

취반 방법과 도정정도에 따른 멥쌀과 찰쌀의 난소화성 전분 함량 변화

이 영 은[†]

원광대학교 생활과학부 식품영양학전공

Effect of Cooking Methods and Degree of Milling on the Enzyme-Resistant Starch Content of Nonwaxy and Waxy Rice

Young-Eun Lee[†]

Major in Food and Nutrition, Wonkwang University

Abstract

The effects of cooking methods on the total dietary fiber(TDF) and enzyme-resistant starch(RS) contents of nonwaxy and waxy milled and brown rices were investigated. The TDF contents of raw rices were 3.77% for nonwaxy brown, 3.41% for waxy brown, 1.37% for nonwaxy milled and 1.14% for waxy milled rices. The TDF contents were higher in brown rices than milled ones and slightly higher in nonwaxy than waxy ones. However, there were no significant differences among raw and cooked rices with automatic electric cooker and automatic pressure cooker. The TDF contents of cooked rices did not show any increase, but that of waxy milled ones rather slightly decreased by cooking. The RS contents analysed were not significantly different between automatic electric cooking and automatic pressure cooking. The RS contents of cooked rices were 0.05~0.06% for nonwaxy milled, 0.09~0.12% for nonwaxy brown, 0.07~0.08% for waxy milled, 0.11~0.13% for waxy brown, which showed higher RS content in brown than milled ones, and in waxy than nonwaxy ones. The ratios of RS/TDF were 4.1~4.2% for nonwaxy milled, 2.8% for nonwaxy brown, 7.5~8.9% for waxy milled, 3.6~3.7% for waxy brown, which showed that the higher the TDF contents, the less the contribution of RS to the TDF.

Key words : enzyme-resistant starch, total dietary fiber, cooking method, degree of milling

[†] Corresponding author : Major in Food and Nutrition, Wonkwang University
344-2 Sinyong-dong, Iksan, 570-749, Korea
Tel : 063-850-6896, Fax : 063-850-7301
E-mail : yelee@wonkwang.ac.kr

I. 서론

전분은 곡류 및 서류의 80% 이상을 차지하는 구성 성분이며 인간이 섭취하는 식품의 대부분을 차지하는 중요한 식량자원이다. 오랫동안 전분은 인간의 소장에서 전분분해 효소들에 의해 완전히 소화 흡수되어진다고 생각되어왔다. 그러나 최근에는 전분의 크기, 아밀로오스/아밀로펙틴의 비, 전분-단백질 상호작용, 아밀로오스-지질 복합체 등에 영향을 미치는 전분의 종류, 전분의 호화도와 노화 전분의 함량에 영향을 미치는 가공공정 조건 및 저장조건 등에 따라 전분의 소화율이 완전하지 않으며, 총식이섬유 중 불용성식이섬유로 측정되어 지는 난소화성 전분(Enzyme-Resistant Starch, RS)이 존재한다는 것이 밝혀지게 되었다 (Anderson 등 1981: Englysts 등 1987: Sievert & Pomeranz 1989).

Englysts 등(1992)은 전분을 소화성에 따라 쉽게 소화되는 전분, 천천히 소화되는 전분, 난소화성 전분으로 분류하였으며, Eerlingen & Delcour(1995)는 난소화성 전분을 4가지 유형으로 더 세분하였다. 도정이 덜된 곡류, 종자 및 두류 등 식품의 식물 세포 속에 갇혀있어 이용 불가능한 전분(Type I), 조리되지 않은 상태의 생감자나 바나나의 천연 전분 입자(Type II), 전분을 습열가열처리(heat-moisture treatments)한 후 형성되거나 또는 전분이 호화되었다 냉각되면 존재하는 노화된 전분(Type III)과 화학적 또는 열적 변성에 의해 형성되는 난소화성 전분(Type IV) 등으로 나누었다.

