

식미에 영향을 미치는 쌀 배유조성 지질성분특성 변이

윤미라 · 고희종¹ · 강미영*

경북대학교 식품영양학과, ¹서울대학교 농업생명과학대학

Variation of Properties of Lipid Components in Rice Endosperm Affected on Palatability

Mi-Ra Yoon, Hee-Jong Koh¹ and Mi-Young Kang*

Department of Food & Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

¹Department of plant Science, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

Received August 5, 2008; Accepted September 8, 2008

In order to understand the difference in rice eating quality, two rice varieties having different eating qualities were examined from the correlation between palatability score (Toyo value) and components of lipid in rice endosperm. We also analyzed the relationship between lipid properties and physicochemical characteristics of milled rice. Major fatty acids of milled rice starch-lipids, known to exist as inclusion complexes with amylose in starch granules, were palmitic (38.25% in Gopum and 39.75% in Palgong) and linoleic acids (33.13% in Gopum and 31.93% in Palgong). In addition, the unsaturated fatty acid contents of rice endosperm showed a significant relationship with palatability. Plant sterols in two rice samples were identified, Gopumbyeo of good eating quality had high contents of squalene and cycloartenol and similar contents of campesterol, stigmasterol and sitosterol. There were significant differences in pasting properties of rice flours and starches between the two cultivars. These results suggested that rice lipids impact on pasting properties after cooking, subsequently relating to palatability.

Key words: palatability, pasting properties, plant sterols, starch-lipids

서 론

쌀시장의 개방과 더불어 우리쌀 경쟁력 증진을 위한 고 품질미 육성 방안이 다양하게 검토되고 있다. 쌀의 시장 경쟁력은 식미에 의해서 좌우되며, 쌀의 품질 및 식미는 품종, 산지, 기상조건, 재배 및 수확방법, 건조상태 등 다양한 요인에 의해서 결정되는데¹⁾ 지금까지는 주로 완전미의 비율을 높임으로써 쌀의 외관 품위를 향상시키고자 재배법, 수확후 관리 등에 집중적인 관심을 기울이고 있었다.

그러나 우리쌀의 경쟁력 증진을 위해서는 이러한 노력들 이외에 쌀 성분 특성에 대한 기초적인 연구와 더불어 분자유종을 추진하여야 할 것이다. 즉 쌀의 품질 및 식미를 유전자 수준에서 해석하며, 품질 고급화를 위한 선발지표 개발을 위한 연구들이 수행되어야 할 것이다. 현재까지 검토된 바에 의하면 양질미, 즉 식미가 우수한 품종의 쌀들은 낮은 호화온도,²⁾ 저 단백질 함량,³⁾ 저 응집성 및 치반 점도,⁴⁾ 아밀로펙틴 단쇄비율의

항상,⁵⁾ 구수한 냄새,⁶⁾ 투명한 외관, 얇은 겨층⁷⁾ 등으로 요약할 수 있으며, 이러한 이화학적 지표에 의해서 양질미 육종이 이루어져 왔다. 그러나 이들 선발지표들을 제시하기 위해서 사용했던 쌀 품종들은 대부분 유전적 배경이 다르므로 인하여 배유 성분 특성간에 현저한 차이가 있는 것들을 시료로 사용한 경우의 결과들이다.

최근에 요구되는 식미에 대한 시장경쟁력을 충족시키기 위해서는 양질미 중에서도 보다 고품질(고식미)의 쌀을 생산하여야 할 필요성이 있다. 그러므로 양질미들 간에 존재하는 차별화된 성분특성을 발견하고, 그 생화학적 성분 특성들로부터 품종 육종 및 재배법 개발을 위한 선발 지표를 확립하여야 할 것이다.

