

전해수 처리한 생식 원료 곡류의 이화학적 특성 및 기능성 성분의 변화

김철암 · 오덕환¹ · 이종욱 · 정동욱² · 은종방*

전남대학교 응용생물공학부 · 친환경농업연구사업단, ¹강원대학교 바이오산업공학부, ²초당대학교 조리과학부

Change of Physicochemical Characteristics and Functional Components in the Cereals of *Saengsik*, Uncooked Food by Washing with Electrolyzed Water

Tie-Yan Jin, Deog-Hwan Oh¹, Chong-Ouk Rhee, Dong-Ok Chung², and Jong-Bang Eun*

Division of Applied Bioscience and Biotechnology and Environmental-Friendly Agriculture Research Center, Chonnam National University

¹School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University

²Department of Culinary Art, Chodang University

Abstract We investigated changes in the physicochemical characteristics and functional components of the *Saengsik* cereal grains-milled rice, brown rice, glutinous rice, and barley- by washing with electrolyzed water. There were no changes in the composition of all cereal grains that was dried with hot-air and freeze-dried after being washed with electrolyzed water. The L and a values were not affected by drying in milled rice, brown rice, glutinous rice, or barley, but the b value increased in milled rice and glutinous rice-this increase was greater with hot-air drying than with freeze-drying. The dietary fiber content of the all cereals increased with hot-air drying. The niacin content decreased in all cereals; the extent of this change was greater with hot-air drying than with freeze-drying. The β -glucan content of barley was higher in samples that underwent freeze-drying than in those treated by hot-air drying, but was not affected by washing with electrolyzed water. Thus, other than a change in color for milled and glutinous rice, no changes in the physicochemical characteristics and functional components these products were observed with freeze-drying. Data indicate that the electrolyzed water washing could be effectively used as pasteurization step in the uncooked cereal grains.

Key words: *saengsik*, uncooked food, electrolyzed water, physicochemical characteristics, functional components

서 론

생식이란 동, 식물성 원료를 주원료로 건조 등 가공 처리를 하여 분말, 과립, 바, 페이스트, 젤상, 액상 등으로 제조한 것으로 이를 그대로 또는 물 등과 혼합하여 섭취할 수 있도록 편리성을 지나치게 한 것을 말한다(1). 이러한 생식은 전분, 단백질, 지질, 무기질, 비타민 등 각종 영양성분을 포함하고 있을 뿐만 아니라 인체 내의 효소에 의해 소화되지 않는 셀룰로오스, 펙틴, 헤미셀룰로오스 등의 식이섬유 성분과 다양한 phytochemicals를 포함하고 있다. 이러한 성분들은 혈중 콜레스테롤 제한, 변비억제 등과 같은 생리활성을 가지고 있는 것으로 널리 알려졌다(2-3). 최근에는 이러한 전통적인 생리활성 이외에 항암작용, 면역증강, 항균작용 등의 다양한 생물활성을 제공하는 것으로 알려지면서 다당류 소재를 이용한 기능성 식품의 판매가 활발하게 실시되고 있다(4-8). 그러나 이러한 생식 원료들은 재배에서 가공까지 비가열 상태로

유통되기 때문에 미생물을 비롯한 각종 오염원에 의한 오염이 되고 있고 특히 식중독에 관여되는 미생물들이 여러 가지 경로에 의하여 오염될 우려가 있다(9). 이런 미생물 오염은 생식의 품질을 저하시킬 뿐만 아니라 인체에 미치는 안정성의 문제가 크기 때문에 억제해야 한다. 생식 원료로서의 곡류는 특성상에서 기존의 가열살균과 같은 가혹조건에서 살균처리를 하면 영양성분과 기능성 성분에 대해 파괴 및 손실되며 생식의 본의를 상실할 수 있다. 그리고 인위적인 합성 살균제의 이용은 인체유해성 등으로 사용범위가 제한을 받기에 새로운 방법으로 살균할 것을 요구하고 있다(10).

최근에 과일과 채소의 신선도에 영향을 적게 미치게 하고 인체에 무해한 살균기술이 연구되고 있는데 이 중 식품가공에서 전해수의 광범위한 적용이 급증하고 있는 상태이다. 전해수는 물에 소량의 소금을 첨가하여 전기분해에 의해 얻어지는 것으로, 양극과 음극에 각각 성질이 다른 두 가지의 물이 생성되는데, 양극에서 생성되는 물은 강산화수로 전자가 극단적으로 부족한 상태이며, 음극에서 생성되는 물은 전자가 극히 풍부한 강환원수, 즉 알칼리수로 두 종류 모두 강한 살균력을 가지고 있다. 또한 전해수는 강한 살균력과 함께 적용범위가 넓고, 미생물, 유기물과 접촉하여 살균효과를 발휘한 다음 염소, 산소, 등 휘발성 기체와 물로 되어 일반 화학약품과 달리 유해한 잔유물이 생기지 않고 인체에도 전혀 해를 미치지 않는다는 장점이 있다(11-13).

