

유산균을 이용한 발효 쌀가루의 이화학적 특성

최윤희·김상범·조용식·김은미·박신영·김태영
농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Physicochemical Properties of Rice Flour by Lactic Acid Fermentation

Choi, Yoon Hee · Kim, Sang Bum · Cho, Yong Sik · Kim, Eun Mi · Park, Shin Young · Kim, Tae Young
Dept. of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science RDA, Suwon, Korea

ABSTRACT

The physicochemical properties of the lactic acid fermented rice flour prepared using ABT-L(mixture of *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus longum*, *Streptococcus thermophilus*) were investigated. The efficiency of deproteinizing of lactic acid fermented rice was higher than soaking fermented rice. The structural properties of lactic acid fermented rice flour showed slightly decreased inner particle size but maintained regular structural form. Molar mass and molar size after being treated with soaking or lactic acid fermentation were decreased. Amylograms except for pasting temperature of lactic acid fermented rice flours or soaking fermented rice flours were more significantly decreased than the control sample. The ratio of flours passed through 100 mesh and 150 mesh sieves of lactic acid fermented rice flours were higher than soaking fermented rice flours. Lactic acid fermented rice flours being passed through 100 mesh sieves showed finer particle flours than those treated with soaking. These results showed that lactic acid fermentation, which can have a high efficiency on the deproteinizing of rice, contributed to the changes of particle size and its distribution of rice flour.

Key words: lactic acid fermentation, rice flour, deproteinizing, particle size

I. 서론

우리나라 국민들의 연간 쌀 소비량이 지속적으로 감소하고 있고, MMA(minimum market access)에 따른 수입량 증가로 인한 쌀 재고량이 2008년 686천톤에서 2009년 995천톤으로 증가하여 잉여 쌀 물량은 559천톤으로 재고 쌀 보관비용이 연간 6천억원이나 된다(윤홍선 2010). 가공용 쌀을 사

용하는 비율은 국내 쌀 총 생산량의 6%로 연간 27만톤 정도만이 식품제조업에 사용되고 있으므로(박광희 2009) 쌀의 소비촉진을 위한 새로운 소비 방안의 전환이 절실히 요구되고 있다. 그러므로 쌀의 이용성 제고기술과 수급 안정을 위한 밀가루 식품의 쌀 가공제품으로 대체 및 새로운 타입의 쌀가루 제조 방법을 개발하여 다양하고 새로운 용도로의 쌀 수요 창출 및 쌀 가공기술

접수일: 2010년 10월 28일 심사일: 2010년 11월 10일 게재확정일: 2010년 12월 20일

Corresponding Author: Choi, Yoon Hee Tel: 82-31-299-0571

e-mail: cyhbless1000@korea.kr

개발이 필요하다. 최근 밀가루 글루텐이 celiac disease의 원인으로 세계 인구의 약 1%가 이 질환으로 밝혀지면서 gluten-free 식품에 대한 관심이 증가하고(Science Daily 2010)있는데 쌀은 밀가루나 글루텐을 함유한 맥류를 대체할 수 있는 소재로 알려지면서 쌀가루를 이용한 제품 개발에 관심이 증가되고 있다. 쌀에는 접착과 팽창을 촉진시키는 밀가루의 글루텐과 같은 점성 단백질이 없고 끈적이는 부착성이 강하여 조직감이 낮으며, 노화가 빠르므로 제과·제빵분야의 가공용으로서의 기능은 떨어지나 쌀이 가지고 있는 소화흡수력·아미노산 가치 등 영양적인 부분에서 다른 곡류보다 월등하다. 따라서 본 연구에서는 쌀의 가공 적성 개선 및 이용성 증진을 위하여 유산균을 이용하여 발효시켜 제조한 유산발효 쌀가루의 이화학 특성을 검토하였다.

