

현미 품종별 알코올발효액 및 부산물의 품질특성

우승미 · 김태영¹ · 여수환¹ · 김상범¹ · 김진숙¹ · 김미현² · 정용진[†]

계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드스, ¹농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Quality Characteristics of Alcohol Fermentation Broth and By-Product of Brown Rice Varieties

Seung-Mi Woo, Tae-Young Kim¹, Soo-Hwan Yeo¹, Sang-Bum Kim¹, Jin-Sook Kim¹,
Mi-Hyun Kim² and Yong-Jin Jeong[†]

Department of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd, Daegu 704-701, Korea

¹Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA, Suwon 411-853, Korea

²Division of Food Nutrition and Cooking, Taegu Science College, Daegu 702-723, Korea

Abstract

This study was investigated quality characteristics of alcohol fermentation broths and by-products produced from 4 type of brown rice varieties. The result showed that *Daeanbyeo*(A), *Baekjinju*(B) and *Sulkyeong*(C) produced the high alcohol content(9.5, 9.7 and 9.8%) by non-steamed alcohol fermentation period whereas the *Goami*(D) gave poor content(3.5%). In addition, the effects of total free sugar content were examined for non-steamed alcohol fermentation period. Among these 4 type, 244.2 mg% showed the highest contents in the *Goami*(D). The steamed alcohol fermentation showed higher sugar content in overall with slight difference between the various brown rice. The total dietary fiber content variation according to the alcohol fermentation methods in non-steamed and steamed periods came up with the highest content in the *Sulkyeong*(C) followed by *Baekjinju*(B), *Daeanbyeo*(A), and *Goami*(D). The total free amino acid contents by alcohol fermentation methods turned out to show the highest content in non-steamed *Goami* by-product followed by *Goami* powder, steamed *Goami* by-product. Although, the above result revealed the lowest alcohol fermentation efficiency in non-steamed *Goami*, but it had the highest by-product utilizing capacity. Therefore, *Goami*(D) was the lowest alcohol yield in alcohol fermentation treated with non-steam among groups, but *Goami* by-product was the highest availability among groups. Especially, the fermented by-products of the *Goami* had the various nutritional constituents including starch, dietary fibers and free amino acids, which can be suggested to be used as various functional food ingredients.

Key words : brown rice, alcohol fermentation, non-steam

서 론

쌀(*Oryza sativa* L.)은 우리나라뿐만 아니라 아시아 여러 나라에서 주식(主食)으로 사용할 뿐 아니라 전체 농업생산액의 40%를 차지하는 중요한 작물로써 보통 현미와 백미로 나뉜다(1). 현미는 벼에서 왕겨만 제거한 것으로 치밀한 쌀겨층으로 인하여 질긴 피막을 형성하며 산과 알칼리에

강하고 수분흡수율이 낮다(2). 또한 백미보다 소화율이 낮은 단점이 있으나 발아과정을 통해서 이를 보완 할 수 있다. 현미의 외피에는 식이섬유, 식물성 단백질, 지방질 등이 많이 함유되어있고 인, 칼륨, 마그네슘, 나트륨, 철분 등의 무기질, 비타민 B, 비타민 E, 엽산 등의 비타민류 및 필수아미노산의 함량이 높다(3,4). 이러한 기능성 성분들은 복합적으로 존재하였을 때 암 및 심장병 예방에 더욱 효과가 있는 것으로 밝혀져 특정성분만을 강화한 식이 보조제의 형태가 아니라 전곡립(whole grains)을 가공하여 기능성을 부각시키는 기술 및 제품개발이 필요하다(5). 최근 쌀 식이

[†]Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr,
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

섭유의 기능적 특성(6), γ -aminobutyric acid 고함유 발아현미 생산(7), 현미의 항돌연변이 및 항암효과(8,9), 현미와 발아현미의 항산화효과(10), 쌀의 생리활성 물질(11,12) 등에 대한 연구와 현미 식혜의 제조(13), 현미를 첨가한 요구르트의 제조(14), 현미가루를 첨가한 국수제조(4), 현미가루를 첨가한 쿠키제조(15), 발아현미 농축액 및 가루를 첨가한 김치제조(16), 현미녹차 음료 제조(17) 등 가공품 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 쌀은 2005년부터 단계적으로 수입물량이 증가되어 2014년에는 총 소비량의 8% (약 41만 톤)를 수입 할 뿐 아니라 수입 물량의 30%는 시장에 방출하기 때문에 국내 쌀 시장에 미치는 영향이 매우 크다(18). 또한 쌀 소비량은 1979년 1인당 연간 135.6 kg에서 2003년에 83.2 kg으로 급격하게 감소하였으며(19), 전체 쌀 가공율은 5% 미만으로 농가소득 및 경쟁력이 저하되고 있는 추세이다(20).

