

제분 분획(Milling Fraction)을 달리한 쌀의 지방산 및 페놀산 함량 비교

김인호[†] · 전향숙

한국식품개발연구원 쌀이용연구센터

Composition of Fatty Acid and Phenolic Acid in Rice with the Different Milling Fractions

In-Ho Kim[†] and Hyang-Sook Chun

Korea Food Research Institute, Rice Utilization Research Center, Songnam 463-420, Korea

Abstract

Fatty acid composition and phenolic acid content of rice with different milling fractions were analyzed to provide basic data for nutrition, processing and storage of rice. Major fatty acids of rice were palmitic, oleic and linoleic acids and their respective contents were 20.0%, 33.3% and 43.0% of embryo, 17.3%, 45.1% and 34.5% of rice bran and 23.4%, 26.2% and 46.1% of milled rice. Outer fraction had a high content of oleic acid but a low content of linoleic acid in rice bran. As milling yields increased in milled rice, oleic acid content increased, but palmitic acid, linoleic acid, stearic acid and linolenic acid contents decreased. Contents of free, esterified and insoluble bound phenolic acid extracts from bran were 321.0mg%, 299.7mg% and 212.4mg%, respectively. Milled rice contained 118.0mg% of free phenolic acids, 56.0mg% of insoluble bound phenolic acids and no esterified phenolic acids. Rice bran contained 86.2% of ferulic acid as a principal phenolic acid. It also contained 35.7~36.6% of sinapic and syringic acids, 16.7% of p-coumaric acid and 0.13% of vanillic acid as minor component. Contents of total phenolic acid, expressed in terms of tannic acid, among rice with different milling fractions was highest in embryo. It was higher in outer fraction in bran, but rarely detected as fractionation of the component with milling in milled rice.

Key words: fatty acid and phenolic acid composition of rice, bran and milled rice, different milling fractions of rice

서 론

쌀의 성분 가운데 지질과 페놀성 물질은 각각 1.0~2.5% 및 0.03~0.18%의 적은 함량으로 존재(1)한다. 일반적으로 지질의 경우 가공적인 면에서 향미와 조직감에 영향을 미치고 열전달의 매체이며 영양, 생리적인 면에서는 에너지 공급원, 생체구조와 생리기능의 활력소, 지용성 비타민의 운반체(2), 항암 및 동맥경화 억제 활성(3) 등을 나타낸다. 페놀성 물질의 경우는 가공적으로 식물체에 색을 부여하며 떫은맛, 쓴맛 등 맛에 영향을 주고 영양, 생리적인 면으로 생체 산화-환원 반응에 관여하여 항산화성(4), 항균성(5), 항암성(3) 등을 나타낸다. 쌀에 있어서도 지질과 페놀산의 함량 및 조성은 영양, 가공 및 저장 등에 영향을 미치는 것으로

알려져 있다(1). 특히 저자 등(6)은 쌀의 생리활성 물질로서 항암의 초기단계인 항돌연변이원성 물질의 구성 성분이 지방산 및 페놀성 물질임을 밝힌 바 있어, 쌀의 지방산 및 페놀산 함량 및 조성을 분석하는 것은 그 의의가 높을 것으로 생각된다.

쌀의 지방산 함량은 품종에 따라 차이가 있으나 총 지방산의 95% 이상은 palmitic acid, oleic acid 및 linoleic acid 등 3종의 지방산으로 구성되어 있다. 그외에는 linolenic acid, stearic acid 및 myristic acid 등의 지방산이 각각 0.5~2%의 함량으로서 소량 함유되어 있다(7). Japonica type의 쌀에서 총 지방산에 대한 각 지방산의 함유 비율은 미강의 경우 oleic acid 40~44%, linoleic acid 32~39% 및 palmitic acid 16~19%의 순으로 함량이 높았다(8,9). 백미의 경우는 linoleic acid 41~

[†]To whom all correspondence should be addressed

42%, oleic acid 31~34% 및 palmitic acid 20~22%의 순으로 함량이 높다고 보고(10,11)되어 있다.