본 연구자들은 시판 브랜드 쌀 40여종 및 양질미 8 품종들 간의 전분분자 구조특성, 호화특성, 전분분자 세포벽 구성당 조성 등 쌀 배유구성 탄수화물 성분들의 이화학적 특성들과 식미 간의 연관성을 검토한 결과 품종 간에는 차이가 있었으나 식미 치와의 상관성을 발견하지 못하였다.⁸⁾ 즉, 전분질을 포함하여 탄수화물은 배유에 함유되어 있는 주된 성분이므로 물성 등 전반적인 취반특성에는 크게 영향을 미치지만, 양질미들간에 존재하는 미묘한 식미의 차이를 반영하는 지표로는 적합하지 않다고 사료된다.

*Corresponding author

Phone: +82-53-950-6235, Fax: +82-53-950-6235

E-mail: mykang@knu.ac.kr

한편, 밥의 윤기는 쌀에 함유되어 있는 옥타코사놀에 기인한다고 하며 식미계로 측정된 식미치와 취반 후 밥의 윤기와의 정적 상관성이 있다⁹⁾는 선행연구들이 있다. 이에 식미에서 차이를 보이는 고품벼와 팔공벼를 시료로하여 이들 쌀 배유에 함유되어 있는 지용성 물질들의 성분 특성과 식미치간의 상관성을 검증하고, 아울러 쌀가루 및 전분의 이화학적 특성과 지질 성분 특성과의 연관성을 분석하고자 한다.

재료 및 방법

시료. 실험에 사용한 재료는 식미에 차이가 있는 고품벼와 팔공벼 품종으로 서울대학교 농업생명과학대학으로부터 분양 받은 현미상태로부터 시험용 도정기(Yamamoto Ricepal32, Toyo, Japan)를 이용하여 정백을 92%로 표준 도정한 백미와 미강을 -20°C 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 호화특성을 관찰하기 위한 품종별 쌀가루 시료는 food mixer(CM-MM3900, (주)제이월드)로 분쇄하여 100 mesh 체에 통과시켰다. 쌀 전분은 알칼리 침지법에 의하여 각각 분리하였는데 백미를 50 mM LiOH에 침지시킨 후 isoamyl alcohol, acetone, ethyl alcohol 처리에 의해 단백질 및 지질 분획을 제거시킨 전분 침전물을 풍건시켜 건조한 후 분쇄하여 데시케이터에 보관하면서 사용하였다.

식미분석. 식미 특성은 백미 33 g을 취하여 토요식미측정기(MA-90 series, Toyo Rice Cleaning Machine CO., Japan)를 이용하여 측정하고 식미치(Toyo-taste value)로 나타내었다. 기기로 측정된 식미치와 취반한 밥의 식미 관계를 살펴보고자 식미관능검사를 실시하였다. 쌀밥은 30 g의 쌀을 부서지지 않도록 2~3회 가볍게 씻은 후 예비시험 결과를 바탕으로 쌀과 물의 비율이 1:1.3이 되도록 물을 첨가하였다. 실온에서 30분간 침지한 후 오븐에서 200°C에서 20분간 가열 후 10분간 뜸들여서 취반하였다. 경북대학교 식품영양학과 대학원생 9명의 관능검사요원을 선정하여 쌀밥의 관능특성들에 대해 인지하도록 훈련시킨 후 색, 윤기, 구수한 맛, 조식감, 전반적인 기호도 등 5개 항목에 대하여 평가하였으며 7점 척도법으로써 각 특성은 척도 상에 점수가 작을수록 강도가 약해지고 점수가 클수록 강해지는 것을 나타내었다.

Non-starch lipid 및 starch lipid 지방산 조성 분석. 쌀의 배유에 함유되어 있는 총 지질 함량(non-starch lipid)은 쌀가루에 $\text{CHCl}_3:\text{MeOH}(2:1, v:v)$ 을 용매로 하여 추출하였으며 총 전분지질(starch lipid)은 Takahashi¹⁰⁾ 방법에 따라 분리된 전분에 75% n-propanol을 추출용매로 하여 100°C에서 연속적으로 2시간 2회 추출하여 농축 건조시키고 $\text{CHCl}_3:\text{MeOH}(2:1, v:v)$ 혼합액으로 3번 추출하여 감압 건조시킨 다음 에탄올로 씻고 건조하였다. 추출한 지질을 Nike 등¹¹⁾의 방법에 따라 검화하여 지방산을 분리하고 methylation을 거쳐 Gas Chromatography(HP 6890 series, Hewlett-Packard, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석 조건으로 column은 DB-225(30 m×0.25 mm×0.25 μm), carrier gas는 He를 사용하였고, injector temperature는 250°C, column temperature는 140°C에서 2분간 유지한 후 5°C/min의 속도로 200°C까지 승온 후 10°C/min의 속도로 220°C까지 승온시켜 온도를 유지하였다. Flow rate는 1 ml/min, injection 양은 1 μl로