*Corresponding author: Jong-Bang Eun, Division of Applied Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, 300 Yongbong-Dong, Buk-Gu Gwangju, 500-757, Korea
Tel: 82-62-530-2145
Fax: 82-62-530-2149
E-mail: jbeun@chonnam.ac.kr

Received March 14, 2006; accepted May 29, 2006

따라서 본 연구에서는 생식의 주요 원료인 곡류로 생식을 제조할 때 강한 살균력을 가지고 있는 전해수로 처리하여 위해 미생물에 대하여 살균한 생식을 제조하여 생식에 대한 안전성을 제고하려고 하였다. 그러나 곡류에 대해 전해수로 처리한 후 단백질, 지방, 탄수화물, 회분, 색도, 식이섬유 등 이화학적 특성과 기능성 성분에 대해 어떤 영향을 미치며 어떤 변화를 일으키는데 대한 연구는 거의 실시되지 않은 상태이다. 본 연구의 목적으로, 전해수로 처리한 생식 원료 중 곡류인 백미, 현미, 찹쌀, 보리를 열풍건조 및 동결건조를 실시하여 단백질, 지방, 탄수화물, 회분, 색도, 식이섬유 등 이화학적 특성과 niacin, β -glucan 등 기능성 성분의 변화를 조사하여 전해수 처리가 이들 성분에 미치는 영향을 조사하여 생식 제조에 전해수의 이용 가능성을 검토하고자 하였다.

재료와 방법

재료

시중의 마트에서 백미(동진, 전남해남), 현미(동진, 전남해남), 찹쌀(동삼성, 전남해남), 보리(진미, 경남고성)를 구입하여 사용하였다. 전해수는 강전해수 생성 장치(A2-1000, Ensfirst, Korea)를 사용하여 제조되었는데 산성 전해수의 pH 2.4, 알칼리 전해수의 pH 11.0인 것을 사용하였다.

시료처리

백미, 현미, 찹쌀, 보리를 각각 산성 전해수와 알칼리성 전해수에 5분간 침지시켰다. 일부는 침지 후에 물기를 제거하고 -40°C 에서 냉동시킨 후 동결건조(FDU-540, EYELA, Japan)를 실시하였고 나머지는 50°C 에서 열풍건조(FO-450M, JEIO Tech, Korea)를 실시하여 각각 수분 함량이 $8.0 \pm 0.5\%$ 로 되게 하여 실험에 사용하였다. 그리고 전해수로 처리하지 않고 동결 건조시켜 수분의 함량을 $8 \pm 0.5\%$ 로 되게 한 시료를 대조군으로 사용하였다.

일반성분 함량 측정

각 시료의 일반성분 함량은 AOAC방법(14)에 따라 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 550°C 직접회화법을 사용하였고 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분을 뺀 값으로 하였다.

색도 측정

시료의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였고 L값(Lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)으로 나타내었다.

식이섬유 함량 측정

Total dietary fiber(TDF)의 측정은 Prosky 등(15)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료에 α -amylase(Sigma, USA)와 protease(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 단계적으로 가해 전분과 단백질을 제거한 후 95% 에탄올을 가해 식이섬유를 침전시킨 후 crucible을 이용하여 감압여과 시켜 잔사를 구했다. 잔사의 단백질 함량과 회분함량을 제한 값이 바로 TDF값이다.

불용성(IDF) 및 수용성 식이섬유(SDF) 함량도 Prosky 등(15)의 방법으로 측정하였다. 시료를 α -amylase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), protease(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), myloglucosidase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)

의 효소로 처리하여 단백질과 전분을 제거시킨 후 물로 세척하면서 crucible을 통해 여과시킨 후 crucible에 남아있는 잔사만 회수하여 IDF의 함량 측정에 사용하였다. IDF의 함량 측정을 위해 잔사를 95% 및 78% ethanol과 acetone으로 연속적으로 세척한 후 oven에서 건조시킨 다음 냉각시켜 잔사의 양을 구하였다. 잔사의 중량에서 단백질과 회분의 양을 제한 값을 IDF값으로 하였고, 총 식이섬유 값에서 IDF값을 제한 값을 SDF값으로 하였다.

Niacin 함량 측정

Niacin의 함량은 비색법(16)에 의하여 측정하였는데 시료액에 aniline액을 첨가한 후 30°C 에서 10분간 방치 뒤 spectrophotometer(Model UV-1201, Shimazu, Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정한 뒤 계산하였다.

β -Glucan 함량 측정

β -Glucan의 함량은 시료에 ethanol을 넣고 100°C 에서 5분간 끓인 후 sodium phosphate buffer를 첨가한 후 McClear 등(17)의 방법에 의하여 측정하였다.

통계처리

실험결과는 3차 반복실험을 하였고 값을 SPSS Ver. 10.0 package program(18)을 이용하여 각 시험구의 평균과 표준편차를 산출하고 각 시험구간의 차이 유무를 ANOVA로 분석한 뒤 $\alpha = 0.05$ 에서 유의적 차이가 있는 경우 Turkey법을 이용하여 사후 검증하였다(19).

