

안동소주 누룩 제조를 위한 누룩 두께 및 누룩 띄움시간의 최적화

배경화^{1,2} · 류희영¹ · 권인숙¹ · 권정숙¹ · 손호용^{1,*}

¹안동대학교 식품영양학과, ²민속주 안동소주

Optimization of Thickness and Maturation Period of Andong-Soju Nuruk for Fermentation of Andong-Soju. Bae, Kyung-Hwa^{1,2}, Hee-Young Ryu¹, In-Sook Kwun¹, Chong-Suk Kwon¹, and Ho-Yong Sohn^{1,*}.

¹Department of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 760-749, Korea, ²Minsokju, Andong-Soju, Andong 760-749, Korea – To support the fermentational superiority of Korean nuruks and maintain the various domestic nuruks, the optimal nuruk production of Andong-Soju, which was designated as an intangible cultural asset of Gyung-sangbukdo province from 1987, was investigated. Different thickness of nuruks (2.2~5.5 cm) were manufactured based on traditional Andong-Soju nuruk method, while the size of round form of nuruk was set to 23 cm. During the 3 weeks maturation, changes of water content, weight, pH, brix, the amount of reducing sugar, saccharifying activity, viable cell and major microorganisms were determined, Also, ethanol fermentation abilities of the manufactured nuruks were evaluated using 20% glucose medium or 16% starch medium, respectively. Our results indicated that the production of high quality of Andong-Soju nuruk needs 4.0~5.5 cm thickness and 3 weeks maturation without extraneous yeast addition. These results would be applied to production of homogeneous, and high quality of Andong-Soju nuruk.

Key words: Andong-Soju nuruk, ethanol fermentation, microbial starter, maturation of nuruk, thickness of nuruk

서 론

주류는 사회 구성원 전체가 하나로 통합되고 유지되는 커뮤니케이션의 상징적 매체로 다른 동물에게서는 볼 수 없는 인간만의 음식이자 기호품으로, 거의 모든 나라에서 고유한 전통주를 생산, 발전시켜 왔다. 한국 역시, 고려 및 조선시대 농경생활을 바탕으로 620 여종 이상의 다양한 전통주를 생산, 발전시켜 왔으며, 이러한 전통주는 계절변화에 맞추어 관습적으로 반복되는 세시풍속과 밀접한 연관을 가지고 있어 우리 민족의 공감성과 문화성이 배어 있다고 할 수 있다 [1, 14]. 또한 전통주는 고대로부터 전래된 기술적 특성과 사용 원료의 지역적 특성으로 인해, “지역 특산주”의 성격이 매우 강하며, 이는 전통주 제조방법의 다양성에 크게 기인한다. 현재, 안동소주, 서울 문배주, 경주 교동법주 등이 국가 무형문화재로 지정되어 있으며, 전통주의 우수성과 건강성이 알려지면서, 지역마다 다양한 전통주가 발굴, 개발, 시판되고 있는 실정이다 [8-10, 12, 13, 15].

일반 주류 제조산업과 국내 전통주 제조산업은 곡류 원재료의 전처리, 발효 및 생산물 회수라는 점에서는 동일하나, 그 사용원료의 종류, 당화, 액화 과정, 발효 효모 및 증류과

정 등 많은 부분에서 차이를 나타내는데, 가장 큰 차이점은 전분질의 전처리에 액화, 당화 효소를 사용하는 일반 주류산업과 달리, 전통주 제조에서는 전통주의 종류마다, 지역마다 각자 다르게 제조하여 사용되는 누룩으로 전분의 액화, 당화 및 발효를 수행한다는 점이다. 누룩은 생곡류 자체가 함유하고 있는 효소와 여기에 자연 접종된 곰팡이와 효모 및 젖산균, 일반세균 등의 기타 균류가 번식하여 각종 효소를 다량 생성한 발효 starter의 일종으로 [5, 9, 21], 밀 등의 곡류를 조분쇄 후 호화시키지 않고 물을 가하여 일정한 형태로 성형 후, 자연 발효하여 다양한 미생물이 서식하도록 만든 것으로 제조 환경에 따라, 제조 원료에 따라, 지역에 따라, 독특한 풍미와 양조 특성을 나타내게 된다. 실제 전분분해 효소 처리, 또는 코오지 처리 [9] 등과는 달리, 누룩을 이용하면 곰팡이 및 세균들에 의한 전분분해 및 향미 부여, 아미노산 증대 및 효모에 의한 알코올 및 유기산 생산 등의 다양한 양조상의 품질향상이 기대할 수 있다. 반면에, 누룩에는 실제 양조상 불필요한 미생물도 다량 함유될 수 있기 때문에 온도관리 등의 숙달된 경험이 없으면 술덧이 실패하기 쉽고, 균일하게 양조할 수 없으며, 술에 불쾌한 맛과 냄새를 나타낼 수 있다는 문제점도 있다.