페놀성 물질의 함량은 미강의 경우 단위 g당 유리형 페놀 20 μ g, 지질 결합형 페놀 10 μ g 및 당 결합형 페놀 40 μ g를 함유하고 있다. 유리형 페놀은 ferulic acid 13%, p-coumaric acid 0.5% 및 sinapic acid 0.5%로 구성되어 있다. 지질 결합형 페놀 및 당 결합형 페놀은 주된 페놀산이 ferulic acid와 sinapic acid이며 결합된 지방산은 palmitic, oleic, linoleic 및 linolenic 등이고 결합된 당은 glucose로 보고(12)되어 있다. 그러나 백미의 경우는 페놀성 물질의 종류, 함량 등에 대하여 조사된 예가 없었다. 특히, 제분 분획(milling fraction) 별로 지방산 및 페놀성 물질을 비교한 연구는 없었다.

따라서 쌀의 가공, 영양 및 저장을 위한 도정조건인 기초자료로 활용할 목적으로, 한국산 일품벼를 제분 분획 별로 분획하여 지방산 및 페놀산을 분석하고 구성 성분 및 상대적인 함량을 비교하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

쌀은 농촌진흥청 작물 시험장에서 재배된 1993년도 산 장려품종으로서 일반계의 일품벼를 사용하였다.

지방산으로 myristic, palmitic, oleic, linoleic, linolenic 과 페놀산으로 syringic, sinapic, p-coumaric, ferulic, vanillic의 표준품은 Sigma Chemical Co.(U.S.A.) 제품을, TLC plate(Kieselgel 60, 0.2mm, Art No. 5553)는 Merck사 제품을 사용하였으며 기타 모든 시약은 특급품 이상을 사용하였다.

배아의 분리 및 미강의 분획과 제분 분획별 백미 시료의 제조

냉장 보관한 벼의 왕겨를 제현기(Satake rice machine, Japan)로 분리하여 현미를 만들고(도정율 100%), 현미를 다시 도정기(Satake grain testing mill, Japan)로 도정하여 배아, 미강 및 백미 시료를 제조하였다. 배아의 경우 현미를 도정하여 미강을 얻은 다음 미강을 18 mesh 체를 통과시켜 배아와 씨라기를 얻고 14 mesh 체로 배아를 분리하였다. 미강의 경우는 도정율 90.5%의 백미까지 도정하였을 때 소요시간(100초)을 측정하여 이를 4등분한 시간 간격으로 도정하고 외층으로부터 얻어진 순서대로 미강 I(현미의 외층으로부터 2.2% 도정시 생산된 미강), II(현미로부터 3.8% 도정시 미강), III(현미로부터 7.0% 도정시 미강), IV(현미로부터 9.5% 도정시 미강) 시료를 분획하였다. 백미의 경우 도정율

을 기준으로 백미 I(90.5%), II(88.1%), III(85.7%), IV(83.3%) 및 V(80.9%)의 시료를 제조하였다.

지질의 추출, 정제

지질의 추출 및 정제는 Folch 등의 방법(13)에 따라 시행하였다. 즉, 분쇄기(Cyclotech 1903 sample mill, Sweden)를 이용하여 60 mesh로 분쇄한 시료 20~50g에 chloroform/methanol(2 : 1, v/v) 혼합용매 500ml를 가하고 진탕기에서 25°C, 200rpm으로 하룻밤 추출하였다. 추출액은 여과지(Toyo No. 1)로 여과하고, 잔사에 혼합용매 250ml를 가하여 총 3회의 재추출 및 여과를 실시하였다. 여과액은 회전증발 농축기(Buchi, RE121, Rotavapor, Switzerland)로 농축하고 농축액은 분액여두에 옮긴 다음 chloroform/methanol(2 : 1, v/v) 혼합용매 300ml와 증류수 200ml를 가하여 분액여두 진탕기(동양과학)에서 300rpm으로 30분간 진탕한 후 용매층을 분획하였다. 남은 물층에 혼합용매를 가하여 재차 진탕한 다음 용매층을 분획하여 앞서 분획된 용매층과 합하고 농축기로 농축하여 추출된 조지질을 정제하였다. 정제된 지질은 질소 가스로 충전한 후 냉동고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