난소화성 전분의 물리화학적 특성(Russel 등 1989: Sievert & Pomerantz 1989: Sievert & Pomerantz 1990: Sievert 등 1991), 소화성 및 영양학적 가치 (Englyst 등 1986: Berry 1986: Ring 등 1988)에 대한 여러 연구들이 행하여졌는데, 그 결과 주로 가공 공정 중 재결정화된 아밀로오스가 Type III 난소화성 전분의 형성에 관여하는 것으로 생각되어진다. 이러한 재결정화 과정에 영향을 주어 Type III 난소화성 전분 형성에 관여하는 요인들에 대한 연구는 물과 아밀로오스 함량(Szczodrak & Pomerantz 1991) 이외에도 고압가열 처리(autoclaving) 온도, 열처리 후 저장 온도 및 시간(Eerlingen 등 1993), 아밀로오스 사슬 길이

(Eerlingen 등 1993), 전분 내 지방 함량(Czuchajowska 등 1991: Szczodrak & Pomerantz 1992: Eerlingen 등 1994) 등에 대한 연구들이 있다. 고아밀로오스 전분을 고압가열 처리와 냉각 과정을 반복하여 처리할 경우 다른 전분에 비해 난소화성 전분의 수율이 높는데, 이는 난소화성 전분의 수율과 아밀로오스 함량 사이의 양의 상관관계가 있음을 말해주고 있다.

이외에도 식품의 제조과정(Kingman & Englyst 1994)이나 가정조리 방법(Theid 1995)에 따른 난소화성 전분 함량의 변화를 측정하기 위한 시도가 행하여졌다. 곡류, 두류 및 감자류 등의 조리 가공 식품의 난소화성 전분의 함량은 적은 편이며, 많아야 3% 정도에 달하는 것으로 보고 되어졌다(Englyst 등 1983). 밀가루로 만든 식빵은 굽는 온도와 시간, 재료 배합 비율에 따라 0.3~1.0%의 난소화성 전분을 함유하였다 (Eerlingen 등 1994).

본 논문에서는 아밀로오스 함량과 도정정도가 다른 멥쌀과 찰쌀 백미와 현미를 각각 전기밥솥과 압력밥솥에서 취반하였을 때 난소화성 전분 함량의 변화 양상을 조사하여 한국인의 식사에서 가장 비중이 큰 전분 식품인 쌀의식이섬유에 대한 기여도와 난소화성 전분의식이섬유로써의 비중을 알아보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

전라북도 익산 농협에서 일반계 멥쌀과 찰쌀을 구입하여 현지 정미소에서 10분도 백미와 현미로 도정하여 냉장 보관하며 사용하였다. 쌀시료는 Wiley Laboratory Mill No.4로 마쇄하여 35 mesh 표준망체(opening size 50 μ m)로 쳐서 polyethylene 병에 담아 밀봉한 후 냉동고(-17~-20 $^{\circ}$ C)에 보관하며 사용하였다.

2. 밥시료의 제조

각 시료에 대한 수침 시간과 가수량 등의 취반조건은 Table 1과 같다. 수침 시간은 김명환(1992)의 연구 결과를 토대로 예비 실험을 통해 최대흡수량에 이르러

쌀 낱알 내의 수분이 평형상태를 유지하는 시간 까지로 결정하였다. 가수량은 민봉기 등(1992)의 연구에 의한 멥쌀 백미의 경우 전기밥솥 취반 시 최적가수율에 근거하여 예비 실험을 하여 결정하였다. 취반 후 밥의 수분 함량은 전기밥솥 취반 시에는 아밀로오스 함량에 관계없이 백미는 62.2~62.7%, 현미는 55.2~56.7% 정도였으며, 압력밥솥 취반 시에는 도정정도와 아밀로오스 함량에 관계없이 55.4~58.7% 정도였다. 멥쌀 백미 취반 시 가장 맛있는 밥의 함수율은 65% 전후라고 알려져있다(금준석 등 1995).

전기자동밥솥 : 쌀 600g을 3번 수세하고 물을 부어 20°C에서 수침한 후 취반하였다. 전기밥솥(DRJ-3092 800W, 대원전기)에서 자동 소화되면 바로 뒤섞어 준 후 30분간 뜸을 들였다.

압력자동밥솥 : 쌀을 수세한 후 압력밥솥(DWR-201M, 1050W, 1kg/cm², 대원전기)의 사용설명서에 정해진 가수량에 따라 물을 부은 후 침수하지 않고 바로 취반하여 자동 소화되면 위와 동일하게 처리하였다.