하여 분석하였다.

불검화물 함량 분석. 미강 시료에서 추출한 총지질에 ethanol을 가하고 80°C의 항온수조에서 10분간 진탕 후 50% KOH용액을 1 ml/ 가하여 80°C에서 10분간 검화를 실시하였다. 신속히 냉각하고 증류수와 ethyl ether를 가한 후 잘 혼합하여 분액여두에 취하였으며 추출한 상층액을 Na_2SO_4 로 탈수시킨 후 감압 농축 하였다. 농축 건조된 물질은 1 ml/ chloroform으로 용해하여 0.2 μm syringe filter로 여과하여 GC-MS(HP 6890, Hewlett-Packard Co., Japan)로 분석하였다. 분석 조건은 다음과 같다. Column은 HP-5(30 m×0.25 mm×0.25 μm), injector temperature는 250°C에서 1분간 유지한 후 2°C/min의 속도로 300°C까지 승온시켜 5분간 유지하였다. Carrier gas는 He를 사용하였고 Flow rate는 1 ml/min, injection volume은 1 μl로 하여 분석하였다. 분석된 성분의 정량은 내부표준물질(5α-cholestane)의 peak area와 불검화물지질의 peak area의 비율로 나타내어 양을 비교하였다.

호화특성 분석

팽윤력 측정. 쌀가루와 전분의 팽윤력은 Li와 Yeh¹²⁾의 방법에 따라 측정하였다. 시료 100 mg(dry weight basis)을 취하고 증류수 10 ml를 가하여 현탁시킨 다음 55~95°C의 교반 항온수조에서 각각 1시간 유지시켰다. 내용물은 실온이 될 때까지 재빨리 얼음물로 냉각시키고 원심분리(8,000×g, 30분)하여 침전된 시료무게와 상등액을 100°C에서 향량이 될 때까지 건조시켜 얻은 무게를 재어 팽윤력을 측정하였다.

신속점도계에 의한 쌀가루의 호화특성. 쌀가루의 호화점도 특성은 Rapid Visco Analyzer(RVA-4, Newport Scientific, Australia)를 이용하여 측정하였다. 가열온도는 50°C에서 1분간 유지한 다음 95°C까지 1분당 12°C로 가열하고 95°C에서 2.5분간 유지시킨 다음 50°C까지 냉각시키고 2분간 유지하였다. RVA viscogram으로부터 호화개시온도, 최고점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도(breakdown, 최고점도-최저점도) 및 치반점도(setback, 최종점도-최고점도)등의 RVA 특성을 조사하였다.

DSC 분석. 전분의 열역학적 특성은 시차주사열량기(TA 4000, TA Instruments, USA)를 이용하여 시료와 수분의 비율이 1:2가 되게 aluminium pan에 담고 밀봉한 다음 상온에서 수분평행에 도달하도록 방치한 후 사용하였다. 측정온도를 35°C부터 95°C까지 10°C/min로 승온시키면서 흡열곡선을 얻었으며 reference는 sample pan과 동일한 pan을 온도보정 후 사용하였다. DSC thermogram으로부터 호화개시온도(onset temperature, To), 호화정점온도(peak temperature, Tp), 호화종료온도(conclusion temperature, Tc)를 구하고 흡열피크의 면적으로부터 호화엔탈피(enthalpy, ΔH)를 구하였다.