현재 누룩에 대한 국내 연구는 주로, 전국 각지의 시판 누룩으로부터 유용효모의 선별 [6, 11, 23], 유용 곰팡이 및 젖산균의 선별 [3, 4, 16, 17], isomaltulose 생산 균주의 선별 [2] 등 유용 미생물 분리 시료로의 연구가 주로 이루어지고

*Corresponding author

Tel: 82-54-820-5491, Fax: 82-54-820-5491

E-mail: hysohn@andong.ac.kr

있으며, 당화 및 발효능이 우수한 균주를 이용한 개량 누룩의 제조[11, 19], 누룩의 제조형태 변화[11], 누룩의 처리 및 첨가방법에 따른 발효특성 연구[7], 누룩을 이용한 음식물 쓰레기 발효[22] 등에 관한 연구도 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나 점차 전통주 생산에서도 경제성 및 편의성의 문제로 누룩의 자가 제조는 점차 감소하는 추세이며, 누룩 전문제조 회사에서 생산하는 누룩을 사용하는 경향이 있으며, 이에 따라 누룩의 다양성 감소는 물론 전통주의 관능적인 맛과 향도 획일화되고 있다. 한편 국내 43종의 전통주 중에서 일반인들의 설문 조사 결과 가장 높은 79.8%의 높은 전통주 인식을 나타낸 안동소주[14]의 경우, 안동소주 자가 제조 누룩을 사용하여 발효하고 있으나, 누룩 제조의 과학적 분석 및 누룩의 유용균주 개발에 대한 연구는 이루어진 바 없으며, 전통적으로 전수된 누룩 제조법으로 인해 안동소주 기능보유자의 경험과 감각에 의해 누룩 띄움시간과 제조시의 두께, 국실의 온도 등이 유동적으로 변화되므로 항상 균일품질의 제품생산에 한계를 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 민속주 안동소주의 발효 최적화와 품질 향상을 위해 자가 제조 누룩의 최적 제조조건을 확립하고자, 누룩 제조시의 두께와 띄움 시간에 따른 누룩의 띄움 특성과 알코올 발효 특성을 평가하였다. 이러한 연구는 무형문화재로 지정된 안동소주의 전통적 제조법을 과학적, 체계적으로 확립하는 기초 결과로 활용될 것이다.

재료 및 방법

누룩 제조

누룩 제조에 사용한 밀은 경북 안동시장에서 구입하여 사용하였으며, 음용수로 수세하고 1시간 불린 후, 곡류 파쇄기(삼진 식품기계, SJ-301, Korea)를 이용하여 0.8~1.8 mm 크기로 분쇄하였으며, 분쇄한 밀 중량의 30% 정도의 물을 가하여 손으로 잘 섞은 후, 이를 23 cm의 전통 원형틀에 넣어 발로 고르게 밟아 성형하였고, 전체 제조 공정은 안동소주 기술전수자가 직접 수행하였다. 누룩은 각각 700 g, 1200 g, 1700 g, 2200 g으로 제조하였으며, 이 때 그 크기는 동일한 지름 23 cm에 두께는 각각 2.2 cm, 3.0 cm, 4.0 cm 및 5.5 cm이었다. 제조된 누룩은 온도 25~30°C, 상대습도는 50~60%의 국실에서 3주간 자연적으로 띄웠으며, 제조 직후 및 1주일 간격으로 회수하여 누룩 띄움 특성분석 및 알코올 발효실험에 사용하였다. 한편 누룩 제조시의 효모 첨가 영향을 검토하기 위해, 국내 시판 O사의 건조효모를 별도의 효모 활성화 과정 없이 분쇄 밀 중량의 0.3% 되도록 첨가하고 밀 중량의 30%의 물을 가하여 골고루 혼합하여 효모첨가 누룩을 제조하여 누룩 발효특성을 비교하였다.

제조누룩의 띄움 특성 분석

국실에서 제조된 누룩을 1주 간격으로 회수하여 띄움 시

간에 따른 누룩 특성을 측정하였다. 먼저 수분함량은, 누룩을 85°C에서 항량 건조하여 측정하였으며, 무게감소는 제조 초기 무게에서 띄움 시간 경과에 따라 무게차를 측정하여 평가하였다. 한편 각각의 누룩 30 g을 회수하여 60 ml의 증류수를 가한 후, 분쇄기(Stomacher 400, Seward Limited, England)로 5분간 분쇄하여 균일화 한 후, 상징액을 원심분리(4000 rpm, HA-1000-3, Hanil Science, Korea)하여 회수하고, 이를 이용하여 pH, brix, 전분 당화활성, 환원당 함량 및 생균수를 측정하였다. 전분 당화활성은 0.5% soluble starch를 기질로 하여, pH 6.5 phosphate buffer (100 mM), 40 조건에서 30분간 반응시킨 후, DNS법[20]으로 포도당을 정량하였으며, 1 unit는 상기조건에서 1분간 1 μ mole의 포도당을 생성할 수 있는 효소의 양으로 정의하였다. 발효액은 potato dextrose agar (Difco Co., USA)에 도말하여 3일간 배양하여 생균수를 측정하였으며, 한편 potato dextrose broth (Difco Co., USA)를 이용한 최확수법(MPN법)으로 평판도말법의 생균수 측정 결과를 확인하였다. 누룩 띄움 중 환원당은 DNS 법[20]으로 측정하였으며, pH는 pH meter (Mettler Toledo, InLab 413, England)를, Brix 측정은 refractometer (Atago N-1E, Japan)을 이용하여 측정하였다.

