

Aspergillus oryzae를 이용한 배 착즙박 누룩의 제조 및 막걸리 발효특성

신자원¹ · 김영현¹ · 김재호² · 나광출³ · 이종수^{1*}

¹배재대학교 바이오·의생명공학과, ²한국식품연구원 우리술센터, ³조선이공대학 식품영양조리학과

Manufacture of Pear Marc Nuruk by *Aspergillus oryzae* and Characteristics of Makgeolli Fermentation

Ja-Won Shin¹, Young-Hun Kim¹, Jae-Ho Kim², Kwang-Chul Na³ and Jong-Soo Lee^{1*}

¹Department of Biomedical and Bioechnology, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

²Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

³Department of Food Nutrient and Culinary, Chosun University College of Science & Technology, Gwangju 501-744, Korea

ABSTRACT : In order to develop new valuable pear marc nuruk and further, reduce environmental pollution by pear marc from pear juice processing, we prepared pear marc nuruk by incubation of *Aspergillus oryzae* into pear marc containing 50% of moisture at 30°C for 7 days. α-Amylase and glucoamylase activities of the pear marc nuruk were 320.2 IU and 442.8 IU, respectively and its acidic protease activity was showed 142.6 IU. After brewed makgeolli by using the pear marc nuruk, cooked rice and *Saccharmyces cerevisiae*, its physicochemical characteristics was investigated. Ethanol content of pear marc nuruk-makgeolli was 6.8% after fermentation at 25°C for 10 days and also pear marc makgeolli showed 45.6% of antihypertensive angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity. In conclusion, pear marc nuruk had high amylase activity and pear marc-makgeolli had also good fermentation characteristics and antihypertensive ACE inhibitory activity. Therefore, it has the potential to become a new nuruk for brewing makgeolli.

KEYWORDS : *Aspergillus oryzae*, Fermentation condition, Makgeolli, Nuruk, Pear marc

서 론

배는 알칼리성 과일 중의 하나로 가식율이 80~82%로 비교적 높고 유기산과 식이섬유 등이 풍부하여 맛과 식감이 좋아 주로 식용으로 이용되고 있고, 근래에 미국과 대만 등지로 생과 형태로 수출 또한 증대되고 있다. 그러나 최근

젊은 층을 중심으로 생과일 직접 섭취보다는 먹기 편리한 주스형태의 음료 제품을 선호하게 되었고 따라서 배 주스 생산량이 크게 증가하고 있다.

배 주스 제조시 약 15% 내외의 착즙박이 부산물로 발생되고 있는데 배 착즙박에는 비교적 많은 양의 식이섬유와 페놀성 물질들과 일부 미량의 당류와 미네랄 등을 함유하고 있고(Lee *et al.*, 2009, Hwang *et al.*, 2006) 특히 최근 Lee 등(2011)은 배 껍질에 노화 억제 등이 생리기능성을 가진 arbutin이 풍부하고 hydroxycinnamoyl malic acid과 이들의 메틸 에스터 화합물 등이 함유되어 있다고 보고하였다(Lee *et al.*, 2011). 그러나 배 착즙박은 극히 일부 퇴비로 이용될 뿐 이들의 이용성에 대한 연구는 이루어지지 않아 버려지고 있어 환경오염의 원인이 되고 있다. 따라서 배 착즙박 중에 함유되어있는 생리기능성 식이섬유 등의 유용물질을 산업적으로 이용하고 동시에 이들로 인한 환경오염을 줄이는 연구의 필요성이 있다.