술은 탄수화물이 미생물의 분해작용을 받아 알코올을 비롯한 여러 가지 성분을 함유하는 발효음료이며, 발효원으로는 전분질을 함유하는 곡류 및 서류와 이를 가공하여 만든 당류 등이 있다(21). 알코올발효 과정은 전분질 원료의 분쇄, 증자, 당화 및 발효과정을 통해서 제조되고 있으며 특히 전체 공정에 필요한 에너지의 30~40%가 증자과정에서 소요되고, 증자과정 중 많은 열을 받음으로 단백질, 비타민류 및 생리활성을 나타내는 여러 성분들이 크게 손실된다(22). 이를 방지하기 위하여 최근 생전분 분해 효소제를 이용한 보리(23), 타피오카(24), 옥수수(22) 등의 무증자 알코올발효에 관한 연구가 보고되었다.

본 연구에서는 현미 품종에 따른 생전분 분해효소를 이용한 비열처리방법과 열처리 알코올발효의 품질특성을 비교 모니터링하고 부산물로 발생하는 현미 박의 효율적 활용 방안을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 현미 품종은 대안벼(A), 백진주(B), 설갱(C) 및 고아미(D) 4종을 농촌진흥청에서 제공받아 40 mesh이하로 분쇄하여 사용하였으며, 현미 알코올발효 부산물은 비열처리 및 열처리 알코올발효 한 것을 부직포로 여과하여 강제순환식오븐(HB-502M, Hanbeak Scientific Co., Korea)에서 40℃, 48시간 건조시켜 시료로 사용하였다. 비열처리 알코올발효에서 사용된 생전분 분해효소제는 *Rhizopus* sp.에서 분리·정제한 것으로 당화력이 30,000 sp/g인 starch saccharifying enzyme DAIZYME G(Daiwa kasei Co., Japan)였고, 열처리 알코올발효에서는 주정제조에 사용되는 α -amylase 및 β -amylase를 (주)이엔바이오텍에서 제공받아 사용하였다(23).

사용균주

현미의 알코올발효에 사용한 균주는 계명대학교 발효공학실에서 보관중인 *Saccharomyces kluyveri* DJ97(KCTC 8842P)을 YPD agar배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에서 30℃, 24시간 계대배양한 후 4℃에 보관하면서 사용하였다. 주모는 YPD배지에 접종하여 30℃, 24시간 배양한 후 사용하였다.

비열처리 현미의 알코올발효방법

각각의 분말시료 100 g에 수돗물 350%(v/w)를 가수한 후 효소제 0.34%(w/w), 주모 10%(v/v)를 접종한 다음 항온 배양기(HB-103-2H, Hanbeak Scientific Co., Korea)에서 30℃, 60시간동안 정치배양 시켰으며, 발효 종료 후 부직포로 여과한 여과액을 분석시료로 사용하였다(23).

열처리 현미의 알코올발효방법

각각의 분말시료 100 g에 수돗물 350%(v/w)를 가수하고 액화효소 0.04%(v/w)를 첨가한 후 95℃에서 1시간동안 처리한 다음 60℃로 냉각시켜 당화효소 0.06%(v/w)를 첨가하여 5시간동안 처리하였다. 방냉시킨 당화액에 주모 10%(v/v)를 접종하여 비열처리방법과 같은 조건으로 발효시켜 분석시료로 사용하였다(23).

알코올함량 및 당도

발효액의 알코올함량은 시료 100 mL를 취하여 증류한 다음 주정계를 이용하여 측정하였으며, Gay Luccac Table 을 이용하여 15℃로 보정하였다(22). 당도는 Digital refractometer (PR-101, ATAGO Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

총산도 및 pH

총산도는 0.1 N-NaOH용액으로 중화 적정하여 acetic acid로 환산하였고, pH는 pH meter(Metrohm 691, Switzerland)로 실온에서 측정하였다.

갈색도 및 색도

갈색도와 색도는 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co., Japan)를 이용하였다(16). 갈색도는 420 nm에서 흡광도를 측정하였고, 색도는 명도(L), 적색도(a) 황색도(b)값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었으며, 이때 대조구는 증류수(L= 99.97, a= -0.01, b= 0.05)를 사용하였다.

