J. Fd Hyg. Safety
Vol. 26, No. 3, pp. 192~197 (2011)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

발효 전후 쌀뜨물의 일반성분 변화

김민주 · 박성수[1] · 김동호[2] · 김근성*
중앙대학교 식품공학과
[1]제주한라대학 제주향토식품연구소, [2]서원대학교

Proximate Compositions Changed Before and After Fermentation of Rice Spent Water

Min-Ju Kim, Sung-Soo Park[1], Dong-Ho Kim[2], and Keun-Sung Kim*
Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Korea
[1]Cheju Traditional Food Institute, Cheju Halla College, [2]Seowon University
(Received May 4, 2011/Revised June 7, 2011/Accepted July 19, 2011)

ABSTRACT - Rice spent water (RSW) is generated when rice is rinsed before cooking. RSW has been discarded into sewerages due to its low usage in our daily life and become a major domestic wastewater for many years. But RSW can be used as a value-added resource because it contains various beneficial bioactive components. Therefore, fermented rice spent water (FRSW) has been already produced in our previous value-added fermentation process. In this study, proximate compositions and contents of other typical fermentation products were compared between RSW and FRSW. Both RSW and FRSW contain approximately 99.3% moisture and 0.7% total solids. Compared to those of RSW on a dry basis, carbohydrate content of FRSW was decreased by 44.8% and crude protein, lipid, and ash contents of FRSW were increased by 16.4%, 18.8%, and 36.6%, respectively. In addition, starch granules of RSW were intact as those of rice flour were, but those of FRSW were not. RSW did not have lactic acid, but FRSW had 212.13 and 181.25 g/kg D- and L-lactic acid, respectively. Free amino and ammoniacal nitrogen contents of FRSW were 12 and 7 times higher than those of RSW, respectively. Lactic acid, free amino, and ammonical nitrogen contents were considered to be increased in FRSW because carbohydrates could be disintegrated into lactic acids and proteins into free amino or ammoniacal nitrogens during the fermentation process.

Key words: fermented rice spent water, proximate composition, lactic acid, free amino or ammoniacal nitrogens

우리나라는 70, 80년대 산업화를 통해 고도의 경제성장을 이루어 냈지만 그로 인한 반대급부로 환경오염이 산업화의 산물로 대두되어 우리 삶의 질을 저하시키고 있다. 특히 우리의 생활과 가장 밀접한 관계를 가지고 있는 수질원의 오염문제가 심각하게 대두되고 있다[1]. 수질오염의 원인은 크게 생활하수, 산업폐수, 축산폐수로 구분되며, 이들 중 생활하수가 전체 발생 하·폐수의 약 90%를 차지하여 현재 생활하수가 가장 주요한 수질오염원으로 사료된다.

우리 가정에서 쌀 세척 시 발생하는 쌀뜨물 역시 생활하수의 주요 오염원으로 알려져 있다. 국내의 쌀 소비량을 기준으로 쌀을 씻는데 사용되는 물은 연간 8,500만톤 가량이며 일반미를 처음 씻었을 때 쌀뜨물의 오염도는 생물학적 산소요구량이 6,300 ppm에 이르고 이를 처리하기 위하여 약 200억원이 소비되는 것으로 추정된다. 이와 같이 오염된 생활하수를 다시 사용할 수 있는 물로 정화하려면 버려진 생활하수 양의 약 440배 정도의 오염 안된 물이 소요되는 것으로 알려져 있다[2].

한편 최근에는 쌀뜨물이 일반 가정에서뿐만 아니라 씻어 나온 쌀이나 쌀가루 등의 쌀 가공 공정 중에도 부산물로서 대량으로 파생된다. 이와 같이 쌀 가공공정 중 파생되는 부산물인 쌀뜨물 중에는 수십 종류의 인체에 유익한 영양성분이 존재하며, 대략적으로 이들 영양성분 중 절반가량이 탄수화물이며 이외에도 단백질과 지방 등의 영양성분이 풍부하게 함유되어 있다[3]. 그러므로 쌀뜨물이 비료, 미생물 제제, 식품소재 등으로 재활용될 수 있는 자원임에도 불구하고 실제로 활용도가 낮아서 수질오염의 원인물질로서 방치되고 있으므로 쌀뜨물에 대한 다양한 활용방

*Correspondence to: Keun-Sung Kim, Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1, Ansung, Gyunggi 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-3032, Fax: 82-31-675-4853
E-mail: keunsung@cau.ac.kr