한편, 막걸리 소비는 최근까지 급증하여 2009년 막걸리의 국내시장 점유율이 7.8%, 2010년에는 20%까지 크게 성

Kor. J. Mycol. 2013 December, 41(4): 255-260
<http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2013.41.4.255>
 pISSN 0253-651X
 © The Korean Society of Mycology

***Corresponding author**

E-mail: biotech8@pcu.ac.kr

Received October 30, 2013
Revised December 5, 2013
Accepted Dcember 8, 2013

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

장하였고 수출량도 일본을 중심으로 2009년 7404 kI에서 2010년에는 연간 약 9000 kI 이상의 수출되었다. 그러나, 최근 막걸리에 대한 연구가 미진하여 Baek 등(2012)이 곰팡이 균종을 달리하여 제조한 혼합 곡류 누룩의 품질 특성으로 산도와 아미노산도, 효소 활성 및 유기산 등을 분석하여 보고하였고(Baek *et al.*, 2012) 황국균을 이용하여 곡류 낱알 누룩을 제조하여 이들의 특성과 막걸리의 품질 특성을 조사하여 보고(Baek *et al.*, 2011) 하였을 뿐이다. 또한, 영세한 막걸리 제조회사의 과다 출현과 이에 따른 경쟁 심화로 새로운 특색을 가진 고품질 막걸리가 생산되지 않아 올해 들어 국내 수요 및 수출이 급격히 감소하고 있는 추세이다. 따라서 젊은 층의 수요를 확대하여 국내 수요를 촉진시키고 나아가 수출을 증대시킬 수 있는 새로운 막걸리의 개발과 이들을 위한 우수한 누룩 등의 발효제 개발이 필요하다(Lee *et al.*, 2009; Baek *et al.*, 2013).

필자 등은 배 주스 제조 시 부산물로 생산되는 착즙박 등에 의한 환경오염을 줄이고 동시에 고품질 주류용 발효제(누룩)를 개발하여 배 가공 기업체와 배 생산 농가의 소득 증진에 기여하고자 먼저, 전보에서는 배 착즙박 추출물을 이용한 효모 biomass 생산(Jang *et al.*, 2011)과 배 주스 박을 이용한 배 페이스트의 제조 및 품질특성 등에 대하여 보고(Kim *et al.*, 2012)하였다. 본 연구에서는 *Aspergillus oryzae*와 배 착즙박을 이용한 막걸리 제조용 누룩을 제조하여 이들의 특성을 조사하였고, 이들 배 착즙박 누룩과 효모 등을 이용하여 막걸리를 제조한 후 물리화학적 특성과 생리 기능성 등을 조사하였다.

재료 및 방법

배 착즙박과 균주 및 시약

배 착즙박은 (주)우일 바이오텍에서 맑은 배 주스 생산 후 발생한 것들을 동결건조 분말 형태로 분양 받아 실험에 사용하였다. *Aspergillus oryzae* ATTC N159-1는 한국 미생물 균주 은행에서 분양 받아 사용하였고 효모는 시판 중인 *Saccharomyces cerevisiae* (Laparisienne, Netherlands)을 사용하였다.

또한 amylase와 protease 활성 측정 시 기질로 사용한 가용성 전분과 fibrin, 및 생리 기능성 측정용 시약인 Hip-His-Leu과 rabbit lung acetone powder, fibrin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 등은 Sigma (St, Louise, Mo, USA)사 제품을 사용하였으며, 그 밖의 시약은 특급을 사용하였다.

누룩의 제조

동결 건조된 배 착즙박을 최종 수분함량 30%, 50%, 70%로 각각 조정된 후 121°C에서 20분간 살균한 다음 전분 분해 효소 생산성이 우수한 곰팡이인 *Aspergillus oryzae*을 접종하여 30°C에서 14일까지 일정기간 배양하고 건조시켜 발

효제(누룩)를 제조하였다.

Amylase와 protease 활성 측정

α -Amylase 활성은 1% 전분 용액 1 ml에 배 착즙박 누룩의 물 추출물(누룩 1 g에 3 ml의 D.W.를 첨가하여 4°C에서 30분 간 추출, 이하 조효소액 이라 함) 1 ml를 가하여 40°C에서 30분 간 반응시킨 후 100°C에 5분간 가열하여 반응을 정지시키고 냉각시켰다. 다시 dinitrosalicylic acid(DNS)시약 약 3 ml를 첨가하여 5분 간 발색시킨 후 냉각시켜 540 nm에서 흡광도를 측정하여 생성된 환원당 함량을 측정하였고 조효소액 1 ml가 분당 1 μ g의 환원당을 생성하는 것을 1 unit로 하였다(Kim and Lee, 2003).