알맞게 지어진 밥을 중앙 부위 만 떠서 -50°C에서 급속 냉각한 후 냉동 건조시킨 시료를 쌀시료와 같은 방법으로 분말화하여 보관하며 실험에 사용하였다.

3. 일반성분

수분, 조지방, 조단백, 회분 함량은 AOAC 방법(1990)에 준하여 분석하였고 아밀로오스 함량은

Juliano(1981)의 방법에 따라 620nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다.

4. 총식이섬유

총식이섬유(Total Dietary Fiber, TDF) 함량은 AOAC(1990) Prosky의 효소중량법에 따라 측정하였다.

냉동건조 분말 시료를 한 시료 당 4개씩 각각 1g씩 정확히 재어 500mL 비이커에 넣었다. 0.08M pH 6.0 인산완충용액 50mL와 α-amylase(Sigma A3306) 0.10mL를 넣고 항온수조에서 5분 간격으로 흔들어주면서 95°C 15분간 유지하며 반응시켰다. 이 용액을 실온으로 냉각시킨 후 0.275N NaOH 10mL를 가하여 pH 7.5±0.2로 조정하고 사용 전에 바로 pH 6.0 인산완충용액에 분산시킨 protease 용액(Sigma P3910, 50mg/mL) 0.1mL를 가한다. 항온수조에서 흔들어주며 60°C에서 30분간 반응시키고 실온으로 냉각시킨 후 0.325M HCl 10mL를 가하여 pH 4.0~4.6으로 조절하고 amyloglucosidase (Sigma A9913) 0.3mL를 가한다. 다시 항온수조에서 흔들어주며 60°C에서 30분간 반응시키고 95% 에탄올 280mL를 가한 후 침전이 가라앉도록 실온에서 하룻밤 방치하였다. 미리 무게를 재어 둔 1G3 여과용 유리 도가니에 Celite 545 0.5g을 넣고 가라앉게 하였다. 여기에 효소 처리하여 분해되지 않고 남은 침전물을 흡인 여과하고 78% 에탄올 20mL로

Table 1. Cooking Conditions of the Rice Samples

Cooking Methods	Rice Samples	Soaking Time(hr)	Water Absorption during Soaking(%)	Water to Rice Ratio(w/w)	Moisture Content of Cooked Rice(%)
Automatic Electric Cooker	Nonwaxy				
	Milled	1	24.4	1.5	62.2
	Brown	3	19.7	1.7	56.7
	Waxy				
	Milled	12	36.9	1.1	62.7
	Brown	12	37.9	1.15	55.2
Automatic Pressure Cooker	Nonwaxy				
	Milled	0	11.8	1.35	58.5
	Brown	0	8.1	1.5	54.0
	Waxy				
	Milled	0	6.4	1.2	55.8
	Brown	0	2.5	1.25	58.7

3번, 95% 에탄올 10mL로 2번, 아세톤 10mL로 2번 씻어주었다. 잔사가 남아있는 도가니를 105°C 전기오븐에서 하룻밤 건조시키고 테시케이터에서 방냉시킨 후 0.1mg 까지 무게를 재었다. 여기에서 도가니와 Celite의 무게를 빼어 잔사의 무게를 구하였다.

2개의 시료는 AOAC Kjeldahl 방법에 따라 단백질을 정량하였으며, 질소계수는 5.95를 사용하였다. 나머지 2개 시료는 525°C에서 5시간 회화시켜 회분 함량을 측정하였다. 시료를 첨가하지 않고 위의 모든 과정을 거쳐 바탕실험을 하였다.

총식이섬유(TDF) 함량은 다음과 같이 계산하였으며 실제 섭취하는 상태(As-is basis)와 건물 기준(Dry matter basis)으로 환산하였다.

$$\text{Blank(B)} = \text{BR-BP-BA}$$

$$\text{TDF(\%, as-is)} = (\text{R-P-A-B}) / \text{W} \times 100$$

$$\text{TDF(\%, d.m.)} = \text{TDF(\%, as-is)} \times 100 / (100 - \text{mc.})$$

여기에서 R은 시료에 대한 효소처리 후 잔사의 무게, P는 단백질 함량, A는 회분 함량이며, B는 바탕실험에 의한 함량들이고 W는 시료의 무게, mc.는 시료의 수분 함량이다.