전분-요오드 정색 반응. 전분 12 mg을 알칼리 호화시킨 후 acetic acid로 중화시켜 1% I_2 -10% KI 용액을 첨가하여 정색반응을 시켰다. 자외/가시선 분광계(DU 800 series, Beckman Coulter, USA)에 의해 500 nm에서 700 nm까지 흡광도를 측정하였으며 함량별 순수 아밀로오스(Sigma, St Louis, USA)를 이용하여 검정회귀식을 만든 후 680 nm에서의 흡광도를 바탕으로 아밀로오스 함량을 구하였다.

통계분석. 실험결과와 통계처리는 SPSS 14.0 program을 이

용하여 Student's t-test로 두 품종간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

쌀의 식미특성 변이. 쌀에 함유되어 있는 단백질, 아밀로오스, 수분함량을 각각 분석하고, 이들의 함량에 근거하여 식미 반영 점수를 환산하여, 식미치로써 표시하도록 고안된 토요식미기 측정치와 취반 후 밥의 색, 윤기, 구수한 냄새, 차진정도, 전반적인 기호도 등에 대한 관능검사의 결과를 Table 1에 나타내었다. 본 실험에 사용한 두 종류 쌀 품종의 토요식미기에 의한 식미치(Toyo value)는 고품이 76, 팔공은 66으로 품종간 유의적인 차이가 있음을 확인할 수 있다. 그리고 취반 후, 관능검사의 항목 중, 식미치를 반영한다고 볼 수 있는 전반적인 기호도 역시 7점 평가에서 고품은 5.9, 팔공은 3.4로써 두 품종간 t-검정에서 고도의 유의적인 차이($p < 0.001$)를 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한 이들 두 품종간에는 색, 윤기, 구수한 밥 냄새, 차진정도 등에서도 유의적인 차이가 있었다. 본 실험에 사용한 고품과 팔공 두품종의 쌀은 토요 식미치와 관능검사 결과 간에도 높은 상관성을 보이면서 식미에 두드러진 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

배유 함유 지용성 성분 변이. 고품과 팔공 두 품종의 쌀로써 취반 후 관능검사의 항목 중 윤기와 구수한 냄새 간에 유의적인 차이가 있음이 인정되며, 이들 윤기 및 구수한 냄새의 원인 물질이 쌀의 배유 속 또는 표면에 존재하는 지용성 성분들의 차에 기인할 수 있다는 의미에서, 쌀의 배유에 함유되어 있는

총 지질 함량 및 조성과 배유로부터 분리한 전분입자에 함유되어 있는 starch lipid의 함량 및 조성을 각각 분석 비교하였다 (Table 2). 두 품종의 쌀들로부터 각각 배유에 함유되어 있는 지방산으로써 myristic acid, palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidic acid, gadoleic acid를 분리할 수 있었다. 유리지질(non-starch lipid)은 조성비가 가장 큰 지방산이 고품의 경우 linoleic acid, 팔공은 oleic acid였으며 전분지질(starch lipid) 조성의 경우 두 품종 모두 palmitic acid였다. 그리고 이들 총 지방산들의 함량비는 두 품종간에 각각 차이가 있었으며, 전분입자 내에서 아밀로오스와 복합체를 형성하고 있는 것으로 알려져 있는 전분지질(starch lipid)의 경우 탄소수(C_{18})가 동일한 지방산의 경우에 고품이 팔공보다 불포화지방산의 함량비가 높은 것을 알 수 있었으며, 총 불포화 지방산의 함량도 역시 고품이 팔공보다 높아, 배유에 함유되어 있는 불포화 지방산의 함량은 식미와 연관이 있을 가능성을 예상할 수 있었다. 한편 취반 밥알의 윤기에 영향을 미치리라 여겨지는 옥타코사놀의 함량은 두 품종간에 차이가 없었으며 지용성 성분에 해당하는 식물성 스테로이드류들의 함량 조성은 고품과 팔공에서 각각 차이를 나타내고 있었다(Fig. 1). 이러한 식물성 스테로이드류들의 함량과 식미와의 연관성에 대해서는 전혀 연구된바 없지만, 식미와 배유 조성 지방산들의 불포화도와 연관성이 있을 가능성을 감안하면, 이들 식품성 스테로이드류들의 함량 조성비 또한 식미와의 연관성이 있을 것으로 예상할 수 있겠다. 식미가 우수한 고품의 경우, 그 함량 조성이 높은 지용성 성분으로는 스쿠알렌과 사이클로아테놀이었고, 반면 곡류에 함유되어 있는 대표적인 식