Glucoamylase 활성은 1% 전분용액 1 ml에 0.2 M 초산완충액 0.2 ml를 가하여 40°C에서 5분간 예열한 후 조효소액 0.1 ml를 가하고 40°C, 20분 간 반응시킨 다음 1 N NaOH 용액 0.1 ml를 첨가 후 30분간 방치하여 반응을 정지시켰다. 1 N 염산용액 0.1 ml 가하여 중화한 다음 위와 같이 생성된 환원당 함량을 DNS법으로 측정하였고 위와 같이 조효소액 1 ml가 분당 1 μ g의 환원당을 생성하는 것을 1 unit로 하였다(Choi *et al.*, 2012).

Protease 활성은 Park 등(2010)의 방법을 일부 변형시켜 먼저 0.6% casein용액(0.2 M acetic acid 완충용액 pH 3.0, pH 7.0) 1 ml에 조효소액 1 ml를 가하여 40°C에서 10분 간 반응시켰다. 반응액에 0.4 M TCA(trichloroacetic acid) 용액 2 ml를 가한 다음 상온에서 20분간 방치하여 반응을 중지시키고 4°C 5,000 rpm, 1분 간 원심분리 하였다. 상등액 0.5 ml에 0.4 M Na₂CO₃용액 2.5 ml를 넣은 다음 folin시약 0.5 ml를 가하여 40°C에서 1분간 발색시키고 660 nm에서 흡광도를 측정하여 생성된 tyrosine 함량을 계산하였으며, 분당 1 μ g의 tyrosine을 생성하는 것을 1 unit로 하였다.

일반성분과 미네랄 및 식이섬유 함량

배 착즙박 분말의 일반성분은 A.O.A.C법에 따라 수분은 105°C 상압 가열법으로, 단백질 함량은 질소 분석기(Elementar, Germany)로 분석하였다. 조지방은 Soxhlet extraction method로, 회분함량은 550°C 회화법으로, 탄수화물 함량은 전체 100%에서 상기 성분 함량을 모두 제외한 값으로 환산하였다. 유리당 함량은 HPLC(Waters, 2695)로 분석하였고 식이섬유 함량은 식품공전(2011)의 총 식이섬유 시험법으로 측정하였다(Min *et al.*, 2012).

생리기능성

항고혈압성 angiotensin I-converting enzyme(ACE) 저해 활성은 rabbit-lung powder에서 추출한 ACE 용액과 Hip-His-Leu의 반응으로부터 유리되어 나오는 hippuric acid의 양을 228 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였고(Jang *et al.*, 2012), 항통풍성 xanthine oxidase 저해활성은 xanthine과 xanthine oxidase을 이용하여 반응시킨 후 생성된 uric

acid를 292 nm에서 흡광도를 측정하였다(Zanabaatar *et al.*, 2010). SOD유사활성은 pyrogallol을 이용한 분광분석법으로, 항산화활성(전자공여능)은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하는 방법으로 측정하였다(Jang *et al.*, 2012). 항비만성 α -glucosidase 저해활성은 α -glucosidase 효소액과 기질 p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (Sigma N1377)을 37°C에서 25분간 반응 후 405 nm에서 흡광도를 측정하였고(Kim *et al.*, 2012), 미백관련 Tyrosinase 저해활성은 시료 500 μ L에 5 mM L-DOPA 0.2 mL, 0.1 M 인산 완충용액(pH 6.0) 0.8 mL를 혼합한 후 tyrosinase 11U를 첨가하여 35°C에서 2분간 반응시킨 다음 475 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무첨가 대조구의 값과 비교하여 활성을 계산하였다(Kim *et al.*, 2012). 또한 혈전 용해 활성은 fibrinogen을 이용한 pear disc법으로 측정하였다(Jang *et al.*, 2012).