지방산의 분석

정제한 총 지질은 A.O.A.C. 표준방법(14)으로 methylation 한 다음 기체 크로마토그래피(HP 5890A)로 구성 지방산을 분석하였다. 분석조건으로 Supelcowax 10 capillary column(0.32mm \times 30m)을, carrier 가스는 헬륨을 사용하였다. 주입온도는 250°C, 검출기(FID) 온도는 260°C, column 온도는 180~215°C로 하였다. 유속은 1ml/min(split ratio, 30 : 1), 주입량은 0.4 μ l로 하여 분석하였다.

페놀산의 추출

페놀산 분석시 지질에 의한 영향을 제거할 목적으로 제분 분획별 쌀 시료를 탈지하였다. 유리 페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산은 Krygier 등(15)의 방법에 따라 제분 분획별 탈지 시료로부터 추출하였다. 즉, 탈지한 각 시료 20~50g에 200ml의 70% methanol/70% acetone(1 : 1, v/v) 혼합용매를 가한 다음 Waring blender로 3분간 혼합하고 원심분리하였다. 침전물에 다시 200ml의 70% methanol/70% acetone 혼합용매를 가하여 동일한 방법으로 총 6회 추출하였다. 상등액은 회전증발 농축기를 이용하여 200ml로 농축하고 유리 페놀산 및 페놀산 에스터 분석에 이용하였으며, 침전물은 불용성 결합형 페놀산의 분석에 사용하였

다. 유리 페놀산의 추출은 농축된 상등액에 6N의 염산 용액을 사용하여 pH 2로 조정하고 7000rpm에서 20분 원심분리하여 부유물을 분리하였다. 다음 분액여두에서 hexane으로 5회 추출하여 지방산 등 오염물질을 제거하고 diethyl ether/ethyl acetate(1 : 1, v/v) 혼합 용매로 6회 추출하였다. 혼합 용매는 매추출시 대상 수용액과 동량을 사용하였으며, 합친 추출액은 anhydrous sodium sulfate로 탈수시키고 농축한 다음 methanol에 녹여 유리 페놀산 분석에 사용하였다. 페놀산 에스터는 유리 페놀산 추출시 남은 수용액, 분리된 부유물 및 sodium sulfate를 세척한 용액을 합치고 0.1N NaOH 200~1000ml를 가하였다. 다음 질소가스하의 상온에서 4시간 가수분해하였다. 이 용액을 유리 페놀산의 경우와 동일한 방법으로 추출하여 페놀산 에스터를 얻고 분석용 시료로 사용하였다. 불용성 결합형 페놀산은 상기의 methanol/acetone 혼합용매로 추출시의 침전물에 0.1N NaOH 200~1000ml를 가하여 가수분해하고 유리 페놀산 및 페놀산 에스터의 경우와 동일하게 추출하였다.

페놀산의 분석

쌀 시료의 유리 페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산 추출물은 benzene : ethanol : acetic acid (20 : 4 : 1)를 전개 용매로 TLC(thin layer chromatography)하였다. Spot의 위치는 UV hand lamp(Mineralight lamp, UVGL-58, U.S.A.) 및 20% 황산용액을 분무, 건조하여 확인하고, 구성 페놀산은 syringic, sinapic, p-coumaric, ferulic, vanillic 등의 표준품과 R_f 값을 비교하여 조사하였다. 각 페놀산들의 함량은 scanner

(Video densitometer II, Zeineh, U.S.A.)를 이용하여 상대적인 감도로서 비교하였다.

총 페놀산 함량은 A.O.A.C.법(14)을 이용하여 측정하였다. 즉, 시료를 시료 중량 10배에 해당하는 methanol로 추출한 다음 3000rpm에서 20분간 원심분리하였다. 이 상등액 1ml에 Folin-Denis시약 5ml, 포화 Na₂CO₃ 용액 10ml을 첨가하여 Vortex 처리 후에 30분간 정치한 다음 760nm에서 흡광도를 측정하였다. 페놀 화합물의 표준물질로는 탄닌산을 사용하였다.