5. 난소화성 전분

난소화성 전분 함량은 Englysts 등(1992)의 방법을 수정하여 사용하였다. 800 mg의 냉동 건조 시료에 pepsin 용액(Sigma P6887, 0.75 mg/mL 0.05M HCl) 10.0 mL를 가하고 37°C 항온수조에서 30분간 흔들어주었다. 여기에 0.25M Sodium acetate 용액 10.0 mL를 가하고 pancreatin(Sigma P1625)과 amyloglucosidase (AMG, Sigma A9913) 혼합액 17.4 mL를 가하고 37°C 항온수조에서 120분간 흔들어주었다. Pancreatin (75 mg/mL) 수용액 10.0 mL를 10분간 vortexing하여 1,500 xg로 10분간 원심분리한 후 50 mL 용기에 7.0 mL의 상청액을 옮기고 AMG용액 174μL를 가하고 증류수를 첨가하여 17.4 mL pancreatin 과 amyloglucosidase 혼합액을 제조한다. 대조구(20.0 mL sodium acetate 완충용액, 0.1M, pH 5.2)와 2개의 표준 용액(5.0 mg 포도당을 함유한 20.0 mL sodium

acetate 완충용액))을 똑같은 조건 하에서 보온하여준다. 효소처리액 5.0 mL를 66% 에탄올 20.0 mL에 가하고 잘 섞어준 후, 원심분리(1,500 xg, 5분)하여 상청액에서 포도당 함량을 측정하였다(G₁₂₀). 나머지 효소처리액을 잘 섞은 후 100°C 항온수조에서 30분간 끓였다. Vortex mixer로 잘 섞은 후 얼음물로 냉각시키고 7.0M KOH용액 10.0 mL를 가하고 0°C에서 30분간 식혔다. 50 mL용기에 냉각시킨 수용액 5.0 mL를 옮기고 0.5M 아세트산용액 10.0 mL과 AMG수용액(12 μL AMG/mL d-H₂O) 200 μL를 첨가하고 70°C 항온수조에서 30분간 보온하고 연속하여 100°C 항온수조에서 10분간 끓인 후 실온으로 냉각시켰다. 이것을 잘 섞은 후 원심분리(1,500 xg, 5분)하여 상청액으로 부터 포도당 함량을 측정하였다(G_{tot}).

포도당 함량을 페놀-황산법(Dubois 등 1956)에 따라 상청액 2 mL에 5% 페놀 1 mL와 진한 황산 5 mL를 재빨리 가하고 10분간 방치한 후 25~30°C에서 10~20분간 흔들어 준 다음 490 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다.

난소화성 전분 함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\% \text{ Glucose} = \frac{\text{At} \times \text{Vt} \times \text{C}}{\text{As} \times \text{Wt}} \times 100$$

$$\text{RS} = (\text{G}_{\text{tot}} - \text{G}_{120}) \times 0.9$$

여기에서 At는 시료 용액의 490nm에서의 흡광도, Vt는 시료 용액의 총부피(G₁₂₀ 계산 시에는 25.0 mL: G_{tot} 계산 시에는 40.2 mL), C는 표준용액의 포도당 농도(G₁₂₀ 계산 시에는 0.2000 mg/mL: G_{tot} 계산 시에는 0.1244 mg/mL), As는 표준 용액의 490nm에서의 흡광도, Wt는 시료의 무게(mg)이다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

시료 멧쌀과 찹쌀의 일반성분 및 아밀로오스 함량은 Table 2에 요약하여 나타내었다. 도정이 덜 된 현미가 백미에 비해 단백질, 지질 및 회분 함량이 높았

으며, 찰쌀이 멥쌀에 비해 단백질 함량이 약간 높았다. 이는 다른 연구들(금준석 등 1995: 김창순 1996)의 보고와 일치하였다. 아밀로오스 함량은 멥쌀의 경우는 다른 연구(금준석 등 1995: 김창순 1996: Kim & Kim 1993)와 비슷한 17.9%였으나, 찰쌀의 경우는 4.6%로 예상보다 높았으나 이와 비슷한 값이 다른 연구들(김창순 1996: Bean 등 1894)에서도 보고된 바 있다.