제조누룩의 발효 특성 분석

다양한 두께로 제조된 누룩은 분쇄기로 0.4 cm 이하의 크기로 파쇄 후, 포도당 발효배지 [(NH₄)₂SO₄ 0.5%, KH₂PO₄ 0.1%, MgSO₄ 0.05%, CaCl₂ 0.05%, yeast extract 0.1%, dextrose 20%] 및 전분 발효배지 [(NH₄)₂SO₄ 0.5%, KH₂PO₄ 0.1%, MgSO₄ 0.05%, CaCl₂ 0.05%, yeast extract 0.1%, polypeptone 0.1%, potato starch 16%] 150 ml에 30 g씩 첨가한 후, 30°C에서 발효시켰다. 에탄올 발효의 측정은 발효액 100 ml를 회수하여 증류하여 알코올을 회수하고, 이를 100 ml로 정용하여 주정계로 측정하고, 온도 보정하여 알코올 양을 정량하였으며[19], 또한 Shim 등이 보고한 Nakashimi 변법[18]에 따라 발효 중 생성되는 CO₂ gas를 정량하여 에탄올 농도로 환산하였다. CO₂ gas 정량은, 발효배지 150 ml를 넣은 플라스크에, 2 ml의 진한 황산을 포함하는 U자형 발효관(fermentation bung)을 부착하여 배양하면서 CO₂ gas 발생에 따른 증량감소를 측정하였다. 발효율은 실제 얻어진 알코올 양을 이론적으로 얻을 수 있는 최대 알코올 양으로 나누어 %로 나타내었다.

결과 및 고찰

안동소주 제조 누룩의 두께 및 띄움 시간에 따른 누룩 특성

각각 700 g, 1200 g, 1700 g, 2200 g으로 제조된 2.2~5.5 cm의 다양한 두께의 누룩을 3주간 띄우면서 띄움 시간에 따른 누룩 특성을 평가하였다. 먼저 누룩 성형 직후의 수

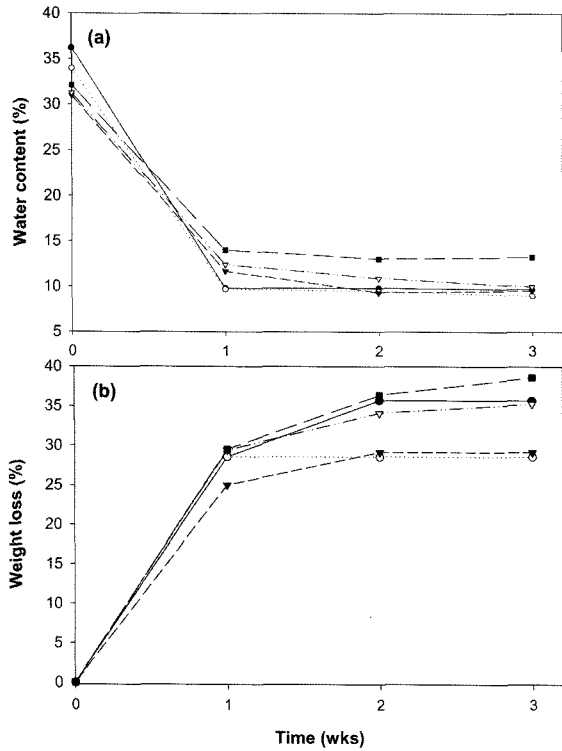


Fig. 1. Changes of water content and weight loss of Andong-Soju nuruks during the 3 weeks maturation. Symbols: ●, 700 g; ○, 700 g with 2 g of commercial dry yeast; ▼, 1200 g; ▽, 1700 g; and ■, 2200 g nuruk, respectively.

분함량은, 700 g 누룩의 경우 34~36%, 그 외의 경우에는 31~32%를 나타내었다(Fig. 1a). 띄움 1주 동안 발효열 및 표면 건조에 의해 급격히 수분 함량이 감소하였으며, 700 g 누룩의 경우 9.7~9.8%로 감소하였다. 반면 1200, 1700, 2200 g의 경우에는 각각 11.6, 12.4 및 13.9%의 수분함량을 나타내어 상대적으로 건조가 느리게 나타남을 알 수 있었다. 띄움 2주 및 3주차로 진행되면서 서서히 건조되어 2200 g의 경우를 제외하고 수분함량은 모두 9.0~10.0%를 유지하였으며, 2200 g의 경우에는 1주차 13.9%에서 13.2%로 미세한 감소가 나타났다. 이는 누룩 제조시 전통적 방법으로 발로 차곡차곡 밟아 만든 일정 두께 이상의 누룩의 경우, 내부 수분건조가 미미하게 나타나기 때문으로 생각되며, 가장 많은 건조를 보인 것은 700 g 누룩이었다. 띄움 중 누룩의 무게 감소를 측정할 결과, 가장 큰 무게 감소는 2200 g에서 나타나 초기 무게중량 대비 38% 감소를 나타내었으며, 가장 적은 무게 감소를 보인 것은 700 g 및 1200 g 누룩이었다 (Fig. 1b). 이러한 결과는 누룩의 무게 감소는 수분증발 뿐만 아니라 누룩 발효 중의 변화로 인해 나타남을 제시하며, 2200 g 누룩에서 가장 많은 발효가 진행되었음을 의미한다. 실제 띄움 시간별 누룩의 무게 감소와 수분함량 감소에 따른 변화를 분석한 결과, 급격한 무게감소를 보인 1주 동안 700 g