안을 창출할 수 있는 연구가 절실히 요구되고 있다. 쌀뜨물을 발효하거나 혹은 쌀뜨물에서 유용한 생리활성물질을 추출하여 쌀뜨물의 활용성을 높일 수 있다면 쌀뜨물로 인한 환경오염을 감소시키면서 동시에 폐자원으로부터 유용 생리활성 성분을 활용할 수 있다는 측면에서 매우 실용적이라고 할 수 있다. 이와 관련하여 국내에서 다양한 미생물로 구성된 유효미생물 제제인 effective microorganism (EM)제제를 이용하여 쌀뜨물을 발효시킨 쌀뜨물 발효액이 개발되었으며, 국내 관련 일부 중소제조업체는 이와 같이 개발된 쌀뜨물 발효액을 이미 상품화하여 판매하고 있다[4,5]. 또한 EM제제를 사용한 쌀뜨물 발효액이 *E. coli* 혹은 *Salmonella*와 같은 식중독 세균에 대하여 살균효과를 보유하고 있음이 확인되었다[6].

요즘 쌀 가공 산업의 발달로 인하여 쌀 가공 공정 중 대량으로 파생되는 쌀뜨물은 쌀이나 쌀겨 부스러기 등을 함유하고 있다. 이와 같은 쌀뜨물은 쌀 및 쌀겨 내에 함유되어 있는 일부 유용한 생리활성성분들이 잔류되어 있어 재활용될 수 있으나 실제로는 쌀뜨물을 폐수로 처리하기 위하여 막대한 비용이 소비되고 있다. 이와 같이 활용도가 낮은 쌀뜨물의 활용도를 높이기 위하여 선행연구[7]를 통하여 쌀뜨물 발효액이 이미 개발되었다. 그러므로 본 논문에서는 쌀뜨물 발효 전후의 성분변화를 파악하기 위하여 발효전의 쌀뜨물과 발효후의 쌀뜨물 발효액의 일반성분을 분석하고, 일반성분내 탄수화물과 단백질 유래 성분의 함량 변화 정도를 파악하고자 하였다. 이와 같은 연구 결과는 쌀뜨물 발효액을 이용하여 쌀음료, 쌀비누, 쌀화장품 등과 같은 생활용품을 개발하는데 필요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

재료 및 방법

검체

본 연구에 사용된 쌀가루와 발효전 쌀뜨물 원액 (pH 6.8), 그리고 쌀뜨물 발효액 (pH 4.0)은 (주)라이스텍 (Ansung, Gyungki-do, Korea) 에서 제공 받았다. 쌀뜨물에 함유되어 있는 천연 microflora와 젖산균과 효모를 주로 포함하는 EM을 사용하여 쌀뜨물을 발효하여 쌀뜨물 발효액을 생산하였다[7]. 쌀뜨물과 쌀뜨물 발효액 검체는 동결건조 (FD5512; Ilshin lab Co., Ltd., Yangju, Gyungki-do, Korea) 하여 대부분의 수분을 증발시킨 후 파우더 형태로 전환하여 분석에 사용하였다. 모든 검체는 검체를 확보한 직후 분석 전까지 영하 20°C에 보관하였다.

쌀뜨물 및 쌀뜨물 발효액의 일반성분 함량 분석

총 3가지 검체 (쌀가루, 쌀뜨물 원액, 그리고 쌀뜨물 발효액)에 대한 일반성분 함량은 AOAC 방법[8]을 사용하여 분석하였다. 수분 정량은 상압 가열 건조법을 사용하였고, 105°C의 dry oven에서 6시간 건조 후 측정하였다. 조회분 정량은 직접 회화법을 사용하였으며, 550°C의 회화로에서 4시간 동안 태운 후 측정하였다. 조단백질 정량은 Kjeldahl 법을 사용하였고, 조지방 정량은 ether로 추출하는 soxhlet 추출법을 사용하였다. 조섬유 정량은 묽은 산과 묽은 알칼리로 처리하여 가용성물질은 제거하고 회화하여 측정하였다. 탄수화물의 함량은 100에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 그리고 섬유질 함량을 뺀 함량으로 표시하였다[9]. 모든 측정은 3회 반복하여 수행하였으며 검체들의 평균값을 결과값으로 나타내었다.