II. 연구 방법

1. 재료 및 처리

시료로 사용한 쌀은 2007년에 생산된 일반미(일반계)를 시중에서 2008년에 구입하였다. 유산균은 시판 중인 젖산균의 혼합제제인 ABT-L (*Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus longum*, *Streptococcus thermophilus*-lactic acid bacteria (주)삼익유가공(원산지:미국))을 사용하였다. 쌀은 4회 수세하고 상온에서 4시간 수침하여 물기를 뺀 다음 발효 처리하였다. 대조구(control)는 4회 수세하여 물빼기를 한 후 roller mill(동광산업 DK104)로 3회 분쇄한 후 소형 분쇄기(world mix. DA280 -S, 대성아트론)를 이용하여 3분간 분쇄하였다. 수침발효는 쌀 5kg에 증류수 10L를 가하여 37℃ 향온기에서 48시간 발효시켰으며, 유산균 처리구는 쌀 5kg에 증류수 10L를 가하고 유산균제 25g을 혼합한 후 37℃ 향온기에서 48-72시간 발효시켰다. 발효과정을 마친 쌀을 3회 수세하고 3시간 동안 물빼기를 한 후 roller mill을 사용하여 3회 분쇄한 후 소형 분쇄기를 이용하여 3분간 분쇄한 다음 냉동고에 보관하고 시료로 사용하였다.

2. 분석방법

1) 쌀가루의 조단백질 함량 및 호화특성 측정

쌀가루의 조단백질 함량은 쌀가루 5g을 취하여 Kjeldahl 분석법(AOAC 1990)에 따라 Kjeltac 2400 auto analyzer(Foss Tecator, Huddinge, Sweden)로 분석하였다. 쌀가루의 호화특성은 신속 점도 측정계(Rapid Visco Analyser, RVA-3D, Newport Scientific Sydney, Australia)를 이용하여 아밀로그래프 특성으로 분석하였다. 시료의량은 쌀가루 3.5g에 증류수 25ml를 첨가하였으며 호화온도 조건은 초기온도 50℃에서 1분, 3.9분 동안 50~93℃로 가온, 93℃에서 7분간 유지하였다. 냉각은 93~50℃까지 3.9분간, 최종온도는 50℃에서 3분간을 유지하였다. 100mesh로 분쇄한 시료 3g을 25ml의 증류수에 분산시켜 처음 1분간은 50℃로 유지시킨 후 95℃로 12℃/min의 가열속도로 가열하고 95℃에서 2분 30초간 유지시킨 후 다시 50℃로 12℃/min의 속도로 냉각시켜 2분간 유지시키면서 점도를 측정하였다. 총 실험 시간은 13분으로 실험 후 초기호화온도, 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 치반점도를 계산하여 비교하였다.

2) 쌀가루의 구조와 분자량 및 분자크기

쌀가루의 내부구조를 관찰하기 위하여 주사전자현미경(Carl Zeiss, Germany)을 이용하여 쌀의 처리 후 2,000배의 배율로 조사하였다. 쌀가루의 분자량 및 분자크기의 변화(김상범 2006)를 조사하기 위하여, 다각광 산란검출기(Multi-angle light scattering system, DAWN^R XOSTM, Wyatt Technology, USA)를 이용하였으며, 제분된 쌀가루를 동결건조 후 분쇄하여 120mesh 체로 친 것을 사용하였다.

3) 색도 및 백도

색도 측정은 색차계(Macbeth, color-eye 3100, USA)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타내었으며 백도 측정은 백도계(Kett C-300, Japan)를 사용하여 측정하였다.

4) 입도 분포

쌀가루의 입자 분포는 roller mill을 사용하여 3회 분쇄한 후 소형 분쇄기(World mix. DA280-S, 대성아트론)를 이용하여 3분간 3회 분쇄한 다음 청계 상공사(주)에서 제작한 종목체 100mesh 및 150mesh 체에 쌀가루 350g을 30분간 체 분리한 후 100mesh체 통과(<150 μ m), 150mesh체 통과(<107 μ m)한 쌀가루의 양을 측정하여 쌀가루 전체량에 대한 백분율로 나타냈다. 쌀가루의 입도분포는 입도분포 측정기(MAM 246, MASTERSIZER-S, MALVERN Instruments Limit. England)를 사용하여 분석하였다.

5) 통계분석

분석된 결과의 통계분석은 SPSS Win 12.0 프로그램을 이용하여 ANOVA test를 실시하였고, 유의성 검증은 Duncan's multiple range test(p< 0.05)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조단백질 함량

발효 처리하여 제조한 쌀가루의 단백질제거 효과를 검토해 보기 위하여 조단백질 함량을 분석한 결과, Table 1에서와 같이 대조구에 비하여 수침발효나 유산균에 의한 발효처리구의 조단백

Table 1. Crude protein contents of rice flours after treated with soaking or lactic acid fermentation (Unit: %)

Treatment	Crude protein contents
Control	8.53±0.10 ^a
Soaking ferment. room temp. 4hr.	8.06±0.06 ^b
Soaking ferment. room temp. 2days	7.25±0.15 ^c
Lactic acid ferment. 37℃ 2days	5.71±0.23 ^d
Lactic acid ferment. 37℃ 3days	4.93±0.04 ^e

1) Values are means±SD.