유리당 함량

유리당은 발효액의 알코올 성분을 제거한 다음 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Water 1515, Waters Co., USA)로 분석하였다. 이때 분석 column은 carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Waters Co.), mobile phase는 75% acetonitrile(Fisher Co.)을 사용하였고 flow rate는 1.0

mL/min, injection volume은 20 μ L, detector는 RI(M410 RI)를 사용하였다(23).

총식이섬유소 함량

현미의 총식이섬유소 함량은 AOAC법(25)에 준하여 분석하였다. 즉, 효소중량법 (enzymatic-gravimetric method)으로써 발효액을 α -amylase solution(heat stable, for total dietary fiber assay)으로 액화시킨 다음 protease와 amyloglucosidase를 차례로 반응시켜 단백질과 전분을 제거하는 효소적 가수분해과정과 가수분해된 용액의 잔사를 ethanol과 acetone으로 세척하여 건조 전·후의 무게차를 구하고 단백질 및 회분을 정량한 다음 총식이섬유소 산출식에 의하여 함량을 산출하였다.

유리아미노산 함량

현미의 유리아미노산 함량은 Woo 등(16)의 방법에 준하여 전처리하였으며 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom Ltd, Cambridge, UK)를 이용하여 분석하였다. 이때 유리아미노산 분석 buffer solution은 lithium citrate buffer를 사용하여, buffer flow rate는 0.33 mL/min, ninhydrin flow rate는 0.33 mL/min, column온도는 37 $^{\circ}$ C이며, injection volume은 40 μ L로 하였다.

통계처리

비열처리 및 열처리 알코올발효 성분분석은 3회 반복하여 측정한 평균치로 나타내었다.

결과 및 고찰

알코올함량 및 당도의 변화

현미 4종의 비열 및 열처리방법에 따른 알코올발효액의 알코올함량 및 당도를 비교한 결과 Fig. 1과 같다. 비열처리 구간에서 알코올함량은 대안벼(A), 백진주(B) 및 설갱(C)이 각각 9.5, 9.7 및 9.8%로 높게 나타났으며, 고아미(D)는 3.5%로 가장 낮은 함량을 보였다. 당도는 4종의 모든 시료에서 5.5 $^{\circ}$ Brix 전후의 수치를 나타내었다. 따라서 고아미 부산물에는 발효과정에서 분해되지 않은 전분들이 가장 많이 잔존해있는 것으로 생각된다. 열처리구간에서 알코올함량은 대안벼(A), 백진주(B) 및 설갱(C)이 각각 8.5, 8.3 및 9.0%로 나타나 비열처리구간에 비해 약간 낮았고, 고아미(D)는 7.7%로 2배 이상의 높은 함량을 나타내었다. 당도는 대안벼(A), 백진주(B), 설갱(C) 및 고아미(D)가 각각 8.2, 8.7, 9.0 및 6.4 $^{\circ}$ Brix로 나타났다. 당도는 알코올 생성능력과 반비례 경향이었으며 열처리구간에서 당화 직후 시료들의 당도가 14.9~19.0 $^{\circ}$ Brix 범위로 나타났으므로 알코올발효 종료 후 당 함량이 50%이상 감소되었다. 이와 같이 열처리

알코올발효에서는 4종의 현미 모두 우수한 알코올발효능을 나타내었으나, 비열처리 알코올발효에서는 고아미 전분이 호화가 잘 되지 않고 난소화성이라고 보고한 Kang 등(26)의 결과와 유사하게 나타나 고아미 부산물을 기타 가공용으로 재활용 할 수 있을 것으로 생각된다. 우리나라 주세법 시행령의 탁주 알코올함량 규격은 6~8%(27)로써 본 실험의 현미 품종 중 비열처리구간의 고아미를 제외하고는 발효 60시간에서 6%이상의 알코올 함량을 나타내어 탁주 수준의 규격에는 적합하였다. 따라서 비열처리 부산물 고아미 박은 고아미 분말에 비해 식이섬유소 함량이 높고 대안벼(A), 백진주(B) 및 설갱(C) 품종의 부산물과 비교해 볼 때 잔존해있는 전분함량이 높아 부산물의 활용방안이 요구되었다.