주사전자현미경을 이용한 starch 미세구조 관찰

쌀가루와 동결 건조된 발효전 쌀뜨물 원액 및 쌀뜨물 발효액 검체들을 gold-palladium으로 코팅 (Hitachi C-1010 ionsputter, Hitachi Co., Ltd., Tokyo, Japan)한 다음 주사전자 현미경 (SEM, Scanning Electron Microscopy, Hitachi S-2380N, Tokyo, Japan)을 이용하여 검체들 내의 starch 미세구조를 관찰하였다[10].

쌀뜨물 및 쌀뜨물 발효액의D-형 및 L-형 lactic acid분석

D-형 및 L-형 lactic acid분석은 D-/ L-lactic acid assay kit (Roche-Biopharm, Darmstadt, Germany)를 사용하여 kit 제조회사로부터 제공된 kit protocol에 따라 분석하였다. 각 검체들과 증류수를 1:10 비율로 혼합하여 shaking incubator에서 200 rpm으로 10분간 추출한 용액을 10,000 rpm으로 20분간 원심분리를 하였다. 상층액을 취하여 filtering (0.45 um) 한 후 80°C에서 15분간 가열하여 검체 내 함유되어 있는 D- / L-lactate dehydrogenase를 불활성화시켰다. 이와 같이 검체들을 처리한 후 lactic acid함량을 분석하였다. 모든 측정은 3회 반복하여 수행하였으며 검체들의 평균값을 결과값으로 나타내었다.

쌀뜨물 및 쌀뜨물 발효액의 암모니아태 및 아미노태 질소 함량 분석

각 검체 10 g을 가열된 증류수 100 mL로 용해 한 후 최종 부피가 250 mL이 되도록 증류수를 첨가하였다. 이를 잘 혼합하여 filter paper (Whatman No.1, Whatman Ltd., Kent, England), 로 여과한 용액을 암모니아태 및 아미노태 질소 함량 분석의 시료액으로 사용하였다. 암모니아태 질소 함량은 Indophenol-blue법[11]을 사용하여 측정하였다. 각 시료액 0.1 mL에 A용액 (phenol 10 g, $Na_2Fe(CN)_5(NO)$ $2H_2O$ 0.05 g /water 1,000 mL)과 B용액 ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ 9 g, NaOH 6 g, NaOCl 10 mL / water 1,000 mL)을 각각 2 mL씩 첨가하여 37°C에서 20분간 반응시킨 후 630 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아미노태 질소 함량은 시료액 25 mL에 중성 formalin 용액 20 mL와 증류수 20 mL을 첨가하여 pH8이 될 때까지 0.1N NaOH용액으로 적정하고, 적정 시 소비된

Table 1. Proximate compositions (%) of rice flour, rice spent water (RSW), and fermented rice spent water (FRSW)

		Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude lipid	Crude fiber	Carbohydrate
Wet basis	Non-fermented						
	Rice flour	12.19	0.56	5.89	1.25	0.41	79.7
	RSW	99.40	0.1	0.14	0.12	0.001	0.24
	Fermented						
	FRSW	99.30	0.16	0.17	0.15	0.00008	0.22
Dry basis	Non-fermented						
	Rice flour	0	0.61	6.52	1.38	0.45	91.04
	RSW	0	16.37	22.91	19.64	0.16	40.92
	Fermented						
	FRSW	0	25.80	27.42	24.19	0.01	22.58

NaOH용액의 양을 이용하여 측정하였다[12,13]. 모든 측정은 3회 반복하여 수행하였으며 검체들의 평균값을 결과값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

쌀뜨물 및 쌀뜨물 발효액의 일반성분 함량 분석

각 검체들의 일반성분을 분석한 결과를 wet basis와 dry basis로 구분하여 Table 1에 나타내었다. 쌀가루, 쌀뜨물, 쌀뜨물 발효액 검체별 수분함량은 각각 12.19%, 99.40%, 99.30%이고, 조회분 함량은 각각 03.56%, 0.10%, 0.16%로 나타났다. 조단백질 함량은 각각 5.89%, 0.14%, 0.17% 이며, 조지방 함량은 각각 1.25%, 0.12%, 0.15%로 나타났다. 조섬유 함량은 각각 0.41%, 0.001%, 0.00008%였으며, 섬유질을 제외한 탄수화물 함량은 각각 79.9%, 0.24%, 0.22%로 나타났다. Kim[14] 등의 연구논문에서 5분도미 쌀가루의 일반성분은 수분 함량이 13.04%, 회분 함량이 0.69%, 조단백질 함량이 6.67%, 조지방 함량이 1.32%, 그리고 섬유