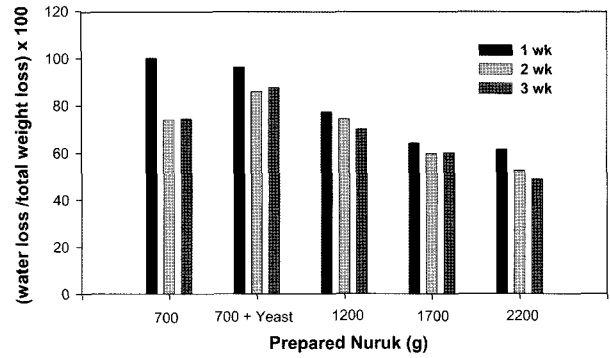


Fig. 2. Effect of nuruk weight (thickness) of Andong-Soju nuruks on ratio of water loss/total weight loss during the 3 weeks maturation.

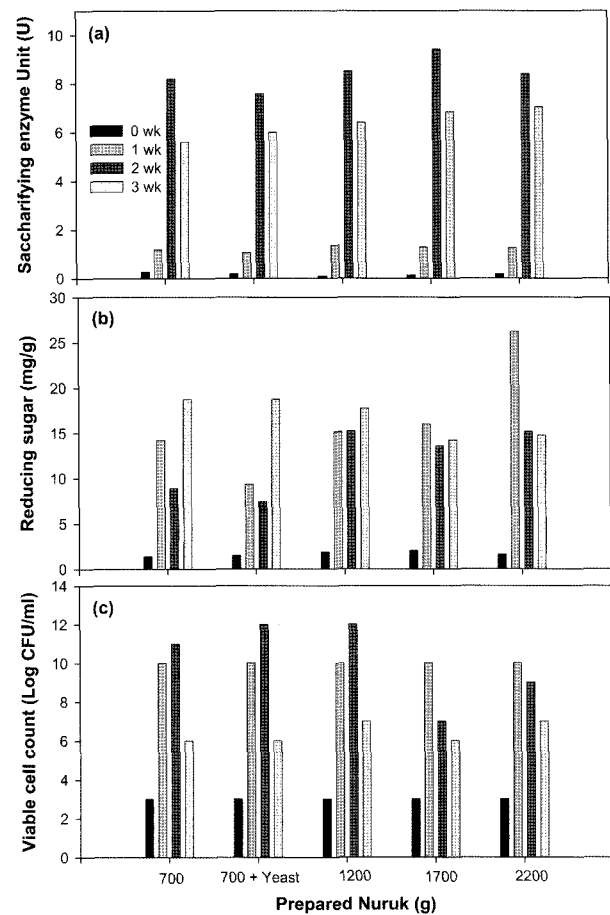


Fig. 3. Changes of saccharifying enzyme activity, amount of reducing sugar and viable cell number of Andong-Soju nuruks during the 3 weeks maturation.

누룩에서의 무게감소는 대부분이 수분증발에 의한 것이며, 1200, 1700, 2200 g 누룩의 경우에는 수분 감소에 의한 무게감소는 전체 무게감소의 61~77%이었다(Fig. 2). 이러한 결과는 700 g 누룩의 경우, 누룩 띄움 기간 중 거의 누룩발

효가 진행되지 않았음을 의미하며, 3주 동안 누룩을 띄운 경우 1200, 1700, 2200 g 누룩에서는 수분 감소에 의한 무게 감소가 전체 무게감소의 48~61%로 감소하여 누룩발효가 활발히 진행되었음을 알 수 있었다. 한편 제조된 누룩 파쇄액의 pH는 5.7~6.2, brix는 4.4~5.9로 전반적으로 유사하게 나타났다.