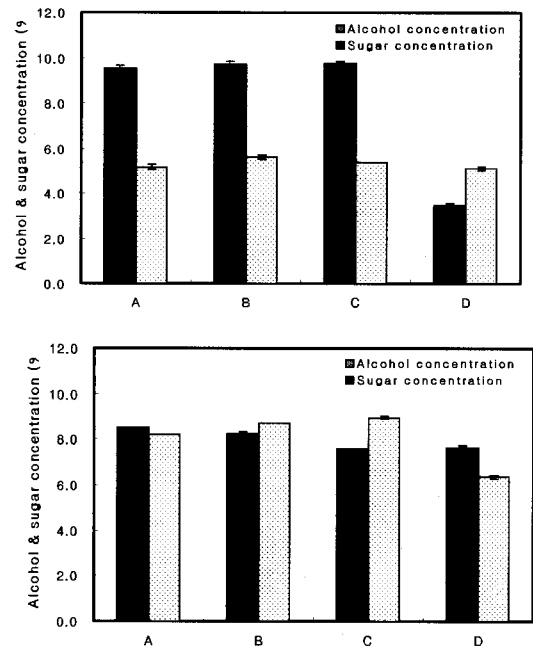


Fig. 1. Comparison of alcohol and sugar concentration on alcohol fermentation of brown rice varieties treated by non-steam(top) and steam(bottom).

A : Daeanbyeo, B : Baekjinju, C : Sulkyeong, D : Goami. Values are mean \pm S.D. (n=3).

총산도 및 pH의 변화

현미 4종의 비열 및 열처리방법에 따른 알코올발효액의 총산도 및 pH를 측정한 결과 Fig. 2와 같다. 비열처리구간에서 총산도는 고아미(D)가 0.9%로 산패의 가능성이 있었으나 나머지 시료들은 0.3% 전후의 수치를 나타내었다. 이는 Shin 등(21)의 생전분 분해효소를 이용한 현미 알코올발효에서 발효 60시간째 총산도가 0.2%로 나타났다는 보고에서와 같이 현미의 품종에 따라 차이가 있는 것으로 생각된다. 현미 4종에서의 pH는 고아미(D)가 3.5로 가장 낮았고 나머지 시료들은 4.0 이상이었다. 열처리구간에서 총산도는 모

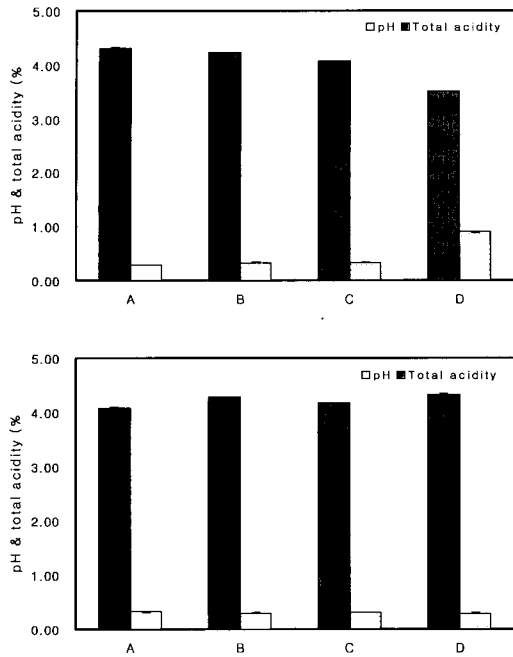


Fig. 2. Comparison of pH and total acidity on alcohol fermentation of brown rice varieties treated by non-steam(top) and steam(bottom).

A : Daeanbyeo, B : Baekjinju, C : Sulkyeong, D : Goami. Values are mean ± S.D. (n=3).

든 시료들이 0.3%전후로 나타났으며, pH 4.1 전후의 수치를 보였다. 따라서 비열처리구간의 고아미를 제외한 모든 시료들은 알코올발효용 시료로 적합하였다.

갈색도 및 색도의 변화

현미 4종의 비열 및 열처리방법에 따른 알코올발효액의 갈색도 및 색도를 측정한 결과 Table 1과 같다. 갈색도는 비열처리 및 열처리구간에서 고아미(D)가 0.118 및 0.103이었고 나머지 시료들은 0.100이하로 나타났다. 색도에서 L값은 97.0 전후로 매우 높게 나타났으면 a값과 b값은 각각 -1.0과 6.0 전후의 수치를 보여 비열처리 및 열처리구간의 시료 모두 투명한 열은 황색을 나타내어 현미 품종에 따른 큰 차이는 없는 것으로 생각된다. Woo 등(23)의 비열 및 열처리방법에 따른 보리의 알코올발효에서 안토시아닌 색소들이 알코올발효 과정 중 추출된 정도에 따라 발효액의 색도에 차이를 보인 것과는 상이한 결과를 나타내었다.