결과 및 고찰

지방산의 함량

제분 분획별 쌀 시료에서 총 지질을 추출 및 정제하여 수율 및 지방산 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

총 지질의 수율은 배아 27.3%, 백미 0.3~0.7%, 미강 14.0~20.1%이었으며 미강 및 백미 모두에서 외층일 수록 추출된 지질의 수율이 높았다.

지방산 함량은 배아의 경우 linoleic acid 43.0%, oleic acid 33.3% 및 palmitic acid 20.0%의 순으로 함량이 높았으며, linolenic acid 및 stearic acid는 각각 2.1% 및 1.7%로 소량 함유되어 있었다.

미강은 oleic acid 43.8~45.9%, linoleic acid 33.3~35.2% 및 palmitic acid 17.0~17.9%의 순으로 함량이 높았으며 linolenic acid 및 stearic acid도 각각 1.4~2.0%, 1.5~1.6%로 소량 함유되어 있어 안 등(8), 유와 최(9)의 보고와 거의 일치하였다.

Table 1. Yields and fatty acid composition of total lipid from rice with different milling fractions

Milling fraction	Total lipids	Fatty acid composition ¹⁾ (%)				
		16 : 0	18 : 0	18 : 1	18 : 2	18 : 3
Embryo	27.3	20.0	2.1	33.3	43.0	1.7
Rice bran ²⁾						
I	20.1	17.3	1.5	45.9	33.3	2.0
II	19.9	17.0	1.6	46.1	33.9	1.4
III	16.4	17.1	1.6	44.5	35.4	1.5
IV	14.0	17.9	1.6	43.8	35.2	1.5
Milled rice ³⁾						
I	0.7	21.3	2.0	32.1	43.0	1.7
II	0.5	22.1	2.1	28.6	45.5	1.8
III	0.5	23.0	2.3	26.6	46.4	1.8
IV	0.5	25.5	2.4	24.0	48.8	1.8
V	0.3	25.5	2.4	20.8	49.3	1.9

¹⁾Fatty acids are expressed as the number of carbons: number of double bonds

²⁾Bran I, II, III and IV mean bran fractions obtained by milling 2.2%, 3.8%, 7.0% and 9.5% from brown rice, respectively

³⁾Milled rice I, II, III, IV and V mean milled rice of 90.5%, 88.1%, 85.7%, 83.3% and 80.9% milling yields from brown rice, respectively

백미는 linoleic acid가 43.0~49.3%로서 가장 높은 함량을 나타내었고, oleic acid는 20.8~32.1%, palmitic acid는 21.3~25.5%의 함량으로 조사되었다. Stearic acid 및 linolenic acid는 각각 2.0~2.4% 및 1.7~1.9%로 소량 함유되어 있었다. 이는 백미의 지방산 종류와 함량을 조사한 신과 이(10) 및 이 등(11)의 결과와 동일한 경향을 나타내었다.

미강을 제분 분획별로 분획하였을 경우 oleic acid는 미강 III, IV의 43.8~44.5%와 비교하여 미강 I, II에서 45.9~46.1%로 높아 외층일수록 함량이 높았다. Linoleic acid는 미강 I, II의 33.3~33.9%와 비교하여 미강 III, IV에서 35.2~35.4%로 높아 내층일수록 함량이 높았다. Stearic acid는 내층의 함량이, linolenic acid는 외층의 함량이 다소 높기는 하였으나 명확하지는 않았으며 palmitic acid는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

백미의 경우 oleic acid의 함량은 외층으로 갈수록 높았으며, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid 및 linolenic acid의 함량은 내층으로 갈수록 높았다. 즉, oleic acid는 도정율이 증가함에 따라 함량도 20.8%에서 32.1%로 증가하였다. Palmitic acid, linoleic acid, stearic acid 및 linolenic acid는 도정율이 증가함에 따라 함량은 각각 25.5%에서 21.3%, 49.3%에서 43.0%, 2.4%에서 2.0% 및 1.9%에서 1.7%로 감소하였다.