Table 1. Palatability and sensory evaluation scores of cooked rice varieties

Variety	Toyo-taste value	Sensory evaluation scores				
		Color	Glossiness	Roasted nutty taste	Cohesiveness	Overall preference
Gopum	75.50±0.20***	6.25±0.46***	6.13±0.64***	6.00±0.53***	5.88±0.35***	5.88±0.64***
Palgong	66.03±0.50	4.25±1.03	3.50±0.53	3.88±0.64	3.50±0.53	3.38±0.51

Mean value±SD.

***: significant at $p < 0.001$ by the t-test.

Table 2. Fatty acid composition of non-starch lipid and starch lipid in milled rice varieties

Fatty acid composition	Gopum		Palgong	
	Non-starch lipid	Starch lipid	Non-starch lipid	Starch lipid
Lipid content (%)	0.89±0.01	0.98±0.01*	0.87±0.06	0.89±0.09
Myristic acid, $C_{14:0}$	0.38±0.15	1.66±0.47	0.33±0.09	1.98±0.43
Palmitic acid, $C_{16:0}$	18.50±1.38	38.25±0.55	16.71±0.49	39.75±0.86
Palmitoleic acid, $C_{16:1}$	0.12±0.09	0.04±0.00	0.07±0.06	0.03±0.02
Stearic acid, $C_{18:0}$	2.19±0.72	4.48±0.47	1.95±0.22	4.29±0.69
Oleic acid, $C_{18:1}$	36.45±2.04	20.08±0.12	40.13±1.83	20.50±1.03
Linoleic acid, $C_{18:2}$	40.55±2.12	33.13±0.40*	38.91±1.15	31.93±0.41
Linolenic acid, $C_{18:3}$	1.15±0.13	2.02±0.01*	1.16±0.05	1.18±0.35
Arachidic acid, $C_{20:0}$	0.40±0.09	0.15±0.03	0.41±0.08	0.16±0.03
Gadoleic acid, $C_{20:1}$	0.26±0.06	0.19±0.04	0.33±0.07	0.18±0.06
Total saturated fatty acid	21.47	44.54	19.40	46.18
Total unsaturated fatty acid	78.53	55.46	80.60	53.82

Mean value±SD

*: Significant at $p < 0.05$ between *gopum* and *palgong* by the t-test

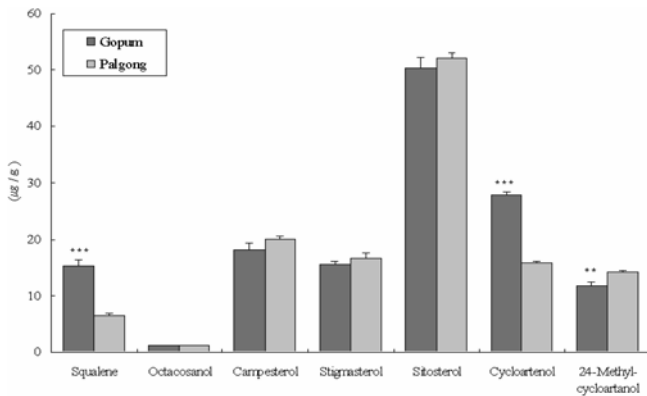


Fig. 1. Squalene and phytosterols composition in rice bran lipids. Results are means of triplicate determinations. **: $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$.

물성 스테롤류인 캠페스테롤, 스티그마스테롤, 시토스테롤 등¹³⁾의 함량은 팔공과 비슷한 함량을 보였다.

