생물공학. pp.189-245. 선진문화사
- 北原 覺雄, 久留 島通俊. 1949. 絲狀菌のDiastase組成に關する

- 研究. 日本醱酵工學會誌 27:182-183
- Kim CJ, Oh MJ, Lee JS. 1985. Studies on digestion of raw starch by *Rhizopus oryzae*. *Korean J Appl Microbiol Bioeng* 13:329-337
- Lee SB, Choe KH, Im DS, Kim DC. 1969. Studies on improvement of manufacturing method of enzymic source for Makkulli brewing. *Report of the Technical Research Institute of Tax Office* 2:62-69
- Park JW, Lee KH, Lee CY. 1995. Identification of filamentous molds isolated from Korean traditional *Nuruk* and their amylolytic activities. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 23:737-746
- Rha KY. 1989. Seed mold, important in brewing. *Korean J Food & Nutr* 1:108-110
- So MH. 1993a. Conditions for the production of amylase and protease in making wheat flour *Nuruk* by *Rhizopus japonicus* T2. *Korean J Food & Nutr* 6:96-102
- So MH. 1993b. Cultural conditions for the production of saccharogenic amylase during rice-koji making by *Aspergillus awamori* var. *kawachii*. *Korean J Food & Nutr* 6:294-300
- So MH. 1993c. Conditions for the production of amylase and protease in making wheat flour *Nuruk* by *Aspergillus oryzae* L2. *Korean J Food & Nutr* 6:89-95
- So MH. 1999. Characteristics of a modified *Nuruk* made by inoculation of traditional *Nuruk* microorganisms. *Korean J Food & Nutr* 12:219-225
- So MH, Lee YS, Noh WS. 1999a. Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. *Korean J Food & Nutr* 12:226-232
- So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS. 1999b. Analysis of flavor compounds in *Takju* mash brewed with a modified *Nuruk*. *Korean J Food & Nutr* 12:421-426
- So MH, Lee YS, Noh WS. 1999c. Improvement in the quality of *Takju* by a modified *Nuruk*. *Korean J Food & Nutr* 12:427-432
- So MH, Lee YS. 2003. *Takju* making with rice koji of *Rhizopus* sp. and *Aspergillus kawachii*. *Research Note of Zymbio Institute*. pp.5-10
- Youn BH, Park YJ, Lee SK. 1974. Studies on the formation of organic acid and saccharifying amylase in koji culture by *Aspergillus shirousamii* U2. *Korean J Food Sci Technol* 6:127-132
- Yu TS, Kim HS, Hong J, Ha HP, Kim TY, Yoon IW. 1996. Bibliographical study on microorganisms of *Nuruk*. *J Korean Soc Food Nutr* 25:170-179

(2009년 11월 8일 접수; 2009년 12월 17일 채택)