결과 및 고찰

일반성분 함량

전해수로 처리한 시료를 열풍건조 및 동결건조를 실시한 후 백미의 일반성분 함량을 Table 1에서 나타내었다. 백미의 단백질 함량은 산성 및 알칼리성 전해수로 처리한 후 열풍건조를 실시한 시료가 각각 6.42%와 6.37%로 나타났고 동결건조를 실시한 시료가 각각 6.36%와 6.32%로 나타났다. 전해수로 처리하지 않은 시료의 단백질 함량은 6.67%로 전해수 처리한 시료들과 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 탄수화물 함량은 84.01-84.25%로 전해수 처리한 시료와 처리하지 않은 시료가 거의 비슷하게 나타났다. 지방 함량은 산성 및 알칼리성 전해수로 처리한 후 열풍건조를 실시한 시료가 각각 0.93%와 0.94%로 나타났고 동결건조를 실시한 시료가 각각 0.96%와 0.94%로 나타났다. 전해수 처리하지 않은 시료는 0.92%로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 회분의 함량은 0.51-0.55%로 전해수 처리와는 상관없이 거의 변화가 없는 것으로 관찰되었다. 백미의 단백질, 탄수화물, 지방, 회분의 함량은 전해수 처리한 시료나 처리하지 않는 시료, 열풍건조를 실시한 시료나 동결건조를 실시한 시료들 사이에 5% 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 결과는 Jin 등(20)이 백미를 열풍건조 및 동결건조를 실시하였을 때 일반성분의 변화가 거의 없다는 결과와 유사하였다. 비록 시료들 사이에서 일반성분들이 약간의 차이를 보이지만 전해수 처리한 시료와 전해수 처리하지 않은 시료들 사이에 단백질, 지방, 탄수화물, 회분 등 영양물질의 함량은 차이가 거의 없는 것을 알 수 있다.

Table 2는 현미를 전해수로 처리하여 열풍건조 및 동결 건조한 후 일반성분의 함량을 나타낸 것이다. 단백질의 함량은 7.40-7.70%, 탄수화물의 함량은 79.91-80.26%, 지방의 함량은 2.33-2.51%, 회분의 함량은 1.92-2.07%로 나타났다. 비록 각 시료들 사이에 약

Table 1. Proximate composition¹⁾ of milled rice dried with hot-air and freeze-dried after washing with electrolyzed water (Unit: %)

	Control ²⁾	Hot-air drying		Freeze-drying	
		Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water
Moisture ^{NS}	7.90 ± 0.35	7.90 ± 0.32	8.03 ± 0.34	7.91 ± 0.38	8.01 ± 0.31
Protein ^{NS}	6.67 ± 0.75	6.42 ± 0.67	6.37 ± 0.59	6.36 ± 0.57	6.32 ± 0.62
Carbohydrate ^{NS}	84.01 ± 1.57	84.25 ± 2.78	84.16 ± 1.87	84.24 ± 2.97	84.19 ± 2.34
Fat ^{NS}	0.92 ± 0.12	0.93 ± 0.08	0.94 ± 0.80	0.96 ± 0.06	0.94 ± 0.13
Ash ^{NS}	0.51 ± 0.07	0.52 ± 0.08	0.51 ± 0.08	0.53 ± 0.05	0.55 ± 0.04

¹⁾Mean ± SD (n = 3).²⁾Milled rice without washing and freeze drying.^{NS}Values in the same row are not significantly different (p < 0.05).**Table 2. Proximate composition¹⁾ of brown rice dried with hot-air and freeze-dried after washing with electrolyzed water** (Unit: %)

	Control ²⁾	Hot-air drying		Freeze-drying	
		Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water
Moisture ^{NS}	7.99 ± 0.51	7.97 ± 0.60	8.06 ± 0.22	7.98 ± 0.33	8.01 ± 0.39
Protein ^{NS}	7.40 ± 0.40	7.59 ± 0.57	7.54 ± 0.65	7.41 ± 0.67	7.70 ± 0.90
Carbohydrate ^{NS}	80.16 ± 3.16	80.04 ± 2.53	79.96 ± 2.33	80.26 ± 2.52	79.91 ± 1.29
Fat ^{NS}	2.38 ± 0.28	2.47 ± 0.21	2.51 ± 0.10	2.33 ± 0.21	2.37 ± 0.22
Ash ^{NS}	2.07 ± 0.17	1.92 ± 0.20	1.94 ± 0.19	2.03 ± 0.29	2.01 ± 0.18

¹⁾Mean ± SD (n=3).²⁾Milled rice without washing and freeze drying.^{NS}Values in the same row are not significantly different (p < 0.05).

간의 차이를 나타냈으나 분산분석을 실시한 결과 각 시료들이 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

찹쌀과 보리를 전해수로 처리하여 열풍건조 및 동결건조 시킨 후 일반성분의 함량을 각각 Table 3과 Table 4에서 나타냈다. 전해수로 처리하여 열풍건조 및 동결건조를 실시한 찹쌀과 보리의 일반성분 함량은 전해수 처리를 하지 않고 동결건조를 실시한 찹쌀과 보리의 일반성분 함량은 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 일반성분의 함량들은 농촌진흥청에서 보고된 식품성분표(21)의 결과와 비슷하였다.