유리당 함량의 변화

현미 4종의 비열 및 열처리방법에 따른 알코올발효액의 유리당 함량을 분석한 결과 결과 Table 2와 같다. 비열처리구간의 유리당은 대안벼(A)와 백진주(B)에서는 glucose와 maltose, 설갱(C)에서는 glucose, 고아미(D)에서는 glucose, galactose, sucrose 및 maltose가 확인되었고 유리당 총 함량은 고아미(D)가 244.2 mg%로 가장 높게 나타났다. 이는 비열처리구간의 고아미 품종에서 알코올발효가 활발하게

Table 1. Comparison of brown color and Hunter's color on alcohol fermentation of brown rice varieties treated by non-steam(top) and steam(bottom)

Physiochemical properties	Non-steam treatment			
	A	B	C	D
Brown color	0.100±0.002 ²⁾	0.092±0.005	0.082±0.001	0.118±0.002
Hunter's color				
L	99.01±0.06	99.60±0.13	99.53±0.16	98.85±0.02
a	-1.12±0.02	-1.29±0.13	-0.68±0.02	-1.72±0.03
b	6.80±0.03	6.26±0.33	5.99±0.08	6.98±0.01

Physiochemical properties	Steam treatment			
	A	B	C	D
Brown color	0.075±0.003 ²⁾	0.092±0.001	0.065±0.001	0.103±0.003
Hunter's color				
L	98.45±0.01	98.07±0.03	98.67±0.18	97.81±0.19
a	-1.12±0.02	-1.21±0.01	-1.01±0.03	-1.48±0.08
b	5.23±0.04	6.31±0.02	4.85±0.27	6.65±0.59

A : Daeanbyeo, B : Baekjinju, C : Sulkyeong, D : Goami. Values are mean ± S.D. (n=3).

Table 2. Comparison of free sugar content on alcohol fermentation of brown rice varieties treated by non-steam(top) and steam(bottom)

Free sugar (mg%)	Non-steam treatment			
	A	B	C	D
Fructose	- ¹⁾	-	-	-
Glucose	36.90±2.08 ³⁾	67.70±6.71	35.34±1.31	73.70±0.51
Galactose	-	-	-	87.61±0.31
Sucrose	-	-	-	38.18±1.85
Maltose	50.63±3.25	49.77±1.90	-	44.72±3.67
Maltotriose	-	-	-	-
Total	87.52±1.17	117.46±8.61	35.34±1.31	244.22±2.01

Free sugar (mg%)	Steam treatment			
	A	B	C	D
Fructose	122.13±0.75 ²⁾	147.20±1.78	152.35±1.98	142.72±1.28
Glucose	2264.78±64.36	2018.45±40.45	3091.23±69.81	899.01±3.14
Galactose	- ¹⁾	-	-	-
Sucrose	-	-	-	-
Maltose	221.09±0.43	232.10±2.58	239.44±4.84	168.90±1.75
Maltotriose	-	-	-	-
Total	2608.00±65.54	2397.76±44.81	3483.02±76.62	1210.63±6.16

A : Daeanbyeo, B : Baekjinju, C : Sulkyeong, D : Goami.

¹⁾Not detected.

²⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

진행되지 않아 잔당의 함량이 높게 측정된 것으로 생각된다. 열처리구간의 모든 시료에서 fructose, glucose 및 maltose가 확인되었으며 유리당 총 함량은 대안벼(A), 백진

주(B), 설갱(C) 및 고아미(D)가 각각 2,608.0, 2,397.8, 3,483.0 및 1,210.6 mg%로 나타났다. 따라서 열처리구간에서는 4종의 현미가 비슷한 경향으로 발효가 진행되는 것으로 보아 발효력에 따른 유리당 총 함량은 현미 품종에 따라 약간 차이가 있다. 또한 열처리구간의 발효액이 비열처리구간에 비해 전반적으로 당 함량이 매우 높았다. 이는 열처리구간의 시료들이 액화 및 당화공정을 거치면서 다량의 환원당을 생성하였기 때문에 알코올 발효과정에서 필요한 환원당이 충분히 소모되었다 하더라도 여전히 많은 양의 잔당들이 존재하는 것으로 생각된다(23).