2) Means in a column followed by different supercripts are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

질 함량이 감소하여 단백질 제거효과가 있었다. 발효처리 후 쌀 단백질 제거량은 대조구와 비교하였을 때 유산발효 쌀가루의 조단백질함량이 수침발효 쌀가루 보다 적었음을 보아 유산발효에 의해 더 많은 양의 단백질이 제거되었음을 판단할 수 있었다. 3일간 유산발효 처리한 쌀로 제조한 쌀가루의 조단백질 함량은 4.93%이었고, 2일간 유산발효 처리한 쌀가루는 5.71%로 3일간 유산발효 처리 쌀가루가 2일간 유산발효 처리한 쌀가루에 비하여 단백질 제거량이 많았다. 대조구와 수침발효, 유산발효 처리 등 모든 처리간에 유의적인 상관을 나타냈는데 김성곤과 방정범(1996)의 연구에서도 쌀의 수침 발효시 수침온도 30℃에서 수침시간이 길어짐에 따라 단백질함량은 계속 감소하였다고 보고하였다.

2. 내부 구조 특성

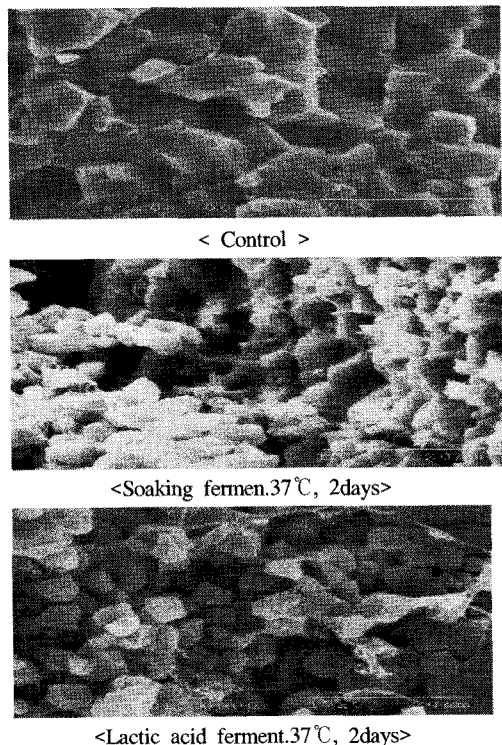


Fig. 1. Internal structure of rice flours after treated with soaking or lactic acid fermentation using SEM.

주사전자현미경을 이용하여 쌀 종류별 쌀가루의 구조를 2,000배의 배율로 관찰한 결과, Fig. 1에서와 같이 나타났다. 발효처리 하지 않은 대조구는 다각형을 이룬 입자들이 치밀하고 촘촘하게 연결되듯 뭉쳐 있어서 개별입자의 모양이 뚜렷하지 않았으나, 유산발효 처리한 쌀가루는 쌀 전분입자 주변의 단백질 등이 유산발효에 의하여 제거되어 입자들의 모양이 뚜렷하게 보였다. 대조구와 발효 처리한 쌀 전분입자는 구별할 수 있을 정도로 유산발효처리에 의하여 입자 주변의 물질들이 제거된 것 처럼 보였으며 다수의 입자들이 둥근 형태의 모양을 나타냈다. 대조구에 비하여 유산발효 처리구의 내부에 구조적인 변형 및 파괴가 있었음을 알 수 있었으며, 유산발효 쌀가루는 약간의 변형과 내부 입자 크기의 소폭 감소는 있었으나 어느 정도 규칙성은 유지하고 있는 것으로 보여졌다.

3. 분자량 및 분자 크기

다각광 산란검출기를 사용하여 쌀가루의 분자량 및 분자크기를 측정된 결과는 Table 2에서와 같다. 대조구에 비하여 모든 처리구에서 분자량과 분자 크기는 전반적으로 감소하였으며, 유산발효 쌀가루는 수침 발효 쌀가루에 비하여 감소 정도가 작았다.