2. 총식이섬유

총식이섬유 함량(Total Dietary Fiber)은 Table 3과 같다. 멥쌀이 찰쌀에 비해 약간 높았으며, 현미가 백미에 비해 높은 편으로 멥쌀 백미가 건물중당 1.37, 멥쌀 현미 3.77, 찰쌀 백미 1.14, 찰쌀 현미 3.41%였다. 멥쌀 백미와 현미의 총식이섬유 함량은 이경숙, 이서래 (1993)(1.33, 3.77%)와 김 등(1993)(1.36, 3.48%)의 연구에서와 비슷한 값을 보였으며, Hwang 등

(1995)(1.10, 3.16%)의 연구보다는 높은 값을 보였다. 취반 후 총식이섬유 함량은 전기 밥솥에 지은 밥은 찰쌀 백미 이외에는 증가하는 경향을 보였으며, 압력 밥솥에 지은 밥은 찰쌀 현미 이외에는 감소하는 경향을 보였으나, 찰쌀 백미를 제외하고는 취반방법에 의한 총식이섬유 함량에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 가열처리에 의해 Maillard반응 생성물과 tannin이 식이섬유 분석 중 lignin 값에 포함되거나 (Matthee & Appledorf 1990) 효소에 의해 분해 되지 않는 난소화성 전분이 생성되고 불용성 식이섬유로 측정되므로(Englyst 등 1983) 가열에 의한 식이섬유 함량의 증가 원인이 된다고 하였으나 쌀의 일반적인 취반방법인 전기밥솥과 압력밥솥을 이용한 조건 하에서는 식이섬유 함량의 증가는 없었다. 오히려 찰쌀 백미는 취반 후 총식이섬유 함량이 감소하였는데 Varo 등 (1984)은 수용성인 비셀룰로스성 다당류(noncellulosic polysaccharides)가 가수분해되고 불용성 식이섬유의 일부가 용해되므로 감자와 토마토의 가열조리시 식이

Table 2. The Proximate Composition and Amylose Content of Rice Samples (%)

Rice Samples	Moisture	Lipids	Protein ^a	Ash	Carbohydrates	Amylose
Nonwaxy						
Milled	15.5	1.0	6.1	0.5	76.9	17.9
Brown	13.8	2.4	6.8	1.4	75.6	
Waxy						
Milled	15.1	0.8	6.7	0.5	76.9	4.6
Brown	14.4	2.2	7.3	1.2	74.9	

^a% Protein = % N X 5.95

Table 3. Total Dietary Fiber Contents of Raw and Cooked Rices (%)

Rice Samples	Raw		Cooked			
	Dry matter	As-is	Automatic Electric Cooker		Automatic Pressure Cooker	
			Dry matter	As-is	Dry matter	As-is
Nonwaxy						
Milled	1.37±0.02 ^a	1.16±0.02	1.45±0.05 ^a	1.37±0.04	1.20±0.08 ^a	1.16±0.07
Brown	3.77±0.10 ^{a,b}	3.24±0.09	4.25±0.06 ^b	4.12±0.05	3.27±0.06 ^a	3.15±0.05
Waxy						
Milled	1.14±0.06 ^a	0.97±0.05	0.93±0.03 ^b	0.89±0.03	0.90±0.05 ^b	0.88±0.04
Brown	3.41±0.08 ^a	2.92±0.07	3.53±0.10 ^a	3.40±0.08	3.64±0.09 ^a	3.52±0.06

Mean ± Standard error

^{a,b} : same letters within a row are not significantly different by the Tukey's multiple comparison test (α = 0.05)

섬유 함량이 감소하였다고 하였다. 우리나라 국민의 경우 상당량의 식이섬유를 곡류로부터 섭취하므로, 실제로 가열 조리한 후 섭취하는 곡류의 경우 생식료품 상태에서 식이섬유 함량을 측정하는 것보다 가열 조리 후 측정하는 것이 더 의미가 있겠으나, 이러한 자료는 거의 없는 실정이다.