총식이섬유소 함량의 변화

현미 4종의 비열처리 및 열처리 알코올발효 부산물의 이용가능성을 조사하기 위하여 총식이섬유소 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 대안벼(A), 백진주(B), 설갱(C) 및 고아미(D)의 총식이섬유소는 각각 3.32, 3.18, 3.21 및 7.48%로 고아미(D)가 다른 품종에 비해 총식이섬유소 함량이 2배 이상 높은 것으로 나타났다. 이는 Kang 등(25)의 쌀 품종간 성분을 비교해본 결과, 고아미가 모든 섬유소 조성에서 일품벼 현미에 비해 약 3배의 높은 함량을 보였다는 보고와 유사하였다. 또한 대안벼(A), 백진주(B) 및 설갱(C)의 총식이섬유소 함량은 Lee 등(28)의 현미 품종별 총식이섬유소 함량분석에서 47종의 현미를 분석한 결과 평균 3.42%였다는 결과와 비슷한 함량을 나타내었다. 비열처리구간에서는 대안벼(A)와 백진주(B)의 부산물에서 각각 32.49 및 41.22%를 나타내었고, 설갱(C) 부산물은 67.57%로 높게 나타났으며, 고아미 부산물에서는 14.95%로 가장 낮게 나타났다. 이는 알코올 발효과정 중 전분 및 기타 성분들이 분해됨으로써 총식이섬유소 함량 비율이 현미분말에 비해 전반적으로 낮았고, 고아미(D)에서는 알코올발효가 활발하게 진행되지 못하여 잔당함량이 높아진 관계로 다른 품종에 비해 상대적으로 총식이섬유소 함량이 적은 것으로 나타났다. 열처리구간에서는 비열처리구간에 비해 전체적으로 부산물의 총식이섬유소 함량이 낮게 나타났다. 열처

리구간에서는 비열처리구간에 비해 전체적으로 부산물의 총식이섬유소 함량이 낮게 나타났다. 그 결과, 높은 알코올 발효능과 낮은 유리당 함량의 결과를 볼 때 액화 및 당화과정에서 높은 온도와 효소제에 의해 발효액으로의 수용성 식이섬유소 용출이 비열처리구간보다 더 많았던 것으로 생각된다. 이는 Park 등(29)의 두유박 수용성 식이섬유

Table 4. Free amino acid on by-product of Goami alcohol fermentation

Free amino acid (mg/ 100 g powder)	GP ¹⁾	GSNST ²⁾	GSST ³⁾
Urea	- ⁴⁾	1.77	-
Aspartic Acid	7.27	4.08	-
Threonine	0.93	2.11	-
Serine	2.71	1.89	0.25
Glutamic Acid	10.85	29.56	1.84
α-Aminoadipic Acid	-	1.07	-
Proline	3.87	5.76	-
Glycine	1.08	1.96	0.16
Alanine	4.19	18.98	0.49
Citrulline	-	0.90	-
α-Amino-n-butyric Acid	0.18	0.32	0.20
Valine	2.05	2.93	0.68
Cystine	-	1.42	0.22
Methionine	0.41	0.40	-
Cystathionine	-	0.18	-
Isoleucine	0.46	0.73	-
Leucine	0.60	0.93	-
Tyrosine	1.23	4.28	-
Phenylalanine	1.17	2.40	-
Homocystine	-	0.46	-
γ-Amino-n-butyric Acid	2.55	3.58	0.19
Ethanolamine	0.85	2.33	0.91
δ-Hydroxylysine	-	0.18	-
Ornithine	0.37	6.54	0.14
Lysine	0.95	3.10	0.39
1-Methyl-L-histidine	-	2.09	-
Histidine	0.91	4.95	-
Tryptophan	3.94	2.11	-
Carnosine	-	0.63	-
Arginine	3.96	11.22	0.54
Total amino acid	42.57	109.64	8.47
Essential amino acid	10.51	14.71	1.07

Table 3. Comparison of total dietary fiber content on by-product of alcohol fermentation of brown rice varieties treated by non-steam and steam

Sample	Total dietary fiber (%)			
	A ¹⁾	B	C	D
BRP ²⁾	3.32±0.22 ⁵⁾	3.18±0.11	3.21±0.15	7.48±0.13
BRSNST ³⁾	32.49±0.25	41.22±0.12	67.57±0.00	14.95±0.19
BRSST ⁴⁾	17.96±0.59	23.05±0.59	55.99±0.09	18.25±0.56

¹⁾A : Daeanbyeo slurry, B : Baekjinju slurry, C : Sulkyeong slurry, D : Goami slurry.
²⁾BRP : Brown rice powder.
³⁾BRSNST : Brown rice slurry by non steam treatment.
⁴⁾BRSST : Brown rice slurry by steam treatment.
⁵⁾Values are mean ± S.D. (n=3).