누룩 띄움 시간별 전분 당화활성, 환원당 변화, 생균수 변화를 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 전분 당화활성은, 성형 직후 누룩 제조무게 및 두께에 무관하게 모두 0.1~0.2 U로 미약하게 나타났으나, 1주 후에는 1.1~1.4 U로, 2주 후에는 7.5~9.4 U로 증대되었으며, 3주 후에는 5.6~7.0 U로 다소 감소되는 추세를 나타내었다(Fig. 3a). 반면 환원당의 경우에는 누룩 성형 직후 1.3~2.0 mg/g이었으나, 1주 후의 2200 g 누룩을 제외하면, 전 띄움기간 동안 14~18 mg/g을 유지하였다(Fig. 3b). 또한 조제된 누룩 파쇄액의 미생물의 생육은, 초기 10^3 CFU/ml에서 1주 후에는 10^{10} CFU/ml로 증가되었으며, 2주 후에는 700, 1200 g 누룩에서는 10^{11} CFU/ml로 증가된 반면, 1700 및 2200 g 누룩에서는 10^{7-9} CFU/ml로 감소되었다. 3주 경과시에는 모든 누룩 제조구에서

10^{6-7} CFU/ml로 감소되었다. 이러한 결과로 전분 당화 활성은 2주에 가장 강력하며, 누룩 미생물의 생육은 1~2주에 가장 우수함을 알 수 있었다. 미생물 생육에 있어 특이한 점은, 누룩의 두께에 따른 띄움시간별 미생물의 우점종의 변화가 나타난다는 것인데, 얇은 두께의 700, 1200 g의 누룩은 시간이 경과하면서 세균이 지속적으로 유지되는 반면, 두께가 두꺼운 1700 및 2200 g 누룩의 경우에는 3주 경과시 세균보다는 곰팡이가 주요 누룩미생물로 나타났다(Fig. 4). 따라서, 전통주 발효시 누룩 곰팡이의 중요성과 관능적 기여[5, 19]를 고려할 때, 4.0 cm 이상의 두께로 3주간 누룩 띄움이 적당하리라 판단된다.

안동소주 제조 누룩의 두께 및 띄움 시간에 따른 발효 특성

다양한 무게와 두께로 제조된 누룩을 이용하여 알코올 발효를 실시하였다. 먼저 20% 포도당 배지를 이용하여 효모의 활성도를 검토한 결과, 성형 직후의 누룩은 43시간 발효시 85~95%의 발효율을 보여 정상적인 발효가 진행되었으며, 1주차 및 2주차 누룩은 30 시간 발효시 85~95%의 발효