3. 난소화성 전분

아밀로오스 함량과 도정정도가 다른 쌀들의 취반 후 난소화성 전분(Enzyme-resistant Starch, RS) 함량은 Table 4와 같다. 취반방법에 따른 유의적인 차이는 없었으나, 멥쌀 백미가 0.05~0.06, 멥쌀 현미 0.09~0.12, 찰쌀 백미 0.07~0.08, 찰쌀 현미 0.11~0.13%로 멥쌀이 찰쌀에 비해 백미가 현미에 비해 난소화성 전분 함량이 더 적었다. 막 지은 밥에 함유된 난소화성 전분은 취반하는 동안 완전히 호화되지 못하고 남아있던 천연전분(Type II)이 주가 될 것이다. 따라서 밥의 난소화성 전분 함량은 호화도에 반비례할 것이다. 난소화성 전분 함량으로 미루어 볼 때 멥쌀이 찰쌀에 비해 백미가 현미에 비해 더 호화도가 높은 편이었다.

곡류, 두류 및 감자류 등의 조리 가공 식품의 난소화성 전분의 함량은 적은 편이며(Englyst 등 1983), 밀가루로 만든 식빵은 굽는 온도와 시간, 재료 배합 비율에 따라 0.3~1.0%의 난소화성 전분을 함유하였다(Eerlingen 등 1994). 쌀은 밀가루에 비해 단백질 함량도 적고, 취반시 완전 호화가 가능하도록 충분한 양의 물을 함유하며 호화를 방해할 다른 재료의 첨가도 없으므로 식빵에 비해 난소화성 전분 함량이 매우 적

었다.

취반방법, 아밀로오스 함량과 도정정도에 의한 총식이섬유 함량에 대한 난소화성 전분의 기여도는 함유된 총식이섬유 함량이 클수록 적었으며, 멥쌀보다는 찰쌀이, 현미보다는 백미가 더 컸다. 취반방법에는 관계없이 멥쌀 백미는 4.1~4.2, 멥쌀 현미 2.8, 찰쌀 백미 7.5~8.9, 찰쌀 현미는 3.6~3.7%정도 이었다.

IV. 요약 및 결론

취반 방법과 도정 정도를 달리하여 멥쌀과 찰쌀의 총식이섬유 함량과 난소화성 전분 함량의 변화를 조사하였다. 찰쌀이 멥쌀에 비해 단백질 함량이 약간 높았으며, 도정이 덜 된 현미가 백미에 비해 단백질, 지질 및 회분 함량이 높았다. 아밀로오스 함량은 멥쌀 17.9%, 찰쌀 4.6%이었다.

총식이섬유 함량(Total Dietary Fiber)은 멥쌀이 찰쌀에 비해 약간 높았으며, 현미가 백미에 비해 높은 편으로 멥쌀 현미가 건물중당 3.77, 찰쌀 현미 3.41, 멥쌀 백미, 1.37, 찰쌀 백미 1.14%였다. 취반 후 총식이섬유 함량은 전기 밥솥에 지은 밥은 찰쌀 백미 이외에는 증가하는 경향을 보였으며, 압력밥솥에 지은 밥은 찰쌀 현미 이외에는 감소하는 경향을 보였으나, 찰쌀 백미를 제외하고는 취반방법에 의한 총식이섬유 함량에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 쌀의 일반적인 취반방법인 전기밥솥과 압력밥솥과 같은 조건 하에서는 식이섬유 함량의 증가는 없었으며 오히려 찰쌀 백미는 취반 후 총식이섬유 함량이 감소하였다.