백미, 현미, 찹쌀, 보리 등 곡류의 일반성분 함량은 전해수로 처리하여 열풍건조 혹은 동결건조를 실시하였을 때와 전해수로 처리하지 않고 동결건조를 실시하였을 때 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서, 단백질, 지방, 탄수화물, 회분 등을 고려할 때에 전해수로 처리하여도 그 함량에는 영향을 미치지 않으므로 전해수를 사용하여 생식 원료 곡류를 처리하여도 될 것으로 생각된다.

색도

Table 5에 백미, 현미, 찹쌀, 보리를 전해수로 처리하여 열풍 건조 및 동결 건조한 후 측정된 색도를 나타내었다. 백미, 현미, 찹쌀, 보리는 전해수로 처리하여 열풍건조 및 동결건조를 실시한 L, a값과 전해수로 처리하지 않고 동결건조를 실시한 시료의 L, a값은 5% 수준에서 유의성이 없는 것으로 나타났다. 그러나 백미와 찹쌀의 b값에 있어서 변화가 있는 것으로 나타났다. 전해수로 처리하여 열풍건조를 실시한 백미와 찹쌀의 b값은 동결건조를 실시한 백미와 찹쌀의 b값에 비하여 크게 나타났다.

백미와 찹쌀의 b값이 전해수로 처리하여 열풍건조 실시한 시료와 동결건조 실시한 시료 사이에 차이가 있는데 이것은 이들 곡류를 열풍건조 시 가열에 의한 차이에 의하여 생긴 것으로 추정된다. 전해수로 처리하여 동결건조를 실시한 백미와 찹쌀의 L, a, b값은 전해수 처리를 하지 않고 동결건조를 실시한 백미와 찹쌀의 L, a, b값과 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 결과는

Table 3. Proximate composition¹⁾ of glutinous rice dried with hot-air and freeze-dried after washing with electrolyzed water (Unit: %)

	Control ²⁾	Hot-air drying		Freeze-drying	
		Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water
Moisture ^{NS}	8.06 ± 0.41	7.92 ± 0.24	8.07 ± 0.21	8.02 ± 0.66	7.95 ± 0.38
Protein ^{NS}	7.31 ± 0.59	7.31 ± 0.64	7.36 ± 0.87	7.47 ± 0.69	7.40 ± 0.72
Carbohydrate ^{NS}	82.53 ± 4.248	2.77 ± 3.85	82.54 ± 4.37	82.51 ± 4.22	82.63 ± 3.64
Fat ^{NS}	0.46 ± 0.07	0.48 ± 0.09	0.47 ± 0.07	0.51 ± 0.08	0.52 ± 0.04
Ash ^{NS}	1.51 ± 0.17	1.52 ± 0.11	1.54 ± 0.14	1.49 ± 0.12	1.50 ± 0.10

¹⁾Mean ± SD (n=3).²⁾Milled rice without washing and freeze drying.^{NS}Values in the same row are not significantly different (p < 0.05).

Table 4. Proximate composition¹⁾ of barley dried with hot-air and freeze-dried after washing with electrolyzed water (Unit: %)

	Control ²⁾	Hot-air drying		Freeze-drying	
		Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water
Moisture ^{NS}	7.99 ± 0.38	7.91 ± 0.35	8.03 ± 0.43	8.02 ± 0.25	8.11 ± 0.13
Protein ^{NS}	10.16 ± 1.08	10.10 ± 0.71	10.02 ± 0.77	10.06 ± 0.73	10.03 ± 0.85
Carbohydrate ^{NS}	79.50 ± 3.68	79.57 ± 2.39	79.45 ± 2.13	79.44 ± 2.38	79.38 ± 2.02
Fat ^{NS}	1.32 ± 0.19	1.37 ± 0.22	1.44 ± 0.16	1.43 ± 0.15	1.43 ± 0.11
Ash ^{NS}	1.03 ± 0.17	1.05 ± 0.12	1.06 ± 0.16	1.05 ± 0.16	1.05 ± 0.11

¹⁾Mean ± SD (n=3).²⁾Milled rice without washing and freeze drying.^{NS}Values in the same row are not significantly different ($p < 0.05$).

Onishi 등(22)은 쌀을 전해수로 처리하였을 때 색도에 영향을 미치지 않는다는 연구결과와 비슷하였다. 위의 연구결과로부터 전해수로 백미, 현미, 찰쌀, 보리를 처리하였을 때 색도에는 거의 영향을 미치지 않으며 열풍건조가 곡류 중 백미와 찰쌀의 색도에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

식이섬유 함량

백미, 현미, 찰쌀 보리를 전해수로 처리하여 열풍건조 및 동결건조 실시한 후의 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유, 총 식이섬유의 함량을 측정하여 Table 6에 나타내었다. 전해수로 처리하여 열풍건조를 실시한 시료의 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유, 총 식이섬유의 함량은 동결건조를 실시한 시료에 비하여 높게 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. Englyst 등(23)은 가열과정으로 인해 효소에 의해 분해되지 않는 resistant starch가 생성되고 이것이 식이섬유로 측정되기에 불용성 식이섬유의 값이 증가한다고 보고하였고 Vidal-Vaverde 등(24)은 가열처리하였을 때 세포벽 구조가 파괴되어 셀룰로오스가 유리되어 나오기 때문에 식이섬유가 증가된다고 보고하였다. 따라서 앞에서 언급한 연구결과들을 종합해 볼 때 본 실험에서 나타난 결과는 열풍건조과정에서 resistant starch가 식이섬유로 측정되고 셀룰로오스

가 유리되어 나와 그 측정치가 증가된 것이라 생각된다. 그러나 전해수로 처리하여 동결건조 실시한 시료의 불용성 식이섬유 함량과 전해수로 처리하지 않고 동결건조를 실시한 시료의 불용성 식이섬유의 함량은 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 불용성 식이섬유의 함량은 건조방법에 의해 영향을 받지만 전해수 처리에는 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있었다.