호화특성 변이. 취반에 따른 쌀 배유 성분들의 이화학적 특성 중 호화특성은 쌀의 식미특성을 잘 반영하는 지표라 할 수 있다. 이러한 호화특성은 쌀 배유의 주성분인 전분분자 및 전분입자를 둘러싸고 있는 막조성 탄수화물 분자에 물이 첨가되고(수화), 열이 가해짐으로써 나타나는 전분분자의 재배열(gel 망상구조 형성) 결과 나타나는 대표적인 물성의 변화라 할 수 있다. 이러한 의미에서, 우선 쌀 배유 전체를 그대로 분쇄한 쌀 가루와 배유로 부터 전분입자를 분리하여 제조한 전분가루를 시료로 이들의 수화특성을 각각 검토하였다. 즉 쌀가루 및 전분가루를 온도별로 수침하였을 때 팽윤력을 각각 비교한 것이다(Table 3).

쌀 배유 전체를 그대로 분쇄한 쌀가루의 경우에는 지용성 성분들이 그대로 존재하고 있음을 의미하는 것이고, 전분가루는 배유 전분입자만을 분획한 것이므로 지용성 성분을 포함한 다른 성분들은 제거된 채, 전분분자 중 아밀로오스와 복합체를 형성하고 있는 starch-lipid의 영향만이 존재할 것이므로, 쌀에 함유되어 있는 지용성 성분들이 수화에 미치는 영향을 비교하는 수단으로써 적절하리라 사료되어 검토해 보았다. 또한 수화를 유도하는 물의 온도를 55°C에서 95°C까지 범위로써 설정한 이유는, 팽화도에 영향을 미치는 요인으로써 아밀로오스와 복합체를 형성하고 있는 starch-lipid의 성분 조성의 변이도 고찰할

Table 4. Pasting properties of rice flours and starches

		Gopum	Palgong	
Rice flours	Pasting Temp. (°C)	69.83***	72.77	
	Viscosity (RVU)	Peak	2708.67**	2622.67
		Trough	1762.00**	1638.67
		Final	2822.33**	2723.00
		Breakdown	946.67**	984.00
		Setback	113.67	100.33
Rice starches	DSC characteristics	T ₀	61.34±0.28*	63.11±1.11
		T _p	69.87±1.07*	70.87±0.50
		T _c	73.90±0.82*	75.01±0.98
		ΔH (cal/g)	0.55±0.29*	0.89±0.22

Results are means of triplicate determinations. *, **, ***, significant at $p < 0.05$, 0.01 and 0.001 by the t-test, respectively.

수 있으리라는 의미에서였다. 즉, 쌀 전분의 호화온도인 약 70°C 이상부터는 전분입자가 호화를 시작하기 때문에, 전분분자를 구성하고 있던 아밀로오스 분자의 거동 또한 팽윤에 어떠한 영향을 미치리라 예상되기 때문이다. 수침에 따른 팽화도는 두 품종 모두에서 쌀가루에 비해서 전분가루가 높은 것을 알 수 있다. 그리고 수침 온도가 증가할수록 팽화도 증가의 폭이 큰 것을 알 수 있다. 이는 쌀 곡립의 호화특성 중 초기 단계인 수화과정에 지질성분들이 어떠한 형태로든 관여하고 있음을 시사하는 결과인 것이다. 또한 두 품종간의 팽윤력의 차이를 보면, 수화 초기 온도 65°C에서 고품 쌀가루 팽윤력이 팔공보다 높았다. 이는 쌀 배유 전분의 결정성에 기인한 것이며 그 외에 쌀가루에 함유된 다른 성분들의 영향에 의한 것으로 보인다. 입자내의 결정성이 클수록 팽윤력은 낮다¹⁴⁾고 하였으며 또한 Tester¹⁵⁾은 쌀에 소량 함유된 지방은 아밀로오스와 복합체를 형성하여 전분입자의 팽윤을 저지하며 쌀 단백질은 쌀 배아와 전분입자 사이에 조밀하게 단백질 체로 존재하는데 이들에 의해 팽윤력을 억제한다고 하였다.