막걸리 담금 및 발효

담금은 Song 등(Song *et al.*, 2010)의 배 막걸리 제조법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다. 먼저 멥쌀 2 kg을 12시간 물에 침지한 후 100°C로 1시간 증자하였다. 이를 30°C까지 냉각시킨 후 멥쌀 120 g에 물 300 ml를 넣고 발

효제를 g당 300 sp로 첨가한 후 시판 주류 제조용 *Saccharomyces cerevisiae* 용액(1% 멸균수 현탁액을 30°C에서 2시간 활성화시킨)을 5% 첨가하여 25°C에서 10일 간 발효시켰다.

물리화학적 성질

에탄올 함량은 원심 분리한 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였고, 총산(적정산도)은 시료 10 ml를 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정한 후 소비 ml를 호박산(succinic acid)으로 표시하였다. 잔당은 DNS법에 따라 550 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다(Lee *et al.*, 2011).

결과 및 고찰

배 착즙박의 일반성분, 유리당 및 식이섬유

동결 건조시킨 배 착즙박의 일반성분 함량을 측정한 결과 Table 1과 같이 배 착즙박에는 탄수화물이 93.4%로 가장 많았고 조단백질은 3.5% 함유하였다. 또한 유리당으로는 영양 에너지원인 포도당과 자당을 각각 5.5 g/100g과 1.3 g/100g을 함유하였고 특히 식이섬유를 44.9 g/100g으로

Table 1. Proximate composition and free sugars, edible fiber content of pear marc powder

Ash	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate	Free sugars (g/100g)			
				Glucose	Sucrose	Lactose	Edible fiber
2.2%	3.5%	0.9%	93.4%	5.5	1.3	0	44.9

*Carbohydrate content ; 100 - (ash + crude protein + crude lipid).

Table 2. Physiological functionalities of water extract from pear marc powder

ACE* inhibitory activity(%)	XOD inhibitory activity(%)	SOD-like activity (%)	Antioxidant activity (%)	α -Glucosidase inhibitory activity (%)	Tyrosinase inhibitory activity (%)	Fibrinolytic activity (mm)
9.8±0.8	2.5±0.7	9.9±0.4	5.1±0.1	n.d**	0.3±0.7	n.d

*ACE, angiotensin I - converting enzyme; XOD, xanthin oxidase.

**n.d, not detected.

Table 3. Effect of pear marc moisture contents and cultural periods on the activity of amylases and proteases of water extracts from pear marc nuruk

Fermented periods (Days)		0		3		5		7		10	
Moisture contents (%)		50*	70	50	70	50	70	50	70	50	70
Amylase activity (IU)	α -amylase**	259.3 ±0.2	271.2 ±0.3	247.1 ±0.8	243.1 ±0.5	293.5 ±0.9	271.7 ±0.4	320.2 ±0.9	315.1 ±0.7	309.5 ±0.8	303.2 ±0.7
	glucoamylase	397.9 ±0.5	374.6 ±0.3	391.7 ±0.6	368.2 ±0.9	391.5 ±0.8	389.4 ±0.5	442.8 ±0.3	446.2 ±0.8	418.9 ±0.9	374.7 ±0.9
Protease activity (IU)	acidic protease	131.1 ±0.1	134.6 ±0.1	146.1 ±0.5	144.4 ±0.2	149.5 ±0.9	149.5 ±0.5	142.6 ±0.6	148.5 ±0.5	115.7 ±0.5	140.3 ±0.4
	neutral protease	128.4 ±0.9	134.4 ±0.2	134.4 ±0.4	133.7 ±0.5	137.9 ±0.1	134.8 ±0.2	134.2 ±0.4	134.5 ±0.1	92.7 ±0.9	118.6 ±0.3

*No growth showed in the 30% of moisture contents of pear marc nuruk.