Table 2. Comparison of molar mass and molar size among rice flours after treated with soaking or lactic acid fermentation

Treatment	Molar mass ($\times 10^7$ g/mol)	Molar size (radius granul (nm))
Control	11.54	167.9
Soaking ferment. 37°C, 2 days	6.59	132.4
Lactic acid ferment. 37°C, 2 days	9.04	157.7

4. 색도 및 백도

발효처리에 따른 쌀가루의 색도와 백도는 Table 3에서와 같이 명도를 나타내는 L값은 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 적색도를 나타내

는 a값은 수침발효 4시간 처리한 쌀로 제조한 쌀가루가 다른 처리에 비하여 높은 값인 -0.17을 나타냈으나 실온수침 2일 처리 쌀은 -0.34로 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 유산발효 2일이나 3일 처리 쌀가루는 각각 -0.31, -0.30로 2일간 실온 수침 쌀 보다 약간 낮은 값을 나타냈으나 대조구와는 유의적인 차이가 없었다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구의 3.90에 비하여 수침발효 4시간 처리가 3.14로 감소하였으며, 수침발효 2일 처리는 2.65로 감소하였다. 유산발효 쌀가루의 황색도는 수침발효 쌀가루 보다 큰 폭으로 감소하여 유산발효 2일과 유산발효 3일 처리는 각각 2.55와 2.51로 차이가 없었다. 쌀가루의 황색도 b값이 낮을수록 백도는 높아지는 경향이였으며 유산발효 쌀가루는 발효기간이 길수록 색도 b값이 감소하는 반면 백도는 증가하였다. 김형열 등 (1999)은 수침시간에 따른 쌀가루의 명도와 백도는 수침 시간이 경과함에 따라 증가하여 수침 10시간부터 최고치를 나타내 수침 16시간까지는 거의 같은 수준이었으나, 수침 17시간 이후부터는 감소하는 경향이였다고 보고하였는데 본 실험의 결과에서 명도를 나타내는 L값은 처리간에 유의

Table 3. Color and whiteness value of rice flours after treated with soaking or lactic acid fermentation

Treatments	L	a	b	Whiteness
Control	94.7	-0.32±0.02 ^{bc}	3.90±0.07 ^a	73.3±0.17 ^c
Soaking ferment. room temp. 4hr.	94.8	-0.17±0.02 ^a	3.14±0.03 ^b	90.8±0.15 ^d
Soaking ferment. room temp. 2days	94.6	-0.34±0.01 ^c	2.65±0.03 ^c	92.4±0.23 ^c
Lactic acid ferment. 37°C, 2days	95.0	-0.31±0.01 ^b	2.55±0.02 ^d	93.6±0.06 ^b
Lactic acid ferment. 37°C, 3days	94.9	-0.30±0.01 ^b	2.51±0.03 ^d	94.1±0.06 ^a

1) Values are means±SD.

2) Means in a column followed by different superscripts are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

적인 차이가 없었으나 백도는 증가하는 경향으로 위의 보고와 차이가 있었다.

5. 호화 특성

수침 발효하거나 유산발효 처리한 쌀로 제조한 쌀가루의 발효기간에 따른 아밀로그램 특성은 Table 4에서와 같다. 실온에서 수침발효하거나 37℃에서 유산발효한 쌀의 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 치반점도, 응집점도와 최고점도에 대한 최저점도 비율을 나타내는 H/P ratio는 대조구에 비하여 감소하였다. 실온에서 수침 발효한 쌀의 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 치반점도, 응집점도 및 H/P ratio는 발효 2일까지는 감소하다가 발효 3일째에는 약간 증가하였고, 37℃에서 3일간 유산발효한 쌀은 치반점도를 제외한 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 응집점도에서 2일간 유산 발효 처리한 쌀에 비하여 감소하였다. 호화 개시 온도는 모든 처리간에 차이가 없이 68.1~68.2℃를 나타냈는데 김성곤과 방정범(1996)은 쌀의 수침 온도는 대조구보다 낮았으며, 수침 온도 7℃에 비하여 15℃, 20℃, 30℃에서 감소하였다고 하여 본 시험결과와 차이가 있었다. 2일간 발효 후는 수침 발효에 비