이에 쌀가루와 전분가루의 가열에 따른 호화특성을 각각 비교하였다. Table 4에서 알 수 있듯이 쌀가루의 경우 호화온도에서 고품과 팔공 두 품종간에 차이가 커서, 식미가 좋은 고품이 팔공보다 호화온도가 낮았고, 점도의 break down 수치가 낮아, 일반적으로 식미에 바람직한 호화특성을 나타내고 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 전분입자의 호화특성을 검토하는 수

Table 3. Temperature effects on swelling powers of rice varieties

Temperature (°C)	Swelling power(g/g)			
	Gopum		Palgong	
	Rice flours	Rice starches	Rice flours	Rice starches
55	3.58±0.25	3.67±0.21	3.44±0.32	3.61±0.39
65	6.50±0.32*	8.28±0.11	5.65±0.33	8.39±0.14
75	8.15±0.48	9.65±0.31*	8.51±0.43	10.59±0.07
85	10.09±0.42	13.46±0.42	9.76±0.43	14.70±0.88
95	15.31±0.04	17.89±0.74*	15.01±0.54	19.99±0.90

Mean value±SD.

*: Significant at $p < 0.05$ between *gopum* and *palgong*.

Table 5. Amylose contents and wavelength in λ_{max} of iodine absorption of rice starches

Variety	Amylose content (%)	Wavelength of maximum absorbance	
		Wavelength (nm)	Optical Density
Gopum	16.53±0.50	576.0±1.0*	0.32±0.00
Palgong	16.82±0.00	573.3±0.5	0.31±0.00

Mean value±SD.

*: significant at $p < 0.05$ by the t-test.

단인 DSC 분석에 의하면, 전분가루의 경우에도 물론 고품이 팔공보다 호화온도가 낮고 호화엔탈피도 낮게 나타내었다. 고품과 팔공 두 품종간에 보이는 호화특성의 변이가 t-검정에서 쌀가루의 경우에는 고도의 유의적인 1% 또는 0.1% 수준에서의 미가 있는 차이임에 비해서 전분가루의 경우에는 5%의 수준에서 의미가 있는 차이임을 감안해보면, 지용성 물질이 식미에 영향을 미치는 호화특성에도 관여하고 있음을 알 수 있다. 한편, 식미에 영향을 미치리라 예상되는 지질 성분들 중 starch-lipid의 영향에 대한 고찰을 위해서 고품과 팔공 두 품종 전분분자 중 아밀로오스 분자의 포도당 사슬길이 변이를 검토하였다(Table 5). 아밀로오스 분자는 포도당 6분자마다 나선구조를 가지면서 형성되는 소수성 부분에 지질을 함유하는 특성이 있으며 요오드 반응은 전분의 직쇄상 분자의 상대적인 양을 나타내므로 요오드 반응이 높다는 것은 직쇄상 분자가 많다는 것을 의미한다. 고품 및 팔공의 아밀로오스 함량은 각각 16.53, 16.82%로서 큰 차이는 없으나 I₂-전분 복합체의 최대 흡수파장대가 팔공보다 높았다. I₂-전분 복합체의 최대 흡수파장대가 팔공보다 높았다. 즉, 아밀로오스를 구성하고 있는 포도당 사슬의 길이는 길다는 점을 알 수 있다. 실제로 고품이 팔공보다 아밀로오스 함량 자체는 낮지만 starch-lipid의 함량은 높았다는 점을 설명하는 결과라고도 할 수 있겠다.