**Water extract of pear marc nuruk was prepared by extraction for 30 min at 4°C after addition 3 times D.W into pear marc nuruk.

Table 4. Changes of titratable acidity, residual sugars and antihypertensive angiotensin I-converting enzyme (ACE) activity of makgeollies brewed by various pear marc nuruk during fermentation

Makgeolli by different nuruk	Commercial nuruk (CI) makgeolli					Pear marc nuruk (PMI) makgeolli					Mixed nuruk (CI:PMI = 1:2) makgeolli				
	0	3	5	7	10	0	3	5	7	10	0	3	5	7	10
Fermented period (Days)															
Titratable acidity (%)*	0.02	0.20	0.20	0.21	0.26	0.03	0.12	0.16	0.27	0.36	0.03	0.15	0.17	0.26	0.65
Residual sugar (mg/ml)	-	6.1	4.1	3.3	3.1	3.5	7.6	7.2	7.0	6.9	4.3	5.2	4.4	3.8	3.4
ACE inhibitory activity (%)	5.0 ±0.5	38.2 ±0.9	41.3 ±0.7	48.7 ±0.6	66.5 ±0.8	4.1 ±0.3	13.9 ±0.8	19.2 ±0.9	31.7 ±0.8	45.6 ±0.9	16.7 ±0.4	25.9 ±0.9	29.6 ±0.8	35.2 ±0.5	63.4 ±0.7

*Titratable acidity described as succinic acid.

많이 함유하고 있어 다이어트 건강 식이 음료 제조에 유용할 것으로 사료된다.

배 착즙박 추출물의 생리기능성

배 착즙박에 증류수를 1:30으로 첨가하여 30°C에서 24시간 추출한 후 여과하여 얻은 배 착즙박 추출물의 생리기능성을 조사한 결과 항고혈압성 안지오펀신 전환효소(ACE) 저해활성과 SOD유사활성이 각각 9.8%, 9.9%을 보였으나 여타의 생리기능성들은 대체로 낮거나 없었다(Table 2). 이 생리기능성 결과들은 배 가공 슬러지를 이용하여 제조한 배 페이스트의 항비만성 α-glucosidase 저해활성(20%)보다는 낮았으나 항고혈압성 ACE저해활성(4%)보다는 높은 결과이었다(Kim et al., 2012).

배 착즙박 누룩의 제조 및 특성

배 착즙박에 *Aspergillus oryzae* ATCC N159-1를 배양하여 막걸리 제조용 누룩을 제조할 때 배 착즙박의 수분함량이 효소 생성에 미치는 영향을 검토한 결과 Table 3과 같다. 50% 수분을 첨가하여 30°C에서 7일간 배양하여 제조한 배 착즙박 누룩의 α-amylase와 glucoamylase 활성이 각각 320.2 IU와 442.8 IU로 70% 수분첨가시보다 높았고 30% 수분 첨가하여 배양한 경우 *Aspergillus oryzae*가 생육하지 못하였다. 이러한 배양 7일 후의 배 착즙박 누룩의 amylase 활성을 Baek 등(2012)의 밀, 쌀, 녹두와 밀기울의 혼합 곡물에 *Aspergillus oryzae*를 배양하여 제조한 누룩의 amylase 활성과 비교하였을 때 α-amylase는 배양기질(곡물)의 차이 등에 의해 약 4배 정도 본 연구의 배 착즙박 누룩이 낮았으나 glucoamylase 활성은 이들 혼합 곡물 누룩과는 비슷하였고 녹두누룩(Baek et al., 2012)의 118 unit/g보다는 높은 활성이었다.