¹⁾GP : Goami powder.
²⁾GSNST : Goami slurry by non steam treatment.
³⁾GSST : Goami slurry by steam treatment.
⁴⁾ND : Not detected.

고온 추출물 제조에서 고온 처리에 의해 두유박의 불용성 식이섬유소를 수용성 식이섬유소로 변화시켰다는 결과와 유사하게 나타났다. 따라서 고아미 품종은 총식이섬유소 함량이 높을 뿐만 아니라 비열처리 고아미 부산물에는 분해되지 않은 전분들이 많이 존재하는 것으로 나타나 부산물을 이용한 기능성식품 활용방안에 관한 연구가 요구된다.

유리아미노산 함량

상기 실험결과 부산물의 활용가능성이 가장 높았던 고아미(D)의 비열처리 및 열처리 알코올발효 부산물에 대한 유리아미노산 함량을 비교한 결과 Table 4와 같다. 고아미 분말의 총 유리아미노산 및 필수아미노산의 함량은 각각 50.53 및 10.51 mg/100 g로 나타났으며, 알코올발효과정을 거치면서 고분자 단백질이 아미노산으로 분해된 것으로 생각된다. 비열처리 고아미 부산물에서는 각각 118.86 및 14.71 mg/100 g으로 높은 함량을 나타내었다. 주요 아미노산은 glutamic acid 외 3종으로 총 유리아미노산의 50.28%를 차지하였다. 열처리 고아미 부산물은 공정 특성상 높은 열을 받음으로 아미노산 성분들이 많이 파괴되어 총 유리아미노산이 6.01 mg/100 g으로 나타나 비열처리 고아미 부산물과 비교해 볼 때 약 95%가 감소되었다. 따라서 비열처리 알코올발효 부산물은 총 유리아미노산의 함량이 높을 뿐만 아니라 전분이 소화력이 떨어져 난소화성인 경향을 보이기 때문에 비열처리 고아미 부산물을 빵, 국수, 과자 등 쌀 가공식품에 첨가하여 다이어트에 효과가 있는 기능성 가공품의 개발이 기대되어진다.

요 약

본 연구에서는 현미 4종의 알코올발효액 및 부산물의 품질특성을 조사하였다. 비열처리 알코올발효 구간에서 알코올함량은 대안벼(A), 백진주(B) 및 설갱(C)이 각각 9.5, 9.7 및 9.8%로 높게 나타났으며 고아미(D)가 3.5%로 가장 낮은 함량을 보였다. 비열처리구간의 유리당 총 함량은 고아미가 244.2 mg%로 가장 높게 나타났고, 열처리 알코올 발효구간이 전반적으로 당 함량이 높았으며 현미 품종간 차이는 약간 있었다. 비열 및 열처리 알코올 발효 방법에 따른 부산물의 총식이섬유소 함량은 설갱 > 백진주 > 대안벼 > 고아미 품종순으로 높았다. 고아미의 알코올발효방법에 따른 총유리아미노산 함량은 비열처리 고아미 부산물 > 고아미 분말 > 열처리 고아미 부산물 순으로 나타났다. 이상의 결과 고아미(D)는 비열처리 알코올발효에서 수율은 가장 낮았으나 발효 부산물의 활용가능성이 가장 높은 것으로 나타났다. 특히 고아미 발효 부산물에는 전분, 식이섬유소, 유리아미노산 등 영양성분이 많아 다양한 식품소재 활용이 기대되었다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 농림기술관리센터(ARPC) 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다 (과제번호:306002-05-1-WT011).

참고문헌

1. Yoon, M.R., Kim, C.E., Koh, H.J. and Kang, M.Y. (2007) Physicochemical properties of rice kernels affected of palatability. *Korean J. Crop Sci.*, 52, 45-50
2. Kim, K.A., Jung, L.H. and Jeon, E.R. (1995) Effect of cooking condition on the eating quality of cooked brown rice. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11, 527-535
3. Choi, J.H. (2001) Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17, 323-328
4. Lee, W.J. and Jung, J.K. (2002) Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J. Culinary Res.*, 8, 267-278
5. Shin, H.H., Park, B.S., Lee, S.H., Kim, Y.S. and Hwang, J.K. (2005) Effects of extrusion and enzyme treatment on characteristics of whole grains. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37, 15-22
6. Lee, C. and Shin, J.S. (2002) The effect of dietary fiber content of rice on the postprandial serum glucose response in normal subject. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 15, 173-177
7. Oh, S.H. and Choi, W.G. (2000) Production of the quality germinated brown rices containing high γ -aminobutyric acid by chitosan application. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.*, 15, 615-620
8. Kim, I.H., Chun, H.S. and Moon, T.W. (1995) Constituents of antimutagenic factor from brown rice. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 38, 478-483
9. Chun, H.S. and Kim, I.H. (1995) *In vitro* antimutagenic activity of brown rice and its physico-chemical characteristics. *J. Food Hyg. Safety*, 10, 133-138
10. Cho, M.H. and Kim, S.J. (2005) Antioxidative effect of brown rice and germinated brown rice. *Daegu Catholic University*, 3, 87-92
11. Vaidyanathan, H., Sivakumar, P., Chakrabarty, R. and Thomas, G. (2003) Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice (*Oryza sativa* L.)-differential response in salt-tolerant and sensitive varieties. *Plant Science*, 165, 1411-1418