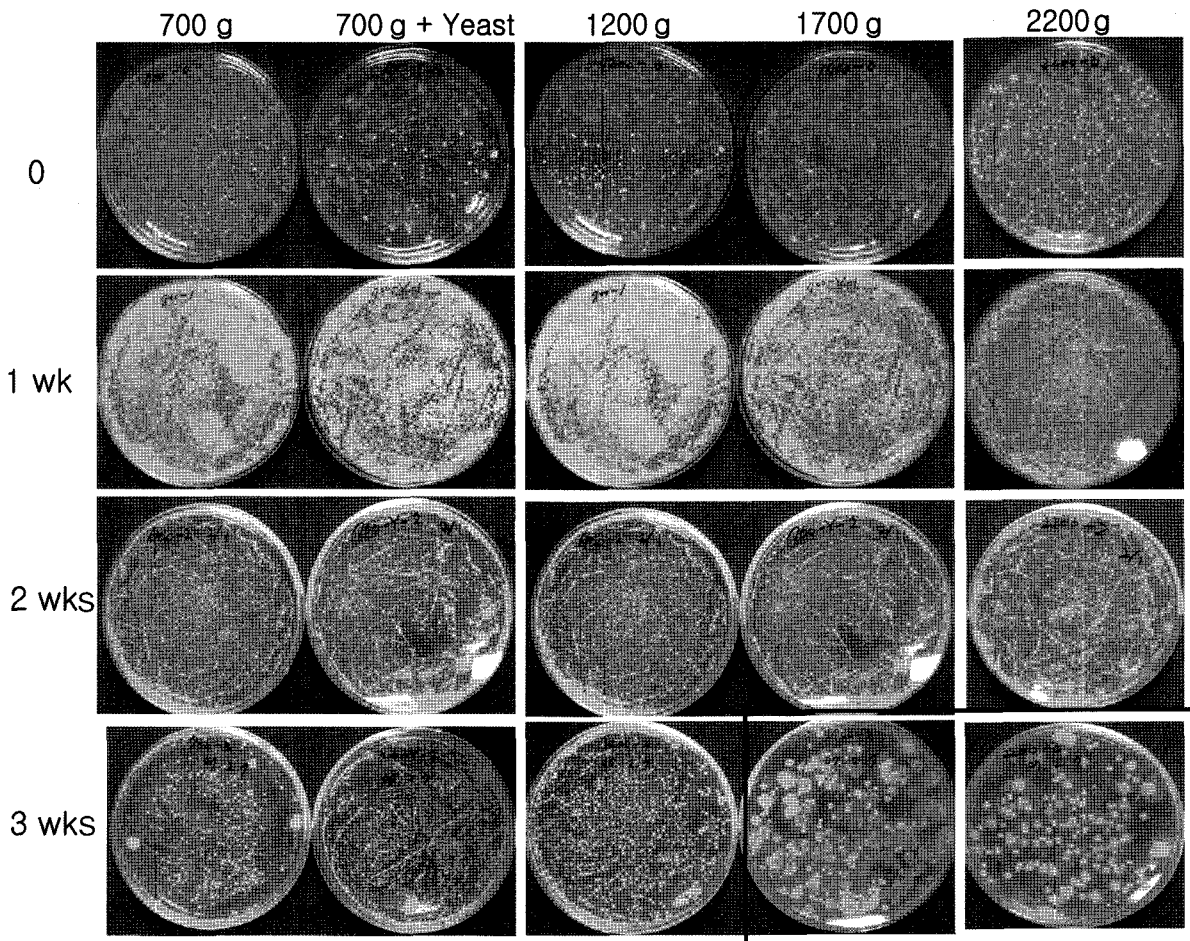


Fig. 4. Photography of viable cell in Andong-Soju nuruks and changes of major microorganisms during 3 weeks maturation.

율을 나타내었다(Fig. 5). 한편 3주차 누룩은 44시간 발효시 83~92%를 보여 성형 직후의 누룩과 유사한 발효능을 나타내었다. 또한 누룩 제조시 효모를 첨가한 경우, 포도당 배지

에서 알코올 발효를 가속화하거나 증대시키지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 누룩 효모의 활성이 3주 띄움 기간 중 안정하게 유지됨을 나타내며, 누룩 성형시 별도의 활성화되지 못한 건조효모 첨가는 발효에 도움이 되지 않는 것

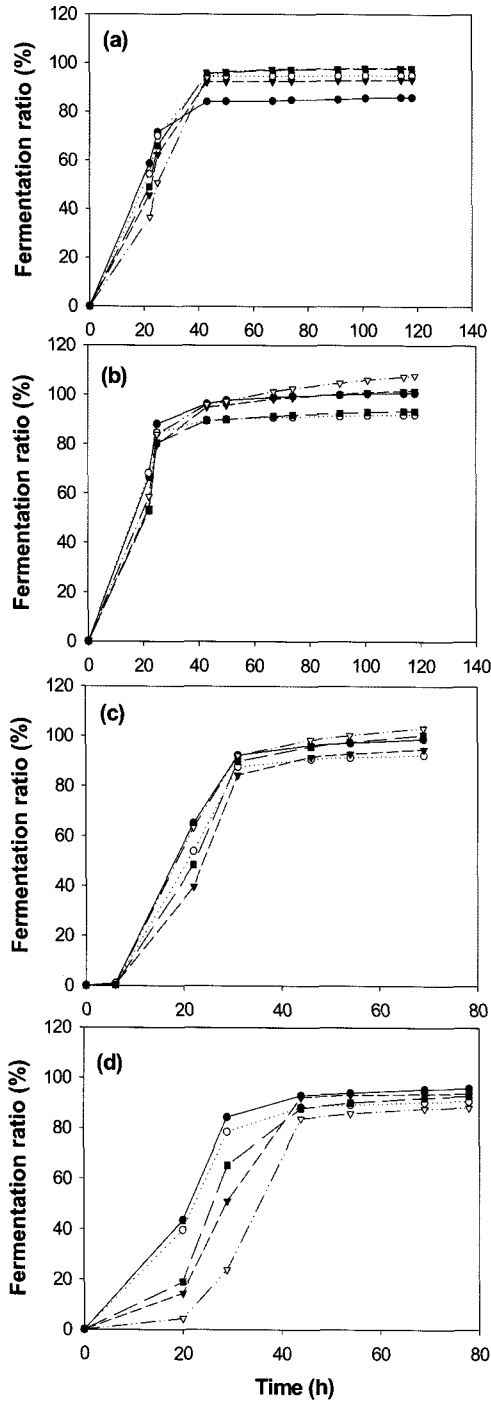


Fig. 5. Ethanol fermentation using differently prepared Andong-Soju nuruks in 20% glucose fermentation medium. (a) freshly prepared nuruks, (b) 1 week-matured nuruks, (c) 2 weeks-matured nuruks, and (d) 3 weeks-matured nuruks. Symbols: ●, 700 g; ○, 700 g with 2 g of commercial dry yeast; ▼, 1200 g; ▽, 1700 g; and ■, 2200 g nuruk, respectively.