Protease 활성의 경우 산성 protease 활성은 배양 3일까지 증가한 후 7일까지 큰 변화가 없었으나 14일 배양에서는 오히려 낮아졌다. 이러한 acidic protease 활성은 혼합 곡류로 제조한 누룩과 비슷한 활성이었다(Baek et al., 2012). 중성 protease 활성은 수분 함량과 배양시간의 증가에도 효소

활성에는 큰 차이를 보이지 않았으나 14일 배양의 경우 오히려 활성이 낮아졌다.

이상의 결과를 종합하였을 때 막걸리 제조용 배 착즙박 누룩은 50% 수분을 함유한 배 착즙박에 *Aspergillus oryzae*를 접종하여 30°C에서 7일간 배양하여 제조하는 것이 유용할 것으로 사료된다.

배 착즙박 누룩의 막걸리 발효 특성

위와 같이 제조한 배 착즙박 누룩을 이용하여 막걸리 제조 시 발효 중의 물리화학적 성질의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1과 Table 4와 같다. pH는 배 착즙박 누룩으로 제조한

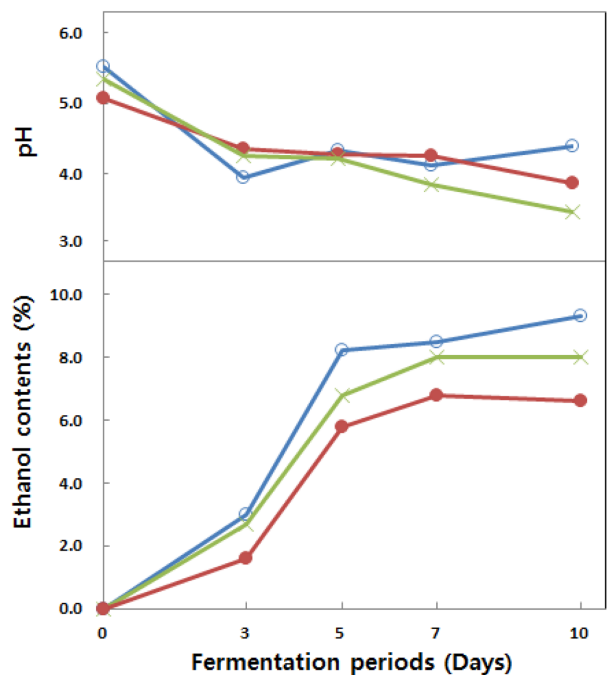


Fig. 1. Changes of pH and ethanol contents of makgeollies brewed by various pear marc nuruk during fermentation. —●— Pear marc nuruk - makgeolli; —×— Mixed nuruk (commercial nuruk: Pear marc nuruk = 1:2) - makgeolli; —○— Commercial nuruk - makgeolli.

막걸리와 배 착즙박 누룩과 시판 주류용 누룩의 혼합 발효제로 제조한 막걸리의 경우 큰 차이 없이 pH 5.1~5.4에서 발효 10일 후 pH 3.9~3.5로 낮아졌고 시판 누룩 제조 막걸리는 pH 5.5에서 pH 4.4로 낮아졌다. 이와 같이 발효 10일 후 배 착즙박 누룩 제조 막걸리의 pH가 시판 누룩 제조 막걸리의 pH보다 낮았던 점과 배 착즙박 누룩 발효제로 제조한 막걸리의 총산 함량이 시판 누룩 제조 막걸리보다 높았던 결과와 같은 연관성이었다.

에탄올 함량은 시판 누룩으로 제조한 막걸리가 발효 10일에 약 9.3%을 보인 반면 배 착즙박 누룩으로 제조한 막걸리는 발효 10일에 약 6.8%, 배 착즙박 누룩과 시판 누룩의 혼합 누룩으로 제조한 막걸리는 발효 10일에 약 8.0%을 보여 배 착즙박 누룩 제조 막걸리가 시판 누룩 제조 막걸리와 혼합 누룩 제조 막걸리들보다 에탄올 함량이 낮았다. 이는 배 착즙박 누룩 단독으로 제조한 막걸리의 잔당 함량이 제일 높아 당화가 잘 이루어진 것에 비하여 배 착즙박 중의 미지의 물질이 발효 중 추출되어 알코올 발효를 저해한 것으로 추정된다.