수용성 식이섬유에서는 전해수로 처리하여 열풍건조 실시한 시료가 동결건조를 실시한 시험구보다 높게 나타났다. 총 식이섬유의 함량은 전해수로 처리하여 열풍건조를 실시한 시료가 동결건조를 실시한 시료보다 높게 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 열풍건조를 통하여 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유가 모두 일정한 정도로 증가하여 나타난 결과라고 생각된다. 그러나 전해수로 처리하여 동결건조 실시한 시료와 전해수로 처리하지 않은 시료의 수용성 식이섬유 및 총 식이섬유의 함량은 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 결과는 Kobayashi 등(25)이 전해수로 쌀을 처리하였을 때에 식이섬유의 함량에 영향을 미치지 않는다는 연구결과와 비슷하였다. 따라서 식이섬유의 함량은 건조방법에 따라 변화가 되지만 전해수로 처리하였을 때는 변화가 없는 것을 알 수 있었다. 즉, 전해수로 백미, 현미, 찰쌀, 보리를 세척했을 때 전해수가 식이섬유의 함량에 영향을

Table 5. Color values¹⁾ of milled rice, brown rice, glutinous rice and barley dried with hot-air and freeze-dried after washing with electrolyzed water

	Control ²⁾	Hot-air drying		Freeze-drying		
		Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	
Milled rice	L	84.07 ± 0.99 ^{NS}	84.30 ± 1.27	83.68 ± 1.02	84.86 ± 1.10	84.19 ± 1.36
	a	-0.82 ± 0.03 ^{NS}	-0.85 ± 0.07	-0.82 ± 0.04	-0.79 ± 0.05	-0.81 ± 0.04
	b	14.91 ± 0.21 ^a	19.63 ± 1.14 ^b	19.75 ± 1.06 ^b	14.97 ± 0.94 ^a	14.42 ± 0.46 ^a
Brown rice	L	64.90 ± 1.78 ^{NS}	64.65 ± 1.52	65.32 ± 1.36	65.14 ± 2.07	65.48 ± 2.75
	a	5.03 ± 0.15 ^{NS}	4.93 ± 0.29	4.90 ± 0.43	5.02 ± 0.22	5.02 ± 0.14
	b	21.74 ± 0.38 ^{NS}	22.19 ± 0.62	21.87 ± 1.76	22.23 ± 1.34	22.28 ± 1.00
Glutinous rice	L	82.57 ± 1.26 ^{NS}	81.88 ± 2.23	81.98 ± 1.55	81.94 ± 1.14	82.50 ± 0.98
	a	-0.63 ± 0.03 ^{NS}	-0.85 ± 0.07	-0.70 ± 0.06	-0.70 ± 0.04	-0.66 ± 0.03
	b	14.74 ± 0.63 ^a	19.63 ± 1.14 ^b	18.43 ± 1.02 ^b	14.16 ± 0.20 ^a	14.24 ± 0.45 ^a
Barley	L	69.29 ± 2.63 ^{NS}	68.55 ± 2.39	68.90 ± 2.39	69.05 ± 1.95	69.30 ± 1.30
	a	4.51 ± 0.30 ^{NS}	4.78 ± 0.28	4.77 ± 0.36	4.64 ± 0.40	4.76 ± 0.36
	b	20.09 ± 1.00 ^{NS}	20.75 ± 0.78	20.55 ± 0.86	19.88 ± 0.77	20.67 ± 0.87

¹⁾Mean ± SD (n=3).²⁾Milled rice without washing and freeze drying.^{NS}Values in the same row are not significantly different ($p < 0.05$).^{a-b}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ Turkey's multiple range test.

Table 6. Contents¹⁾ of total dietary fiber (TDF), insoluble dietary fiber (IDF) and soluble fiber (SDF) of milled rice, brown rice, glutinous rice and barley dried with hot-air and freeze-dried after washing with electrolyzed water (Unit: %)