Table 4. Enzyme-resistant Starch Contents of Cooked Rices (%)

Rice Samples	Automatic Electric Cooker			Automatic Pressure Cooker			T test
	Dry matter	As-is	RS/TDF	Dry matter	As-is	RS/TDF	
Nonwaxy							
Milled	0.06±0.02	0.05±0.02	4.1	0.05±0.02	0.05±0.02	4.2	n.s.
Brown	0.12±0.03	0.10±0.02	2.8	0.09±0.02	0.08±0.02	2.8	n.s.
Waxy							
Milled	0.07±0.03	0.06±0.02	7.5	0.08±0.03	0.07±0.03	8.9	n.s.
Brown	0.13±0.05	0.11±0.04	3.7	0.11±0.02	0.10±0.02	3.6	n.s.

Means ± Standard error

n.s. means there is no significant difference by the T test ($\alpha=0.05$)

아밀로오스 함량과 도정정도가 다른 쌀들의 취반 후 난소화성 전분(Enzyme-resistant Starch) 함량은 취반 방법에 따른 유의적인 차이는 없었으나, 멥쌀 백미가 0.05~0.06, 멥쌀 현미 0.09~0.12, 찰쌀 백미 0.07~0.08, 찰쌀 현미 0.11~0.13%로, 찰쌀이 멥쌀에 비해 현미가 백미에 비해 난소화성 전분 함량이 더 많았다. 막 지은 밥에 함유된 난소화성 전분은 취반하는 동안 완전히 호화되지 못하고 남아있던 천연전분(Type II)이 주가 될 것이므로 밥의 난소화성 전분 함량은 호화도에 반비례할 것이다. 난소화성 전분 함량으로 미루어 볼 때 멥쌀이 찰쌀에 비해 백미가 현미에 비해 더 호화도가 높은 편이었다.

취반방법, 아밀로오스 함량과 도정정도에 의한 총식이섬유 함량에 대한 난소화성 전분의 기여도는 함유된 총식이섬유 함량이 클수록 적었으며, 멥쌀보다는 찰쌀이, 현미보다는 백미가 더 컸다. 취반방법에는 관계없이 멥쌀 백미는 4.1~4.2, 멥쌀 현미 2.8, 찰쌀 백미 7.5~8.9, 찰쌀 현미는 3.6~3.7%정도 이었다.

■투고일 : 2003년 5월 7일

참고문헌

김준석, 이창호, 백경혁, 이상효, 이현유(1995) 한국산 쌀의 품종별에 따른 전분 및 취반 특성에 관한 연구. *한국식품과학회지* 27:365

김명환 (1992) 쌀의 침지조건이 취반 후 조직감에 미치는 영향. *한국식품과학회지* 24:511

김은희, 맹영선, 우순자(1993) 곡류 및 두류 식품의 식이섬유 함량. *한국영양학회지* 26:98

김창순(1996) DSC와 효소법을 이용한 멥쌀 및 찰쌀떡의 노화도에 관한 연구. *한국조리과학회지* 12:186

민봉기, 홍성희, 신명곤(1992): 쌀밥의 취반시 취반용적별 최적가수율 규명에 관한 연구. *한국식품과학회지* 24:623

서우정, 김영아(1995) 가열처리에 의한 백미, 현미, 노란콩 및 검정콩의 식이섬유 함량 변화. *한국조리과학회지* 11:20

이경숙, 이서래(1993) 국내산 식물성 식품중 식이섬

유 함량의 분석. *한국식품과학회지* 25:225

Anderson, I.H., Levine, A.S., Levitt, M.D.(1981) Incomplete absorption of the carbohydrate in all-purpose wheat flour. *N. Engl. J. Med.* 304:891

A.O.A.C.(1990) Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists : Arlington, VA.

Bean, M.M., Esser, C.A., Nishita, K.D.(1984) Some physicochemical and food application characteristics of California waxy varieties. *Cereal Chem.* 61:475

Berry, C.S(1986) Resistant starch: Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. *J. Cereal Sci.* 4:301

Czuchajowska, Z., Sievert, D., Pomerantz, Y.(1991) Enzyme-resistant IV. Effects of complexing lipids. *Cereal Chem.* 68:537

Dubois, M., Gills, K.A., Hamilton, J.K., Roberts, P.A. Smith, F.(1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28:350

Eerlingen, R.C., Crombez, M., Delcour, J.A.(1993) Enzyme-resistant starch. I. Quantitative and qualitative influence of incubation time and temperature of autocalved starch on resistant starch formation. *Cereal Chem.* 70:339