한편, 이들의 배 착즙박 제조 막걸리의 에탄올 함량은 녹두누룩과 보리누룩으로 제조한 막걸리의 에탄올 함량(11.2%, 15.3%) (Baek et al., 2012)과 *Aspergillus kawachii* 누룩으로 제조한 현미 막걸리의 에탄올 함량(15%) (Baek et al., 2013)보다 낮은 함량이었다.

항고혈압 활성인 안지오펀진 전환효소 저해 활성은 배 착즙박 누룩으로 제조한 막걸리가 발효 10일째 45.6%을 보여 시판 누룩으로 제조한 막걸리(66.5%)와 배 착즙박 누룩과 시판 누룩의 혼합 발효제로 제조한 막걸리(63.4%)보다는 약 20% 정도 낮았다.

발효 10일 후 이들 막걸리들의 간이 관능검사를 실시한 결과 배 착즙박 누룩 단독으로 제조한 막걸리에서는 단맛이 쓴맛이나 신맛에 비해 강하였고 혼합 누룩으로 제조한 막걸리의 신맛이 다른 2종류에 비해 다소 강하였으며, 전체 기호도는 시판 누룩 제조 막걸리, 혼합 누룩 제조 막걸리, 배착즙박 누룩 제조 막걸리 순이었다(data not shown).

비록 배 착즙박 누룩으로 제조한 막걸리가 시판 누룩을 제조한 막걸리보다 기호도와 항 고혈압 활성이 낮았지만 배 착즙박 누룩은 비교적 높은 amylase 활성을 갖고 있고, 배 착즙박 누룩으로 제조한 막걸리도 비교적 우수한 기호도와 항고혈압 활성을 갖고 있었다. 따라서 본 연구에서 개발한 배 착즙박 누룩은 기능성 막걸리 제조용 발효제로 상품 가능성이 있고 동시에 배 착즙박에 의한 환경오염을 줄이는 효과가 있다고 사료된다.

적 요

배 주스 제조 시 부산물로 생산되는 배 착즙박을 이용하여 막걸리 제조용 누룩을 개발하고 나아가 착즙박에 의한 환경오염을 줄이고자 50% 수분을 첨가한 배 착즙박에 *As-*