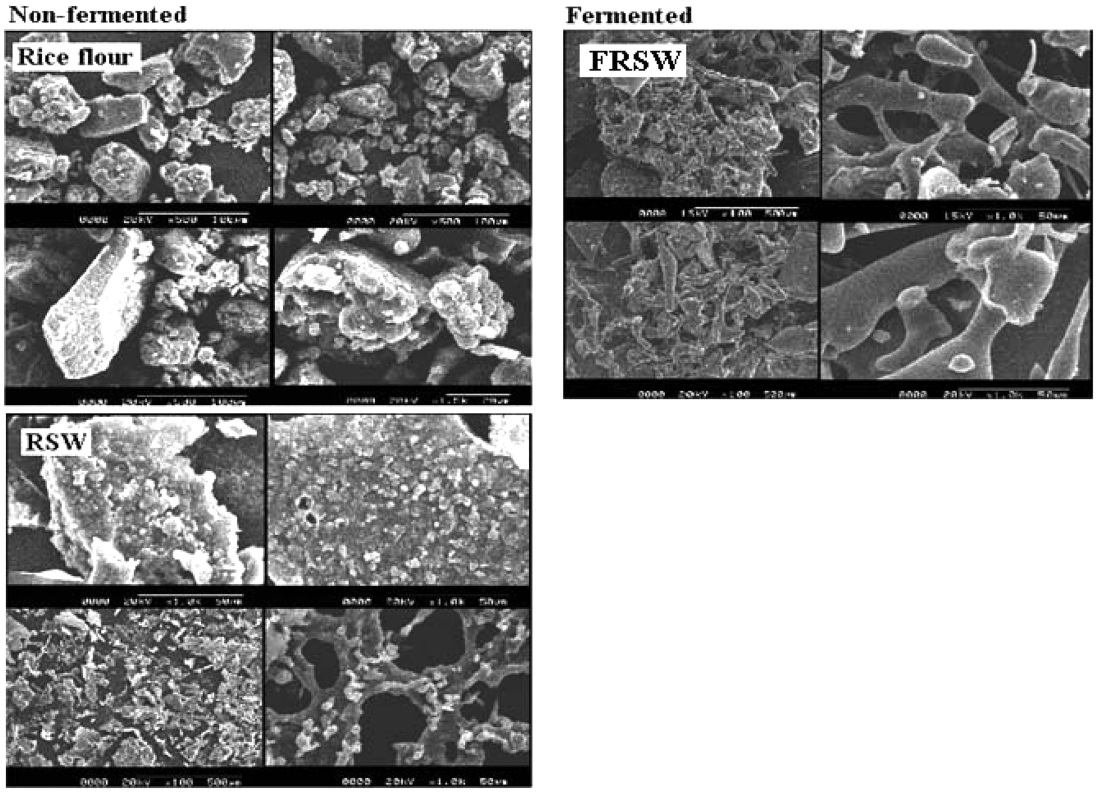

Fig. 1. Scanning electron microphotographs of rice flour, rice spent water (RSW), and fermented rice spent water (FRSW). RSW and FRSW were freeze-dried for microscopic analysis.

질 함량이 0.31%라고 보고했으며 이는 본 연구결과와 매우 유사한 결과값을 나타내었다. 쌀뜨물과 쌀뜨물 발효액의 경우에는 99.3% 이상의 수분함량 이외에 탄수화물, 지방, 단백질 및 기타 고형분 성분의 함량이 0.7%정도 포함되어 있었다. 이러한 연구결과로부터 쌀을 씻는 과정에서 쌀 표면의 고형분 성분이 쌀뜨물로 이동되었다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 발효전 쌀뜨물과 발효후 쌀뜨물 발효액의 일반성분 함량을 dry basis로 비교해 보면, 섬유질과 탄수화물 함량은 각각 93.8%, 44.8% 정도 크게 감소하였으며, 조회분, 조단백질, 그리고 조지방 함량은 각각 36.6%, 16.4%, 그리고 18.8% 정도 증가하였다. 본 연구 결과에 의하면 쌀뜨물이 발효과정을 거치면서 쌀뜨물 내의 고형분 성분들이 여러 가지 효소 작용에 의하여 변화되었음을 알 수 있었다. 이와 같이 쌀뜨물의 발효 과정중 어떠한 효소에 의하여 어떠한 고형분 성분의 변화가 일어났는지에 대하여는 추가적인 연구가 수행되어 규명되어야 할 것으로 사료되어 진다.