유리 페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산의 구성성분

제분 분획별 쌀 시료로부터 유리 페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산을 추출하고 함량을 조사하여 Table 2에 나타내었다. 각 페놀산은 TLC로 분석하고 TLC scanner를 사용하여 상대적 강도를 Fig. 1 및 Table 3에 나타내었다.

미강은 유리 페놀산 321.0mg%, 페놀산 에스터 299.7 mg% 및 불용성 결합형 페놀산 212.4mg%의 순으로 함량이 높았다. 백미는 유리 페놀산 118.0mg%, 불용성 결합형 페놀산 56.0mg%이었으며, 페놀산 에스터는 거의 추출되지 않았다.

유리 페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀

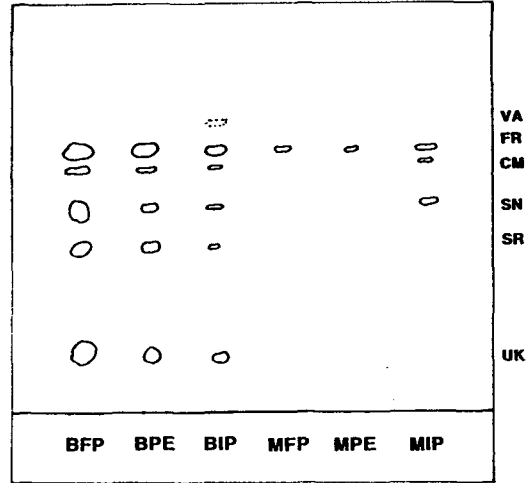


Fig. 1. Thin layer chromatogram of free, esterified and insoluble bound phenolic acid extract from defatted rice with different milling fractions. Absorbent; silica gel G(0.2mm), solvent system; benzene: ethanol: acetic acid(20 : 4 : 1, v/v/v), visualization; charring by heating with 20% H₂SO₄. BFP; rice bran free phenolic acid extract, BPE; rice bran esterified phenolic acid extract, BIP; rice bran insoluble bound phenolic acid extract, MFP; milled rice free phenolic acid extract, MPE; milled rice esterified phenolic acid extract, MIP; milled rice insoluble bound phenolic acid extract, UK; unknown compound, SR; syringic acid, SN; sinapic acid, CM; p-coumaric acid, FR; ferulic acid, VA; vanillic acid.

산의 구성 페놀산 함량은 가장 강도가 강하였던 미강 유리 페놀산의 ferulic acid를 기준으로 하여 상대적인 함량으로 나타내었다. 유리 페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산 각각에서 페놀산들 사이의 상대적인 함량비는 괄호에 표시하였다.

쌀의 구성 페놀산 함량을 평균 강도로 비교하면 미강의 경우 ferulic의 함량이 86.2%로 가장 높았다. Sinapic 및 syringic은 35.7~36.6%으로 유사하였고 p-coumaric 16.7%, vanillic 0.13%의 순으로 함량이 높았다. 미지의 물질도 평균 53.9%의 높은 강도를 나타내었으며 R_f값이 낮은 것으로 보아 당류 또는 당과 페놀의 화합물로

Table 2. Contents of free, esterified and insoluble bound phenolic acid extracts from defatted rice with different milling fractions (Unit : mg%)

	Phenolic acid extract		
	Free	Esterified	Insoluble bound
Rice bran	321.0	299.7	212.4
Milled rice ¹⁾	118.0	-	56.0

¹⁾Milling yields from brown rice was 92%

Table 3. Relative intensity of phenolic acids determined by TLC scanner on the thin layer chromatogram of free, esterified and insoluble bound phenolic acids from defatted rice with different milling fractions (Unit : %)