*pergillus oryzae*를 접종하여 30°C에서 7일간 배양하여 누룩을 제조하였다. 배 착즙박 누룩의 α -amylase와 glucoamylase 활성은 각각 320.2 IU와 442.8 IU이었다. 배 착즙박 누룩과 전쌀 및 *Saccharmyces cerevisiae*을 이용하여 막걸리를 제조한 후 물리 화학적 특성을 조사한 결과 25°C에서 10일 발효 후의 배 착즙박 누룩-막걸리의 에탄올 함량은 6.8%이었고, 항고혈압성 안지오펀진 전환효소 저해(ACE) 활성은 45.6%이었다. 결론적으로 배 착즙박 누룩은 높은 amylase 활성을 가지고 있고, 배 착즙박 누룩-막걸리도 좋은 발효특성과 항고혈압성 ACE 저해 활성을 가지고 있으므로 새로운 막걸리 제조용 누룩으로 산업화가 가능한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업(2013년도 배수출사업단)의 지원에 의하여 연구 결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Baek, C. H., Choi, J. H., Choi, H. S., Jeong, S. T., Kim, J. H., Jeong, Y. J. and Yeo, S. H. 2013. Quality characteristics of brown rice Makgeolli produced under differing conditions. *J. Microbiol. Biotechnol.* 41:168-175. (in Korean).
- Baek, S. Y., Kim, J. Y., Choi, J. H., Choi, J. S., Choi, H. S., Jeong, S. T. and Yeo, S. H. 2012. Assessment of the quality characteristics of mixed-grain Nuruk made with different fungal strains. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 22:103-108. (in Korean).
- Baek, S. Y., Kim, J. Y., Yun, H. J., Choi, J. H., Choi, H. S., Jeong, S. T. and Yeo, S. H. 2011. Quality characteristics of Makgeolli and Nuruk grain inoculated with *Aspergillus oryzae* N041. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 22:103-108. (in Korean).
- Choi, Y. H., Lee, J. E., Kim, E. M. and Park, S. Y. 2012. Quality changes of steamed rice bread with addition of active gluten and rice Nuruk. *J. Food Nutr.* 25:253-258. (in Korean).
- Hwang, I. G., Woo, K. S., Kim, T. M., Kim, D. J., Yang, M. H. and Jeong, H. S. 2006. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korea J. Food. Sci. Technol.* 38:342-347.
- Jang, I. T., Kang, M. G., Lee, S. H., Lim, S. I., Kim, H. R., Ahn, B. H. and Lee, J. S. 2012. Physiological functionality of Nuruk, Makgeolli and Cheonggukjang made with fungi and bacteria isolated from Korean traditional fermented foods. *Kor. J. Mycol.* 40:164-173. (in Korean).
- Jang, I. T., Kang, M. G., Na, K. C. and Lee, J. S. 2011. Growth profile of some yeasts in pear marc extracts. *Kor. J. Mycol.* 39:229-230. (in Korean).
- Kim, N. M. and Lee, J. S. 2003. Effect of fermentation periods on the qualities and physiological functionalities of the mushroom fermentation broth. *Kor. J. Mycol.* 31:28-33. (in Korean).
- Kim, Y. H., Jang, I. T., Na, K. C., Lee, J. S. and Kim, H. K. 2012. Quality characteristics and physiological functionality of pear paste made by pear juice slurry. *J. Nat. Sci.* 23:40-46. (in Korean).

- Lee, D. H., Kang, H. Y., Lee, S. Y., Cho, C. H., Kim, S. J. and Lee, J. S. 2011. Effects of yeast and Nuruk on the quality of Korean Yakju. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 39:274-280. (in Korean).
- Lee, D. H., Kim, J. H. and Lee, J. S. 2009. Effects of pears on the quality and physiological functionality of makgeoly. *J. Food Nutr.* 22:606-611. (in Korean).
- Lee, K. H., Cho, J. Y., Lee, H. J., Ma, Y. K., Kwon, J., Park, S. H., Lee, S. H., Cho, J. A., Kim, W. S., Park, K. H. and Moon, J. H. 2011. Hydroxycinnamoylmalic acids and their methyl esters from pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruit peel. *J. Agric Food Chem.* 59:10124-10128.
- Min, J. H., Hyun, S. H., Na, K. C., Lee, J. S. and Kim, H. K. 2012. Quality characteristics of pear fruitlet products and changes of microbes during storage. *J. Nat. Sci. Paichai Univ.* 23:47-53. (in Korean).
- Park, H. S., Kim, B. H., Choi, H. S., Kim, J. M. and Kim, M. K. 2010. Enzyme activity of *Basidiomycetes* products in each cereals. *J. Mushroom Sci. Prod.* 8:102-108. (in Korean).
- Song, J. H., Jang, J. H., Na, K. C., Kim, H. K. and Lee, J. S. 2010. Screening of yeast for brewing of Korean traditional Pear Yakju and optimal fermentation condition. *Kor. J. Mycol.* 338: 184-188. (in Korean).
- Zanabaatar, B., Song, J. H., Seo, G. S., Noh, H. J., Yoo, Y. B. and Lee, J. S. 2010. Screening of anti-gout xanthine oxidase inhibitor from mushrooms. *Kor. J. Mycol.* 38(1):85-87. (in Korean).