주사전자현미경을 이용한 starch 미세구조 관찰

주사전자현미경 (SEM)을 이용하여 쌀가루, 쌀뜨물, 그리고 쌀뜨물 발효액 검체 내의 starch미세구조를 관찰한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 쌀가루 검체의 경우에는 SEM을 통하여 대표적인 starch granule의 형태가 다수 발견되었다. 동결건조된 발효전 쌀뜨물 검체에서는 쌀을 씻는 과정에서 부분적으로 좀 파손되고 씻겨나갔지만 쌀가루에서와 같이 비교적 원형이 잘 보존된 starch granule이 발견되었다. 그러나 동결건조된 발효후 쌀뜨물 발효액 검체에서는 원형이 잘 보존된 starch granule이 거의 발견되지 않았다. 즉 쌀뜨물 검체 내에 함유되어 있던 starch granule 등의 탄수화물 성분들이 발효과정 중 glucose와 같은 분자량이 적은 물질들로 가수분해된 후 lactic acid를 비롯한 다른 발효산물로 전환되어 소멸되었으므로 쌀뜨물 발효액 검체 내에서는 starch granule이 거의 발견되지 않는 것으로 사료된다.

쌀뜨물 및 쌀뜨물 발효액의 D-형 및 L-형 lactic acid분석

쌀가루, 쌀뜨물, 그리고 쌀뜨물 발효액 검체 내의 D-형 및 L-형 lactic acid의 함량을 Table 2에 나타내었다. Table 2의 결과값은 수분함량이 서로 상이한 고체시료 쌀가루와 액상시료 쌀뜨물 및 쌀뜨물 발효액 검체들 간의 비교를 위하여 수분함량을 제외한 dry basis로 환산하여 나타내었으며, 수분함량은 본 연구결과 중 일반성분 분석 결과에 기초하였다. 발효전의 쌀가루와 쌀뜨물 검체의 경우에는 D-형 및 L-형 lactic acid가 없는 것으로 측정되었으며 쌀뜨물 발효액 검체의 경우에는 D-lactic acid가 212.13 g/kg, L-lactic acid가 181.25 g/kg로 측정되었다. Kazuki[15] 등은 lactic acid bacteria를 사용하여 액화시킨 쌀가루 검체를 발효하면서 발생한 maltose와 D-lactic acid 함량 변화를 다음과 같이 보고하였다. 액화시킨 쌀가루 내의 maltose함량이 발효 전에는 84.1 g/L이었으나, 발효가 진행됨에 따라서 발효 48시간 후에는 62.4 g/L, 발효 96시간 후에는 44.2 g/L로 각각 감소되었다. 이때 젖산발효 과정중 액화시킨 쌀가루 내의 maltose함량이 감소되면서 D-lactic acid 함량은 발효 48시간 후에는 32.3 g/L, 발효 96시간 후에는 48.8 g/L로 각각 증가되었다. 이와 같이 젖산발효 과정중 maltose함량이 감소하면서 D-lactic acid 함량이 증가된 것은 발효과정 중 lactic acid bacteria에 의하여 maltose가 lactic acid로 발효되었기 때문이라고 보고하였다. 본 연구결과에서도 발효 전 검체인 쌀가루와 쌀뜨물 내에는 없었던 D-형 및 L-형 lactic acid가 발효 후에 생성된 것으로 보아 쌀뜨물이 발효되면서 starch 등의 탄수화물 성분이 가수분해 효소에 의하여 가수분해된 후 발효 관련 미생물에 의하여 발효되어 다량의 D-형 및 L-형 lactic acid가 생성된 것으로 사료된다.

Table 2. D-/L- lactic acid contents of rice flour, rice spent water (RSW), and fermented rice spent water (FRSW)

	D-lactic acid	L-lactic acid
Non-fermented		
Rice flour (g/kg)	0[1)]	0
RSW (g/kg)	0	0
Fermented		
FRSW (g/kg)	212.13	181.25

[1)] All results were presented as a dry basis.

Table 3. Ammoniacal and amino nitrogen contents of rice flour, rice spent water (RSW), and fermented rice spent water (FRSW)

	ammoniacal nitrogen (%)	free amino nitrogen (%)
Non-fermented		
Rice flour	0.38[1)]	0.0095
RSW	6.06	0.7636
Fermented		
FRSW	44.11	9.1162

[1)] All results were presented as a dry basis.