초 록

식미에서 차이를 보이는 고품벼와 팔공벼를 시료로하여 이들 쌀 배유에 함유되어 있는 지용성 물질들의 성분 특성과 식미치간의 상관성을 검정하고, 아울러 쌀가루 및 전분의 이화학적 특성과 지질성분 특성과의 연관성을 분석하였다. 실험결과, 두 품종 쌀로부터 각각 배유에 함유되어 있는 전체 지방산들의 조성비는 두 품종간에 차이가 있으며 전분입자 내에서 아밀로오스와 복합체를 형성하는 것으로 알려져 있는 전분지질의 경우 고품이 팔공보다 불포화지방산의 함량비가 높았으며 식미와 연관성이 있을 가능성을 예상할 수 있었다. 식미가 좋은 고품은 식미가 나쁜 팔공에 비해서 스쿠알렌과 사이클로아테놀 함량이 높았고 곡류에 함유되어 있는 대표적인 식물성 스테롤류인 캄페스테롤, 스티그마스테롤, 시토스테롤 등은 비슷한 함량을 보였다. 또한 식미특성을 반영하는 지표라 할 수 있는 호화특성에서 고품은 팔공보다 쌀가루 및 전분의 호화개시온도가 낮았고 수화 초기 온도에서 쌀가루의 팽윤력이 높게 나타나어 쌀에 소량 함유된 지용성 성분들이 호화특성에 관여하고 있음을 알 수 있었다.

Key words: palatability, pasting properties, plant sterols, starch-lipids

참고문헌

- Juliano, B. O. (1985) Criteria and tests for quality. In *rice chemistry and technology*. pp. 443-524, The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA.
- Yifang, T. and Harold, C. (2002) Factor analysis of physicochemical properties of 63 rice varieties. *J. Sci. Food Agric.* **82**, 745-752.
- Lihong, X., Neng, C., Binwu, D., Zhiwei, Z. and Xiyuan, L. (2008) Impact of proteins on pasting and cooking properties of waxy and non-waxy rice. *J. Cereal Sci.* **47**, 372-379.
- Ha, K. Y., Yoon, H. C., Chung, J. I., Noh, G. I., Ko, J. K., Ree, J. K. and Kim, C. K. (2006) Effect of appearance, viscosity and texture characteristics on rice palatability in some rice varieties. *Korean J. Crop Sci.* **51**, 21-24.
- Ramesh, M., Zakiuddin Ali, S. and Bhattacharya, K. R. (1999) Structure of rice starch and its relation to cooked-rice texture. *Carbohydr Polym.* **38**, 337-347.
- Choi, H. C. (2002) Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J. Crop Sci.* **47**, 15-32.
- Son, J. R., Kim, J. H., Lee, J. I., Youn, Y. H., Kim, J. K., Hwang, H. G. and Moon, H. P. (2002) Trend and further research of rice quality evaluation. *Korean J. Crop Sci.* **47**, 33-54.
- Kim, C. E., Sohn, J. K. and Kang, M. Y. (2007) Relationship between palatability and physicochemical properties of carbohydrate components in rice endosperm. *Korean J. Crop Sci.* **52**, 421-428.
- Shoji, L. and Kurasawa, H. (1992) Palatability evaluations and physicochemical properties of rice produced in Fukushima Prefecture by Mido Meter. *Jpn. J. Home Eco.* **43**, 219-227.
- Takahashi, S. and Seib, P. A. (1988) Paste and gel properties of prime corn and wheat starches with and without native lipids. *Cereal Chem.* **65**, 474-483.
- Nike, L., Adrien, D., Dominique, L. D., Eric, M., Yvan, L. and Marc, M. (2004) The oleate/palmitate ratio allows the distinction between wholemeals of spelt (*Triticum spelta* L.) and winter wheat (*T. aestivum* L.). *J. Cereal Sci.* **39**, 413-415.
- Li, J. Y. and Yeh, A. I. (2001) Relationship between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starches. *J. Food Eng.* **50**, 141-148.
- Piironen, V., Lindsay, D. G., Miettinen, T. A., Toivo, J. and Lampi, A. M. (2000) Plant sterols : biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *J. Sci. Food Agric.* **80**, 939-966.
- Leach, H. W., McCowen, L. D. and Schoch, T. J. (1959) Structure of the starch granule: I. Swelling and solubility patterns of various patterns of various starches. *Cereal Chem.* **36**, 534-544.
- Tester, R. F., Morrison, W. R. (1990) Swelling and gelatinization of cereal starches: I. Effect of amylopectin, amylose, and lipids. *Cereal Chem.* **67**, 551-557.