12. Chen, J., Song, L., Dai, J., Gan, N. and Liu, Z. (2004) Effects of microcystins on the growth and the activity of superoxide dismutase and peroxidase of rape(*Brassica napus* L.) and rice(*Oryza sativa* L.). *Toxicon*, 43, 393-400
13. Lee, W.J. and Kim, S.S. (1998) Preparation of *Sikhe* with brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 146-150
14. Jeoun, K.S., Kim, Y.J. and Park, S.I. (1995) Preparation and characteristics of yogurt from milk added with soy milk and brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 47-55
15. Lee, M.H. and Oh, M.S. (2006) Quality characteristics of cookies with brown rice flour. *Korean J. Food Culture*, 21, 685-694
16. Woo, S.M., Jeong, Y.J. and Whang, K. (2006) Effect of germinated brown rice extract powder on free amino acid content, antioxidant and nitrite scavenging ability of the korean cabbage *kimchi*. *Korean J. Food Preserv.*, 13, 548-554
17. Mok, C.K. (2006) Process for production of brown rice/green tea beverage. *Food Eng. Progress*, 10, 214-220
18. Park, M. (2005) Korea's counter-strategy on WTO/DDA rice negotiation and delayed tariffication. *J. Korea Res. Soc. Customs*, 6, 189-212
19. Na, G.S., Lee, S.K. and Kim, S.Y. (2007) Antioxidative effects and quality characteristics of the rice cultivated by organic farming and ordinary farming. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 50, 36-41
20. Jeong, H.U. (2003) Science and health of rice; Current status of processed foods in rice. *Korean J. Food Preserv.*, 10, 71-77
21. Shin, J.S., Lee, O.S., Kim, K.E. and Jeong, Y.J. (2003) Monitoring of alcohol fermentation condition of brown rice using raw starch digesting enzyme. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32, 375-380
22. Jeong, Y.J., Kim, K.E., Shin, J.S., Jo, H.S. and Lee, O.S. (2002) Monitoring of alcohol fermentation condition of corn using raw starch enzyme. *Korean J. Food Preserv.*, 9, 179-183
23. Woo, S.M., Kim, T.Y., Yeo, S.H., Kim, S.B. and Jeong, Y.J. (2007) Properties of alcohol fermentation from barley treated with non-steam and steam. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 201-206
24. Jeong, Y.J., Baek, C.H., Woo, K.J., Woo, S.M., Lee, O.S. and Ha, Y.D. (2002) Alcohol fermentation characteristics of tapioca using raw starch enzyme. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31, 405-410
25. A.O.A.C. (1996) *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.115
26. Kang, H.J. (2004) Varietal differences in physicochemical properties and ultrastructure of rice and their relationship with gelatinization and retrogradation characteristics. Doctoral Thesis. The Seoul National University, Seoul, p.131-135, 159, 163-164
27. Kim, C.J., Kim, K.C., Kim, D.Y., Oh, M.J., Lee, S.K., Lee, S.O., Chung, S.T. and Chung, J.H. (1990) *Fermentation technology*, Sunjinmunwhasa, Seoul, p.79-103
28. Lee, J.C., Yoon, Y.H., Kim, S.M., Pyo, B.S. and Eun, J.B. (2006) Development of prediction model for total dietary fiber content in brown rice by fourier transform-near infrared spectroscopy. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38, 165-168
29. Park, C.H., Kim, H.J. and Moon, T.W. (1997) Preparation and physicochemical properties of soluble dietary fiber extracts from soymilk residue at high temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 648-656

(접수 2007년 7월 11일, 채택 2007년 9월 28일)