쌀뜨물 및 쌀뜨물 발효액의 암모니아태 및 아미노태 질소 함량 분석

위의 D-형 및 L-형 lactic acid 함량 분석 결과와 동일하게 처리하여 수분함량을 제외한 dry basis로 환산하여 얻어진 암모니아태 및 아미노태 질소함량 분석 결과를 Table 3에 나타내었다. 암모니아태 질소 함량은 쌀가루 검체가 0.38%, 쌀뜨물 검체가 6.63%, 그리고 쌀뜨물 발효액 검체가 44.11%로 나타났다. 본 연구결과에 의하면 발효후 쌀뜨물 발효액 검체가 발효전 쌀뜨물 검체보다 암모니아태 질소함량이 7배 이상 증가된 것으로 파악되었다. 아미노태 질소함량의 경우 쌀가루 검체가 0.0095%, 발효전 쌀뜨물 검

체가 0.7636%, 그리고 발효후 쌀뜨물 발효액 검체가 9.1162%로 나타났다. 이와 같은 연구결과는 발효전 쌀뜨물 검체와 비교하여 발효후 쌀뜨물 발효액 검체의 아미노태 질소 함량이12배 정도 더 증가되었음을 의미한다. 그러므로 본 연구를 통하여 쌀뜨물 발효과정중 암모니아태 및 아미노태 질소 함량이 모두 증가되었음을 알 수 있었다. 이와 같은 현상은 쌀뜨물 내 잔류하는 쌀유래 protease나 혹은 발효 미생물에 의하여 분비되는 protease에 의하여 쌀뜨물 내의 단백질 유래 성분이 가수분해되어 암모니아태 질소나 아미노태 질소 함량이 증가되어 나타난 것으로 사료된다. Kim[16] 등은 쌀을 주원료로 하는 고추장의 숙성과정중 아미노태와 암모니아태 질소 함량 변화를 다음과 같이 보고하였다. 고추장내의 단백질은 숙성과정중 protease에 의하여 아미노산으로 분해되면서 구수한 맛을 내게 되고, 이때 아미노태 질소 함량은 숙성 2주경에 급격히 증가하여 0.30-0.32%에 도달했으며, 그 이후에는 근소한 증감을 보이나 12주에 0.26-0.27%로 약간 감소하였다. 또한 암모니아태 질소 함량도 4-6주까지 증가하다가 12주에 약간의 감소를 나타내었다. 그러나 Kim[16] 등의 연구결과에 의하면 이러한 고추장 숙성과정 중 질소성분의 변화 양상은 단백질 분해효소 활성도의 변화 양상과는 일치하지 않았다.

요 약

생활하수의 주요 오염원으로 알려져 있는 쌀뜨물은 여러 가지 유익한 생리활성 성분을 함유하고 있어 여러 방면으로 재활용 될 수 있는 자원임에도 불구하고 실제로 활용도가 낮아 자원으로서 낭비가 되고 있다. 이러한 쌀뜨물의 활용도를 높이기 위하여 선행연구를 통하여 쌀뜨물 발효액이 이미 개발되었다. 그러므로 본 연구에서는 쌀뜨물의 발효 전, 후의 성분변화를 파악하기 위하여 쌀뜨물과 쌀뜨물 발효액의 일반성분 함량을 분석하고, 일반성분 내 탄수화물 및 단백질 유래 생리활성 성분 변화 정도를 파악하였다. 이와 같은 연구 결과는 향후에 쌀뜨물 발효액을 이용하여 쌀음료, 쌀비누, 쌀화장품 등과 같은 생활용품을 개발하는데 필요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 일반성분 함량 분석 결과에 의하면 쌀뜨물과 쌀뜨물 발효액은 99.3%이상의 수분을 함유하고 있었으며, 탄수화물, 지방, 단백질 등의 고형 성분을 0.7% 정도 함유하고 있었다. 이는 쌀을 씻는 과정에서 쌀의 영양성분중 일부가 쌀뜨물로 이동한다는 것을 의미한다. 또한 쌀뜨물 발효액의 경우 발효전의 쌀뜨물과 비교하여 탄수화물 함량은 44.8% 감소하고, 조회분, 조단백질, 조지방 함량은 각각 36.6%, 16.4%, 그리고 18.8% 증가하였다. 실제로 주사전자 현미경을 이용하여 starch 미세구조를 관찰한 결과에 의하면 쌀가루와 쌀뜨물 검체 내에서는 손상되지 않은 starch granule의 형태를 확인 할 수 있었지만 발효과정을 거친 쌀뜨물 발효액 검체 내에서는 starch가 가수분해 되어 starch granule의 형태를 거의 관찰할 수 없었다. D-형 및 L-형 lactic acid는 쌀가루와 발효전의 쌀뜨물 검체 내에는 존재하지 않았지만 발효과정을 거친 쌀뜨물 발효액 검체 내에서는 D-lactic acid가 212.13 g/kg, 그리고 L-lactic acid가 181.25 g/kg이 각각 측정되었다. 이와 같은 결과는 쌀뜨물 내의 탄수화물 성분이 발효되면서 D-형 및 L-형 lactic acid로 전환된 것으로 사료된다. 암모니아태 및 아미노태 질소함량은 발효과정을 거친 쌀뜨물 발효액 검체가 발효전 쌀뜨물 검체 보다 각각 7배, 12배 정도 높게 측정되었다. 이와 같은 현상은 쌀뜨물 내의 단백질 유래 성분이 발효과정 중 protease 등에 의하여 가수분해가 되었음을 의미한다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 중소기업청 산학연협력 기업부설연구소 설치지원사업에 의해 수행된 것입니다.