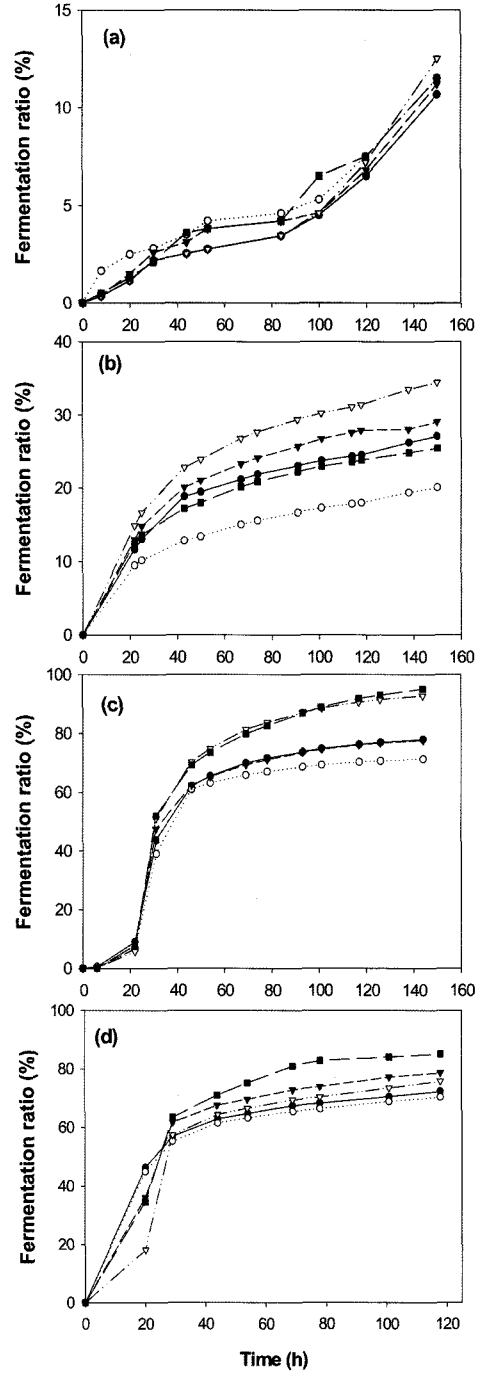


Fig. 6. Ethanol fermentation using differently prepared Andong-Soju nuruks in 16% starch fermentation medium. (a) freshly prepared nuruks, (b) 1 week-matured nuruks, (c) 2 weeks-matured nuruks, and (d) 3 weeks-matured nuruks. Symbols: ●, 700 g; ○, 700 g with 2 g of commercial dry yeast; ▼, 1200 g; ▽, 1700 g; and ■, 2200 g nuruk, respectively.

으로 판단된다. 또한 공업적 규모의 알코올 발효에서는 밀 술을 이용하여 빠른 발효와 집균의 오염을 방지하므로, 활성화된 효모의 첨가도 경제성이 떨어지므로 누룩 제조시 효모첨가는 불필요하다고 판단되었다.

한편 전분 배지를 이용한 누룩의 활성검토 결과, 성형 직후의 누룩은 150시간 동안 거의 발효가 진행되지 못하였으며, 1주차 누룩 역시 150시간 동안 발효시 25~34%의 발효율을 나타내었다. 이러한 약한 발효능은 누룩의 원료인 밀이 가진 전분당화능력에서 기인한다고 판단되었으며, 특히 효모를 첨가하여 성형한 경우 발효는 매우 느리게 진행되며, 최종 발효율도 20%로 매우 낮게 나타났다(Fig. 6). 그러나 2주차 누룩의 경우에는 정상적인 발효가 진행되었으며, 특히 1700 및 2200 g 누룩에서는 100시간 발효시 90%의 발효가 진행되어 우수한 전분 당화활성 및 알코올 발효능을 가진 누룩임을 확인하였다. 3주차 누룩 역시 정상적인 발효가 나타났으며, 가장 높은 발효율은 2200 g 누룩에서 나타났다. 본 연구 결과는, 안동소주 누룩의 전통적 제조시 초기 수분함량 30~35%로 4.0~5.5 cm 두께로 성형하여 2~3주간 누룩피움이 필요함을 제시한다. 보다 체계적인 누룩 연구를 위해 안동소주 누룩 곰팡이 및 발효 효모에 대한 분리, 동정 및 특성파악 연구가 진행 중이며, 누룩제조의 균일화를 통한 품질향상에 대한 후속 연구도 필요하다고 판단된다.

요 약

전통주의 다양성과 국내 누룩의 우수성을 확보하기 위한 연구의 일환으로, 민속주 안동소주의 자가 제조 누룩의 최적 제조조건을 검토하였다. 안동소주 제조의 전통적인 누룩 제조방법을 준수하면서 23 cm 지름의 2.2~5.5 cm의 다양한 두께의 누룩을 성형하고, 3주간 띄움 과정을 거치면서 1주일 간격으로 수분함량, pH, brix, 무게변화, 전분 당화능, 환원당 함량, 생균수 및 우점종 변화 등을 조사하였다. 그 결과 두께 4.0 cm 이상으로 성형된 누룩이 전분 당화능력 및 생균수, 누룩 곰팡이 생육면에서 가장 우수하였으며, 에탄올 발효면에서는 2주간의 띄움이, 안동소주의 누룩곰팡이를 이용한 관능적 측면에서는 3주간의 띄움이 필요하다고 판단되었다. 실제 제조된 누룩으로 포도당 및 전분 발효배지에서 에탄올 발효시킨 결과, 누룩 성형시 4.0~5.5 cm 두께로 성형하여 2~3주간 누룩을 띄운 경우가 가장 우수한 결과를 나타내었다. 또한 누룩 제조시 별도의 건조효모 첨가는 불필요함을 확인하였다. 본 연구결과는 전통적인 안동소주 제조법하에서 자가제조 누룩의 두께와 띄움시간을 조정하여 누룩의 균일 제조과 효율적인 생산이 가능함을 제시하고 있다.