		Control ²⁾	Hot-air drying		Freeze-drying	
			Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water
Milled rice	IDF	0.32 ± 0.02 ^a	0.42 ± 0.02 ^{bc}	0.43 ± 0.03 ^c	0.36 ± 0.03 ^{abc}	0.35 ± 0.03 ^{ab}
	SDF	3.17 ± 0.17 ^a	4.06 ± 0.15 ^c	4.11 ± 0.15 ^c	3.51 ± 0.17 ^{ab}	3.63 ± 0.28 ^{abc}
	TDF	3.49 ± 0.19 ^a	4.47 ± 0.18 ^c	4.54 ± 0.11 ^{cd}	3.87 ± 0.14 ^{ab}	3.98 ± 0.30 ^{abc}
Brown rice	IDF	3.31 ± 0.15 ^a	4.21 ± 0.23 ^c	4.16 ± 0.27 ^{bc}	3.51 ± 0.26 ^{ab}	3.49 ± 0.43 ^{ab}
	SDF	3.20 ± 0.22 ^a	4.17 ± 0.13 ^b	4.14 ± 0.12 ^b	3.42 ± 0.29 ^a	3.39 ± 0.30 ^a
	TDF	6.51 ± 0.37 ^a	8.39 ± 0.36 ^b	8.30 ± 0.39 ^b	6.93 ± 0.52 ^a	6.88 ± 0.33 ^a
Glutinous rice	IDF	0.33 ± 0.03 ^a	0.53 ± 0.02 ^b	0.57 ± 0.06 ^b	0.36 ± 0.04 ^a	0.34 ± 0.03 ^a
	SDF	3.10 ± 0.16 ^a	0.57 ± 0.06 ^b	4.21 ± 0.29 ^b	3.41 ± 0.18 ^a	3.57 ± 0.33 ^a
	TDF	3.43 ± 0.19 ^a	4.78 ± 0.30 ^b	4.78 ± 0.30 ^b	3.77 ± 0.21 ^a	3.91 ± 0.36 ^a
Barley	IDF	5.10 ± 0.15 ^a	6.18 ± 0.20 ^b	6.25 ± 0.18 ^b	5.10 ± 0.17 ^a	5.06 ± 0.26 ^a
	SDF	5.25 ± 0.40 ^a	6.80 ± 0.22 ^b	6.86 ± 0.27 ^b	5.13 ± 0.13 ^a	5.09 ± 0.20 ^a
	TDF	10.34 ± 0.55 ^a	12.97 ± 0.28 ^b	13.11 ± 0.39 ^b	10.23 ± 0.07 ^a	10.15 ± 0.20 ^a

¹⁾Mean ± SD (n=3).²⁾Milled rice without washing and freeze drying.^{a-d}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ Turkey's multiple range test.

주지 않았다는 것을 알 수 있었다.

Niacin과 β -glucan의 함량

Table 7은 백미, 현미, 찰쌀, 보리를 전해수로 세척하여 열풍건조 및 동결건조한 후 측정된 niacin과 β -glucan의 함량을 나타낸 것이다. 백미 중의 niacin 함량은 전해수로 처리하여 열풍건조 실시한 시료가 각각 0.78 mg/100 g와 0.82 mg/100 g로 동결건조 실시한 시료 0.95 mg/100 g와 1.00 mg/100 g로 나타났다. 알칼리성 전해수로 처리하여 동결건조를 실시한 시료를 제외하고는 다른 시료들 사이에는 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 현미, 찰쌀, 보리의 niacin 함량은 전해수로 처리하여 열풍건조 실시한 시료가 동결건조를 실시한 시료보다 적게 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 전해수를 처리하지 않고 동결건조 실시한 시료의 niacin 함량은 전해수로 처리하여 동결건조 실시한 시료와 거의 변화가 없는 것으로 관찰되었다. Ha 등

(26)의 연구에 의하면, niacin은 건조와 수용액 상태에서 비교적 안정하다고 보고하였는데 본 연구에서도 백미, 현미, 찰쌀, 보리를 전해수로 처리하여 동결건조를 실시하였을 때에도 niacin의 함량에 거의 변화를 주지 않아 안정한 것으로 나타났다. 곡류 중의 niacin 함량은 전해수로 처리하였을 때와 처리하지 않았을 때에 거의 함량의 변화가 없으므로 전해수 처리는 곡류 중의 niacin의 함량에 영향을 미치지 않으므로 전해수로 처리하여도 괜찮을 것으로 생각된다.

백미, 현미, 찰쌀에서는 β -glucan이 검출되지 않았고 보리에서는 열풍건조 실시한 시료에서 각각 1.84%와 1.91%로 나타났고 동결건조 실시한 시료에서 각각 1.62%와 1.66%로 나타났다. 알칼리성 전해수로 처리하고 열풍건조를 실시한 시료가 1.91%로 다른 시료에 비하여 높게 5% 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 산성 전해수로 처리하고 열풍건조를 실시한 시료는 알칼리성 전해수로 처리하고 동결건조를 실시한 시료를 제외

Table 7. Contents¹⁾ of niacin and β -glucan in milled rice, brown rice, glutinous rice and barley dried with hot-air and freeze-dried after washing with electrolyzed water