하여 유산 발효 쌀가루의 경우 치반점도는 감소한 반면 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 응집점도가 높았으나 3일간 발효 후에는 유산발효 쌀가루가 실온 수침발효 쌀가루에 비하여 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 치반점도, 응집점도 모두 감소하였다. 이영택 등(2004)의 연구에 의하면 40℃에서 수침한 쌀 전분의 최고점도는 증가하고 호화개시 온도가 감소한 반면 50℃와 60℃에서는 최고점도와 강하점도가 감소하였다. 호화개시온도와 최종점도가 증가하여 치반점도값이 높게 나타났다고 하였는데 본 실험에서 37℃로 처리한 결과 호화개시 온도는 처리간에 차이가 없었으며 최고점도는 감소하여 다른 경향을 나타냈다. 특히 치반점도가 감소할수록 노화가 지연되며 가공적성의 향상에 도움이 된다는 사실로 볼 때, 유산 발효 쌀가루를 이용할 경우 품질향상에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

6. 입도 분포

쌀을 발효시켜 제조한 쌀가루를 100mesh체와 150mesh체로 쳐서 통과한 쌀가루의 비율을 조사한 결과 Table 5에서와 같이 나타났다. 유산 발효 쌀가루가 수침 발효 쌀가루에 비하여 100mesh와

Table 4. Amylograms of rice flours after treated with soaking or lactic acid fermentation using RVA

Treatments	Viscosity(RVU)							Pasting temp. (°C)
	Peak viscosity (P)	Trough viscosity (H)	Final viscosity (F)	Break down (P-H)	Setback (F-P)	Consistency (F-H)	H/P ratio	
Control	280±1.00 ^a	175±5.13 ^a	293±5.13 ^a	105±5.85 ^a	12.7±5.50 ^a	117±2.30 ^a	0.63±0.02 ^a	68.1
Soaking ferment. room temp. 1day	231±1.73 ^b	138±3.06 ^b	236±4.04 ^b	93±1.52 ^b	4.7±2.30 ^b	97±1.52 ^b	0.60±0.01 ^{ab}	68.1
Soaking ferment. room temp. 2days	173±2.00 ^c	101±7.37 ^d	168±7.93 ^d	72±5.50 ^c	-5.0±6.08 ^d	67±0.57 ^c	0.58±0.03 ^b	68.2
Soaking ferment. room temp. 3days	181±1.53 ^d	111±2.51 ^c	187±2.88 ^c	70±3.46 ^{cd}	6.7±4.16 ^{ab}	77±1.15 ^d	0.61±0.02 ^{ab}	68.1
Lactic acid ferment. 37℃, 2days	222±1.73 ^c	111±2.08 ^c	191±1.00 ^c	111±1.52 ^a	-31.0±1.00 ^e	80±1.15 ^c	0.50±0.01 ^c	68.1
Lactic acid ferment. 37℃, 3days	130±2.64 ^f	66±1.73 ^e	113±2.08 ^e	64±2.64 ^d	-16.3±2.88 ^d	47±0.57 ^f	0.51±0.01 ^c	68.2

1) Values are means±SD.

2) Means in a column followed by different superscripts are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

Table 5. Ratio of rice flours passed by sieve pore and moisture contents of rice flours after treated with soaking or lactic acid fermentation (Unit : %)

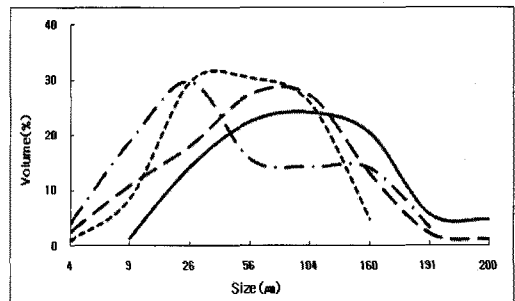
Treatments	Sieve pore size		Moisture contents
	100mesh	150mesh	
Soaking ferment. at room temp. for 4hr.	81.9±0.30 ^f	74.6±0.10 ^d	28.1
Soaking ferment. at room temp. for 2days	83.4±0.37 ^d	75.0±0.13 ^d	30.0
Soaking ferment. at 37°C for 2days	84.8±0.67 ^c	76.4±0.44 ^c	30.7
Lactic acid ferment. at 37°C for 2days	89.5±0.39 ^b	79.9±0.31 ^b	29.4
Lactic acid ferment. at 37°C for 3days	96.4±0.23 ^a	90.8±0.12 ^a	29.8