Eerlingen, R.C., Deceuninck, M., Delcour, J.A.(1993) Enzyme-resistant starch. II. influence of amylose chain length on resistant starch formation. *Cereal Chem.* 70:345

Eerlingen, R.C., Cillen, G., Delcour, J.A.(1994) Enzyme-resistant starch. IV. Effect of endogenous lipids and added sodium dodecyl sulfate on formation of resistant starch. *Cereal Chem.* 71:170

Eerlingen, R.C., Van Haesendonck, I.P., De Paepe, G., and Delcour, J.A.(1994) Enzyme-resistant

- starch. III. The quality of straight-dough bread containing varying levels of enzyme-resistant starch. *Cereal Chem.* 71:165
- Eerlingen, R.C., Delcour, J.A.(1995) formation, analysis, structure and properties of Type III enzyme-resistant starch. *J. Cereal Sci.* 22:129
- Englyst, H.N., Anderson, V., Cummings, J.H.(1983) Starch and non-starch polysaccharides in some cereal foods. *J. Sci. Food Agric.* 34:1434
- Englyst, H. N., MacFarlane, G.F.(1986) Breakdown of resistant and readily digestible starch by human gut bacteria. *J. Sci. Food Agric.* 37:699
- Englyst, H.N., Trowell, H., Southgate, D.A.T., Cummings, J.H.(1987) Dietary fiber and resistant starch. *Am. J. Clin. Nutr.* 46:873
- Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings, J.H.(1992) Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.* 46:S33
- Hwang, S., Sung C.J., Kim J.(1995) Analysis of dietary fiber content of common Korean Foods. *J. Korean Food Nutr.* 24:396
- Juliano, B.O.(1981) A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today.* 16:334
- Juliano, B.O.(1985) Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. In: Juliano, B.O. ed. Rice : Chemistry and Technology, 2nd ed., p. 59, AACC, Inc., St., Paul, MN
- Kim, S.S., Kim, Y.J.(1993) Characteristics of rice muffins containing various combinations of nonwaxy/waxy rice flour. *Foods and Biotechnol.* 2:117
- Kingman, S.M., and Englyst, H.N.(1994) The influence of food preparation methods on the in-vitro digestibility of starch in potatoes. *Food Chem.* 49:81
- Matthee, V., Appledorf, H.(1990) Effect of cooking on vegetable fiber. *J. Food Sci.*, 55:1647
- Ring, S.G., Gee, J.M., Whittam, M., Orford, P.D., Johnson, I.T.(1988) Resistant starch: Its chemical form in foodstuffs and effect on digestibility *in vitro*. *Food Chem.* 28:97
- Russel, P.L., Berry, C.S., Greenwell, P.(1989) Characterization of resistant starch from wheat and maize. *J. Cereal Sci.* 9:1
- Sievert, D., Pomerantz, Y.(1989) Enzyme-resistant starch. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopic methods. *Cereal Chem.* 66:342
- Sievert, D., Pomerantz, Y.(1990) Enzyme-resistant starch. II. Differential scanning calorimetry studies on heat-treated starches and enzyme-resistant starch residues. *Cereal Chem.* 67:217
- Sievert, D., Czuchajowska, Z., Pomerantz, Y.(1991) Enzyme-resistant starch. III. X-ray diffraction of autoclaved amylo maize VII starch and enzyme-resistant starch residues. *Cereal Chem.* 68:86
- Szczodrak, J., Pomerantz, Y.(1991) Starch and enzyme-resistant starch from high-amylose barley. *Cereal Chem.* 68:589
- Szczodrak, J., and Pomerantz, Y.(1992) Starch-lipid interactions and formation of resistant starch in high-amylose barley. *Cereal Chem.* 69:474
- Theed, S.T.(1995) Changes of dietary fiber and starch composition of processed potato products during domestic cooking. *Food Chem.* 52:301
- Varo, P., Veijalaninen, K., Koivistonen, P.(1984) Effect of heat treatment on the dietary fiber contents of potato and tomato. *J. Food Technol.* 19:485