		Control ²⁾	Hot-air drying		Freeze-drying	
			Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water	Acidic electrolyzed water	Alkalic electrolyzed water
Milled rice	Niacin (mg/100g)	0.96 ± 0.09 ^{ab}	0.78 ± 0.09 ^a	0.82 ± 0.13 ^a	0.95 ± 0.12 ^{ab}	1.00 ± 0.10 ^b
	β -glucan (%)	-	-	-	-	-
Brown rice	Niacin (mg/100g)	2.19 ± 0.15 ^b	1.73 ± 0.19 ^a	1.64 ± 0.18 ^a	2.25 ± 0.36 ^b	2.16 ± 0.27 ^b
	β -glucan (%)	-	-	-	-	-
Glutinous rice	Niacin (mg/100g)	0.83 ± 0.10 ^b	0.66 ± 0.07 ^a	0.64 ± 0.09 ^a	0.84 ± 0.10 ^b	0.88 ± 0.07 ^b
	β -glucan (%)	-	-	-	-	-
Barley	Niacin (mg/100g)	1.59 ± 0.08 ^b	0.82 ± 0.13 ^a	0.84 ± 0.19 ^a	1.63 ± 0.16 ^b	1.71 ± 0.10 ^b
	β -glucan (%)	1.53 ± 0.15 ^{ab}	1.84 ± 0.11 ^{cd}	1.91 ± 0.17 ^d	1.62 ± 0.05 ^b	1.66 ± 0.10 ^{abc}

¹⁾Mean ± SD (n=3).²⁾Milled rice without washing and freeze drying.^{a-d}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ Turkey's multiple range test.

하고 전해수 처리하지 않은 시료, 산성 전해수로 처리하고 동결 건조를 실시한 시료와 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 식이섬유인 β -glucan이 열풍건조에 의해 함량이 증가한(27) 것으로 생각된다. 그러나 전해수로 처리하지 않고 동결 건조 실시한 시료의 β -glucan 함량은 1.53%로 나타나 전해수로 처리하여 동결 건조 실시한 시료의 함량 1.62%, 1.66%와 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 전해수 처리가 곡류 중의 β -glucan 함량에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

위의 실험을 통하여 생식 원료인 백미, 현미, 찹쌀, 보리의 단백질, 지방, 탄수화물, 회분 함량은 전해수로 처리하여 열풍 건조 및 동결 건조 실시한 후 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 색도 중에서 b값이 백미와 찹쌀에서 열풍 건조 한 시료가 동결 건조 한 시료 보다 높게 나타났지만 전해수로 처리하지 않고 동결 건조를 한 시료와 전해수로 처리하여 동결 건조를 한 시료와는 5% 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 식이섬유의 함량도 건조방법에 따라 함량의 변화가 있지만 전해수로 처리하거나 처리하지 않았을 때에 함량의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 백미, 현미, 찹쌀, 보리 중의 niacin 함량은 동결 건조를 한 시료가 높게 나타났고 보리 중의 β -glucan의 함량은 알칼리성 전해수로 처리하고 열풍 건조를 실시한 시료가 다른 시료들 보다 높게 5% 수준에서 유의적 차이를 보였다. 그러나 전해수로 처리하여 동결 건조를 한 시료와 전해수로 처리하지 않고 동결 건조를 한 시료와 5% 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 실험결과로 보아, 생식 원료 중 곡류인 백미, 현미, 찹쌀, 보리의 전해수 처리는 이들의 이화학적 특성 중 단백질, 지방, 및 탄수화물, 회분, 및 식이섬유의 함량과 색도에 영향을 미치지 않았고 또한, 기능성 물질 중 niacin과 β -glucan의 함량은 전해수 처리 후 열풍 건조를 실시할 때는 영향을 미치나 동결 건조 실시할 때에는 영향을 미치지 않으므로 생식 제조에 사용할 수 있을 것이라고 생각된다.

요 약

전해수로 처리한 생식 원료 백미, 현미, 찹쌀, 보리를 열풍 건조 및 동결 건조를 실시하여 이화학적 특성 및 기능성 성분의 변화를 조사하였다. 백미, 현미, 찹쌀, 보리의 단백질, 지방, 탄수화물, 회분 등 성분의 함량은 전해수로 처리하여 열풍 건조 및 동결 건조를 통하여서는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 백미, 현미, 찹쌀, 보리는 전해수로 처리하여 열풍 건조 및 동결 건조를 실시한 후 L값과 a값이 변화가 없는 것으로 관찰되었고 백미와 찹쌀의 b값은 열풍 건조를 실시한 시료가 증가한 것으로 나타났으나 전해수로 처리하고 동결 건조를 실시한 시료와 전해수 처리를 하지 않고 동결 건조를 실시한 시료는 차이가 없는 것으로 나타났다. 식이섬유의 함량은 열풍 건조를 실시한 시료가 증가를 나타냈으나 전해수로 처리한 시료와 처리하지 않은 시료 사이에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 백미, 현미, 찹쌀, 보리 중의 niacin 함량과 보리 중의 β -glucan 함량은 열풍 건조 및 동결 건조를 실시한 시료가 서로 차이를 보이지만 전해수로 처리하여 동결 건조를 실시한 시료와 전해수로 처리하지 않고 동결 건조를 실시한 시료 사이에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 동결 건조를 진행한 시료는 전해수 처리 전후 이화학적 특성과 기능성 성분 함량이 변화가 없는 것으로 나타났다. 결론적으로, 생식 원료 중 곡류인 백미, 현미, 찹쌀, 보리의 전해수 처리 시 이들의 이화학적 특성 중 단백질, 지방, 및 탄수화물, 회분, 및 식이섬유의 함량과 색도에는 영향을 주지 않았고 기능성 물질 중 niacin과 β -glucan의 함량은