- 1) Values are means±SD.
- 2) Means in a column followed by different supercripts are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

150mesh를 통과한 쌀가루의 비율이 많았다. 37°C에서 2일간 유산발효 과정을 거쳐 제조된 쌀가루의 100mesh체와 150mesh체를 통과한 쌀가루의 비율은 37°C에서 2일간 수침발효 처리한 쌀가루에 비하여 각각 4.7%, 3.5% 더 많았다. 37°C에서 3일간 유산발효 쌀가루가 37°C에서 2일간 유산발효 쌀가루에 비하여 100mesh체와 150mesh체를 통과한 쌀가루가 각각 6.7%, 10.9% 더 많았다. 따라서 유산발효에 의하여 쌀가루의 작은 입자 비율이 높아진 것을 알 수 있었는데 이미경 등(2004)의 연구에 의하면 수침시간이 증가할수록 멥쌀가루 입자의 크기가 작아졌다고 하였다. 이용환 등(2001)은 찰쌀을 3, 7일 동안 수침하였을 때 수침 기간이 길어질수록 찰쌀가루의 평균 입자 크기가 감소하였다고 하였다. 김상숙과 김영진(1995)은 건식 제분한 쌀가루보다 습식 제분한 쌀가루가 더 미세한 분포를 가지며 쌀의 수분함량이 25% 이상일 때 평균 입자 크기가 현저하게 감소한다고 하였다. 찰쌀의 수침 중 수분흡수량이 증가할 때 쌀의 경도는 감소하고, 쌀 낱알 내부로 수분이 확산되어지는 수분량이 증가하여 쌀

전분 입자의 결합을 약화시키고 경도를 감소시키므로 쌀을 제분할 때 쉽게 가루화 될 수 있어 수침시간이 길어질수록 멥쌀가루 입자의 크기가 작아지는 것으로 생각된다고 하였는데(이미경 등 2004), 유산발효 과정 중 미생물이 생성하는 효소에 의하여 전분이나 단백질 등이 분해되고, 단단한 조직의 결합이 약화되고 연화되어 제분에 용이하여 작은 입자가 많은 것으로 판단된다. 발효 과정을 거쳐 제조한 쌀가루의 수분함량은 28.1~30.7% 사이로 4시간 실온수침 쌀가루가 28.1%로 다른 처리보다 약간 낮았으며 그 외의 수침발효 처리나 유산발효 처리한 쌀가루의 수분함량은 29.4~30.7%로 처리간에 차이가 없었다.

발효과정을 거쳐 제조한 쌀가루를 100mesh체를 통과시켜 쌀가루의 입도분포를 분석해 본 결과 Fig. 2에서와 같았다. 160µm이하와 104µm이하에 분포한 비율은 4시간 실온 수침발효에서 82.1%, 77.2%, 37°C의 2일간 수침발효에서 96.5%, 83.5%, 37°C의 2일간 유산발효에서는 96.7%, 82.7%, 37°C에서 3일간 유산 발효구는 100%, 95.3%를 나타내었다. 이와 같이 유산발효한 쌀가루가 수침발효 쌀가루에 비하여 작은 입자의 분포가 높았으며 37°C에서 2일간 수침발효와 37°C에서 2일간 유산발효구의 160µm이하와 104µm이하에 분포한 비율은 큰 차이는 없었다. 입도분포 측정기를 이용한 쌀가루의 입도분석 결과 100mesh체를 통과



- : soaking for 4hr., --- : soaking at 37°C for 2 days
- ... : lactic acid ferment. at 37°C for 2 days
- · - : lactic acid ferment. at 37°C for 3 days

Fig. 2. Particle size distributions of rice flours passed by 100 mesh sieve after treated with soaking or lactic acid fermentation.

한 쌀가루라도 기기 분석과정 중의 바람 등에 의해 3일간 유산발효 쌀가루를 제외한 처리에서 160 μ m크기 이상의 쌀가루가 소량 존재하였다. 이상과 같이 유산균에 의한 발효과정을 거쳐 제조한 쌀가루의 입도분포는 수침 쌀가루에 비하여 입자크기가 고운 쌀가루 함량이 많았는데 이러한 현상은 유산균에 의해 생산된 protease, amylase 등의 단백질분해효소와 전분분해 효소의 작용에 의하여 쌀의 단백질과 전분이 분해되어 쌀가루 제분이 용이하게 되었기 때문이라고 생각된다. 이용환 등(2001)의 연구에서 수침 중 미생물에 의해 생산된 amylase 등의 전분 분해효소의 작용에 의해 쌀 전분의 손상도가 증가하고 입자의 크기도 감소한다는 유사한 결과를 보고하였다. 한편, 37 $^{\circ}$ C에서 2~3일간 유산 발효한 쌀은 양호한 냄새를 지닌 반면에 실온에서 2일간 수침 발효한 쌀은 다양한 균에 의한 발효로 인하여 불쾌한 냄새가 발생하였다.