참고문헌

1. Cho J.I, Jung H.J, Ha S.D, Kim K.S.: Growth patterns of lactic acid bacteria during fermentation of radish with rice water and rice bran. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **36**, 837-841 (2004).
2. 쌀뜨물이 수질에 미치는 영향 및 환경성 평가. 한국환경사회정책연구소, (2003).
3. Chung K.Y, Park S.H.: Recovery of useful components from rice-washing water using membranes. *Membrane J.*, **12**, 121-202 (2002).
4. Higa T.: Use of microorganisms in agriculture and their positive effects on environmental safety. Nobunkyo, Tokyo, Japan. 42-74 (1995).
5. Higa T.: The complete data EM encyclopedia. Sogo Unicom, Tokyo, Japan. 182-237 (1998).
6. Ha J.H, Lee Y.S, Lee S.J, Hwang S.S, Ha S.D.: Antibacterial effect of fermented rice water against food-borne bacteria in kitchen towel. *J. Fd Hyg. Safety.*, **22**, 365-369 (2007).
7. Kim K.S, Park K.S, Kim M.J, Kim S.Y.: Free phenolic contents and their antioxidant activities of fresh and fermented rice spent water. *Food Sci. Biotechnol.*, **19**, 1415-1420 (2010).
8. A.O.A.C.: Official method of analysis, 18th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA (2005).
9. Yang S.C, Lee I.A, Sun J.H, Kim D.E, Kang W.S, Chung H.S, Shin M.S, Ko S.H.: Development of well-reconstituted instantized thin rice gruel. *Food Eng. Prog.*, **14**, 54-59 (2010).
10. Lee M.K, Kim J.O, Shin M.S.: Properties of nonwaxy rice flours with different soaking time and particle sizes. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **36**, 268-275 (2004).
11. Kwon O.J, Kim M.A, Kim T.W, Kim D.G, Son D.H, Lee S.H.: Effect of rice fermented using *Poria cocos* (a wood-decay fungus) mycelium on fermentation of doenjang (soybean paste). *Korean J. Food Preserv.,* **18**, 18-25 (2001).

12. Institute of miso technologist.: Official methods of miso analysis, Institute of miso technologist, Tokyo, Japan pp1-34 (1968).
13. Kim D.H, Choi H.J.: Physicochemical properties of *Kochujang* prepared by *Bacillus* sp. koji. *Korean J. Food Sci. Technol*., **35**, 1174-1181 (2003)
14. Kim K.A, Jeon E.R.: Physicochemical properties and hydration of rice on various polishing degrees. *Korean J. Food Sci. Technol*., **28**, 959-964 (1996).
15. Kazuki F, Kazuaki, Shigenobu M, Yoshiharu K.: Production of D-lactic acid by bacterial fermentation of rice starch. *Macromol. Biosci.*, **4**, 1021-1027 (2004).
16. Kim D.H, Yang S.E, Rhim J.W.: Fermentation characteristics of *Kochujang* prepared with various salts. *Korean J. Food Sci. Technol*., **35**, 671-679 (2003).