전해수 처리 후 열풍 건조 시 약간의 영향을 나타냈으나 동결 건조 시에는 전혀 영향을 주지 않았으므로 전해수를 이용한 세척을 생식 제조에 충분히 사용이 가능하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 실행한 농업기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Chang TE, Moon SY, Lee KW, Park JM, Han JS, Song OJ, Shi IS. Microflora of manufacturing products and final products of *Saengshik*. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 501-506 (2004)
2. Lee YJ, Lee HM, Park TS. Effects of uncooked powdered food on antioxidative system and serum mineral concentrations in rats fed unbalanced diet. Korean J. Nutr. 36: 898-907 (2003)
3. Park JY, Yang MZ, Jun HS, Lee JH, Bae HK, Park TS. Effect of raw Broen rice and Job's Tear supplemented diet on serum and hepatic lipid concentrations, antioxidative system and immune function of rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 197-206 (2003)
4. Lee E, Kim WJ, Lee YJ, Lee MK, Kim PG, Park YJ, Kim SK. Effects of natural complex food on specific enzymes of serum and liver microstructure of rats fed a high fat diet. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 256-262 (2003)
5. Park SH, Han JH. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. Korean J. Nutr. 36: 49-63 (2003)
6. Han JH, Park SH. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, body fat and serum lipid compositions in hyperlipidemic patients. Korean J. Nutr. 36: 589-602 (2003)
7. Song MK, Hong SK, Hwang SJ, Park OJ, Park MH. Improved effects of *Saengshik* on patient with fatty liver and hyperlipidemia in murine. Korean J. Nutr. 36: 834-840 (2003)
8. Kang SM, Shin JY, Hwang SJ, Hong SG, Jang HE, Park MH. Effects of *Saengshik* supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 906-912 (2003)
9. Park BK, Oh MH, Oh DH. Effect of electrolyzed water and organic acids on the growth inhibition of *Listeria monocytogenes* on lettuce. Korean J. Food Preserv. 11: 530-537 (2004)
10. Jung SW, Park KJ, Park BI, Kim YH. Surface sterilization effect of electrolyzed acid water on vegetable. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 1045-1051 (1996)
11. Kim C, Hung YC, Rrackett RE. Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food related pathogen. J. Food Protect. 63: 19-24 (2000)
12. Park KJ, Jung SW, Park BI, Kim YH, Jung JW. Initial control of microorganism in Kimchi by the modified preparation method of seasoning mixture and the pretreatment of electrolyzed acid-water. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 1104-1110 (1996)
13. Venkitanarayanan KS, Ezeike GO, Hung YC, Doyle MP. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. Appl. Environ. Microbiol. 65: 4276-4279 (1999)
14. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Int'l. 13th ed. Methods 930.04, 930.05, 979.09, and 957.13. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
15. Prosky L, Asp N, Schweizer T, Devries J, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods products, Interlaboratory study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 71: 1017-1025 (1988)
16. Kang SM, Shin JY, Hwang SJ, Hong SG, Jang HE, Park MH. Effects of *Saengshik* supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 906-912 (2003)
17. Cheng DH. Physiological Active of Food. Shenjinmoonhaksa,

- Seoul, Korea. pp. 13-17 (1998)
18. SPSS. Statistical Package for Social Sciences for Windows. Rel. 10.0. SPSS Inc., Chicago, IL, USA (1999)
 19. Jung CY, Choi LG. SPSSWIN for Statistics Analysis, Ver. 10.0, 4th ed. Muyok Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 276-283 (2002)
 20. Jin TY, Oh DH, Om AS, Lee HO, Eun JB. Changes of physico-chemical characteristic and functional components of cereals for *Saengsik*, uncooked food by drying methods. Korean J. Food Preserv. 12: 442-448 (2005)
 21. RDA. Food Composition Table. National Rural Living Science Institute, Suwon, Korea (2001)
 22. Onishi RK, Hara YS, Arai EK. Improvement of eating quality and preservability of cooked rice obtained from aged rice grains by weak electrolyzed cathode water. J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol. 48: 112-118 (2001)
 23. Englyst HN, Anderson V, Cummings JH. Starch and non-starch polysaccharides in some cereal foods. J. Sci. Food Agric. 34: 1434-1442 (1983)
 24. Vidal-valverde C, Frias J. Legume processing on dietary fiber components. J. Food Sci. 56: 1350-1357 (1991)
 25. Kobayashi KJ, Atarashiya KS, Hara YS, Horie SJ. Solubility of steamed rice is dependent on electrolyzed water. J. Brew. Soc. Jpn. 94: 926-932 (1999)
 26. Ha JO, Lee SC, Bac HD, Park OP. Food Chemistry. Dooyangsa, Seoul, Korea, pp. 228-230 (2004)
 27. Seo WK, Kim YA. Effects of heat treatments on the dietary fiber contents of rice, brown rice, yellow soybean and black soybean. Korea J. Soc. Food Sci. 11: 20-25 (1995)