IV. 결론

쌀에 유산균을 발효시켜 제조한 유산 발효 쌀가루의 이화학적특성을 검토하였다. 조단백질 함량은 3일 유산 발효 쌀이 4.93%, 2일 유산 발효 쌀이 5.71%, 실온 2일 수침 쌀이 7.25%로 수침 쌀에 비하여 유산 발효 쌀의 단백질이 더 많이 제거되었으며, 2일 유산 발효 쌀에 비하여 3일 유산 발효 쌀의 단백질 제거율이 높았다. 주사전자현미경에 의한 유산 발효 쌀가루의 내부 구조는 약간의 변형과 입자크기의 소폭 감소는 있었으나 규칙성을 유지하는 특성이 있었고, 다각광 산란검출기를 이용한 분자량 및 분자크기는 대조구에 비하여 37 $^{\circ}$ C에서, 2일간 수침처리구나 유산발효 처리구가 감소하였다. 호화 특성은 실온에서 수침 발효하거나 37 $^{\circ}$ C에서 유산 발효한 쌀가루가 호화개시 온도를 제외한 항목에서 대조구에 비하여 감소하였으며 3일 유산 발효 쌀은 2일 유산발효 쌀에 비하여 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도, 응집점도가 감소하였다. 37 $^{\circ}$ C에서 2일간 유산 발효구가 37 $^{\circ}$ C에서 2일간 수침 발효구에 비하여 100 mesh체와 150 mesh체를 통과한 쌀가

루의 비율이 각각 4.7%, 3.5% 많았으며 3일 유산 발효 쌀가루는 2일간 유산 발효에 비하여 각각 7.0%, 10.9% 더 많아 유산 발효 처리 쌀가루의 입도 분포는 수침 발효 쌀가루에 비하여 고운 입자 분포가 높았다. 이상의 결과와 같이 유산 발효 쌀가루는 단백질 제거 효과가 높고 치반 점도가 낮았으며, 고운 입자의 증가로 노화 지연 효과 및 가공 적성 개선에 효과가 있을 것으로 판단되었다.

참고문헌

- 김상범(2006) 발효기법을 활용한 쌀가루 제조 및 이 용기술 개발. 농업과학기술원 시험연구사업보고서 농촌자원개발연구. 371-393.
- 김상숙·김영진(1995) 벼의 수분함량이 쌀가루 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 27(5), 690-696.
- 김성곤·방정범(1996) 수침이 맷쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지 28(6), 1026-1032.
- 김형열·이병영·최증경·함승시(1999) 쌀의 수침 시간별 제분 및 쌀가루의 특성. 한국식품저장유통학회지 6(1), 71-75.
- 박광희(2009) 쌀 가공산업 활성화 본격 추진. 농촌여성신문 129, 1.
- 이미경·김정옥·신말식(2004) 수침시간과 입자크기가 다른 맷쌀가루의 특성. 한국식품과학회지 36(2), 268-275.
- 이영택·유문식·이보람·박종현·장학길(2004) Annealing 수침처리에 따른 습식제분 쌀가루의 전분특성. 한국식품과학회지 36(3), 393-397.
- 이용환·금준석·구경형·전향숙·김우정(2001) 찹쌀의 수침 중 이화학적 특성변화와 유과의 품질 특성. 한국식품과학회지 33(6), 737-744.
- 윤홍선(2010) 농식품 산업정책 및 R&D 연계 방안 토론회. 농촌진흥청 국립농업과학원 187-212.
- AOAC(1990) Food Composition ; Additives ; Natural Contaminants. Official Methods of Analysis 15th ed. 2, 781-782.
- Science Daily(2010) New and Improved Gluten-Free Foods Developed for Patients With Celiac Disease. www.sciencedaily.com/releases/2010/05/100505091929.htm.