REFERENCES

- Bae, Y. D. 2006. The history and meaning of the production and consumption of Andong Soju. *Local History and Culture* 9: 375-413.
- Cho, M. H., S. E. Park, J. K. Lim, J. S. Kim, J. H. Kim, D. Y. Kwon, and C. S. Park. 2007. Conversion of sucrose into isomaltulose by *Enterobacter* sp. FMB1, an isomaltulose-producing microorganism isolated from traditional Korean food. *Biotechnol. Lett.* 29: 453-458
- Ha, M. Y., S. Y. Chung, and S. J. Kim. 2002. Isolation and characteristics of a homofermentative lactic acid bacterium. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* 17: 333-338.
- Jo, K. Y., and D. M. Ha. 1995. Isolation and identification of the lactic acid bacteria from nuruk. *Agric. Chem. Biotechnol.* 38: 95-99.
- Kim, H. S., and T. S. Yu. 2000. Volatile flavor components of traditional korean nuruk produced by nuruk fungi. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 28: 303-308.
- Kim, H. R., S. H. Baek, M. J. Seo, and B. H. Ahn. 2006. Feasibility of cheongju brewing with wild type yeast strains from nuruks. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 34: 244-249.
- Kim, I. H., and W. S. Park. 1996. Comparison of fermentation characteristics of korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and nuruk korean-style bran koji. *Kor. J. Dietary Culture.* 11: 339-348.
- Kim, J. H., D. H. Lee, S. Y. Choi, and J. S. Lee. 2002. Characterization of physiological functionalities in Korean traditional liquors. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 34: 118-122.
- Kim, J. H., D. H. Lee, S. H. Lee, S. Y. Choi, and J. S. Lee. 2004. Effect of *Ganoderma lucidum* on the quality and functionality of Korean traditional rice wine, yakju. *J. Biosci. Bioeng.* 97:24-28.
- Kim, J. S., E. J. Kwak, and Y. S. Lee. 2006. Effect on the quality characteristics of Korean traditional wines with the addition of rosemary (*Rosemarinus officinalis* L.). *Kor. J. Food Cookery Sci.* 22: 914-922.
- Kim J. Y., and J. S. Koh. 2004. Screening of brewing yeasts and saccharifying molds for foxtail millet-wine making. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 78-84.
- Kim, S. J., J. Y. Baek, C. K. Park, and G. W. Kim. 2004. Gastroprotective effect of Korean rice-wine (Yakju). *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36: 818-822.
- Kim, S. J., S. H. Ko, W. Y. Lee, and G. W. Kim. 2004. Cytotoxic effects of Korean rice-wine (Yakju) on cancer cells. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36: 812-817.
- Kim, Y. J. and Y. S. Han. 2006. The use of Korean traditional liquors and plan for encouraging it. *Kor. J. Food Culture.* 21: 31-41.
- Lee, D. H., J. H. Kim, N. M. Kim, and J. S. Lee. 2002. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquor by using chamomile (*Matricaria chamomile*). *Kor. J. Food Sci. Technol.* 34: 109-113.
- Lee, J. H. and T. S. Yu. 2000. Identification and characteristics of lactic acid bacteria isolated from nuruk. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* 15: 359-365.
- Park, C. D., H. K. Jung, H. H. Park, and H. H. Hong. 2007. Identification and feremntational characteristics of lactic acid

- bacteria isolated from hahyanju nuruk. *Kor. J. Food Preserv.* **14**: 188-193.
18. Shim, Y. S., J. W. Kim, and S. S. Yoon. 1998. Alcohol fermentation of cheese whey by *Kluyveromyces marxianus* and lactic acid bacteria. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **30**: 161-167.
 19. So, M. H., Y. S. Lee, and W. S. Noh. 1999. Changes in microorganism and main components during takju brewing by a modified nuruk. *Kor. J. Food Nutr.* **12**: 226-232.
 20. Thomas, M. W., and K. M. Bhat. 1988. Methods for measuring cellulase activities. *Methods Enzymol.* **160**: 87-112.
 21. Tsuyoshi, N., R. Fudou, S. Yamanak, M. Kozaki, N. Tamang, S. Thapa, and J. P. Tamang. 2005. Identification of yeast strains isolated from marcha in sikkim, a microbial starter for amylolytic fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* **99**: 135-146.
 22. Woo, S. H., and S. C. Park. 2005. Fermentation of food waste using nuruk. *Kor. J. Waste Management* **22**: 714-720.
 23. Yu, C. H., S. Y. Hong, and J. S. Koh. 2002. Zymological properties of foxtail millet wine making by isolated strains from nuruk. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* **45**: 138-144.

(Received June 30, 2007/Accepted Aug. 11, 2007)