	Phenolic acids ¹⁾					
	Vanillic	Ferulic	p-Coumaric	Sinapic	Syringic	Unknown
Rice bran						
FP ²⁾	0.0(0.0)	100.0(28.3)	28.3(8.0)	74.4(21.1)	68.7(19.5)	81.4(23.1)
PE ³⁾	0.0(0.0)	91.2(42.0)	16.8(7.7)	25.0(11.5)	36.6(16.8)	47.7(22.0)
IP ⁴⁾	0.4(0.4)	56.7(53.0)	4.9(4.6)	7.7(7.2)	4.5(4.2)	32.7(30.6)
Milled rice ⁵⁾						
FP	0.0(0.0)	6.2(100.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
PE	0.0(0.0)	2.4(100.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
IP	0.0(0.0)	28.4(55.0)	10.8(20.9)	12.4(24.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)

¹⁾Values in parenthesis means relative ratio of intensity in the same row

²⁾FP; free phenolic acid, ³⁾PE; phenolic acids from hydrolyzed esters

⁴⁾IP; insoluble bound phenolic acid, ⁵⁾Milling yields from brown rice was 92%

추출되었다. 이에 관하여는 연구가 더욱 진행되어야 밝혀질 것으로 생각되었다. 백미 경우는 미강과 비교하여 ferulic 12.3%, sinapic 4.1%, p-coumaric 3.6%의 적은 함량을 나타내었다.

유리 페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산 각각에서 구성 페놀산들 사이의 상대적인 함량비를 조사하였다. 미강 유리 페놀산은 ferulic 28.3%, sinapic 21.1%, syringic 19.5%, p-coumaric 8.0%의 순이었으며 vanillic은 존재하지 않았다. 페놀산 에스터도 동일한 경향을 보였으나 함량비에 있어서는 ferulic이 42.0%로 유리 페놀산 보다 높았다. Syringic, sinapic 및 p-coumaric은 16.8%, 11.5% 및 7.7%의 함량을 나타내었다. 불용성 결합형 페놀산의 경우는 ferulic이 차지하는 비율이 유리 페놀산 및 페놀산 에스터의 결과 보다도 높아 53.0%를 나타내었다. Sinapic, p-coumaric, syringic 및 vanillic은 각각 7.2%, 4.6%, 4.2% 및 0.4%로 조사되었으며 페놀산 형태에 따라 구성 페놀산 및 함량비의 차이를 보였다.

백미는 유리 페놀산 및 페놀산 에스터의 경우 ferulic 외에 다른 페놀산은 조사되지 않았다. 불용성 결합형 페놀산의 경우는 ferulic 55.0%, sinapic 24.0% 및 p-coumaric 20.9%를 나타내었으며 syringic 및 vanillic은 존재하지 않았다. 유리 페놀산이 추출된 함량은 높았으나 구성 페놀산의 함량이 극히 적었다. 이는 추출 페놀산을 용해할 경우 용매에 녹지않은 불용성 물질의 존재에 기인한 것으로 고려되었다.

이상의 결과를 Yoshizawa 등(12)의 보고와 비교하면 쌀의 페놀성 물질로 ferulic acid의 함량이 가장 높다는 결과는 일치하였다. 그러나 p-coumaric acid의 함량이 ferulic acid와 유사하였다는 점과는 다소 차이를 나타내었다. 이는 대상 시료의 품종, 분획방법 및 분석방법의 차이에 기인한 것으로 생각되었다.

쌀의 주된 페놀산이 ferulic, sinapic, syringic 등으로 분석되었으나 유리 상태의 페놀산 및 당, 지질 등과 결합된 화합물도 존재할 수 있으므로 GLC-MS 등의 기기분석을 이용하여 페놀 화합물의 구조분석 및 정량에 관한 연구가 지속되어야 할 것이다.

제분 분획을 달리한 미강 및 백미 시료의 페놀성 물질 정량

제분 분획을 달리한 미강 및 백미 시료의 총 페놀산 함량을 표준 페놀화합물로 탄닌산을 사용하여 비색법에 의해 측정하였을 때, 미강에서는 미강 I, II, III 및 IV가 각각 0.17%, 0.11%, 0.08%, 0.03%로 나타났다. 미강에서의 총 페놀산 함량은 미강 I이 다른 분획에 비해 높아, 외층으로 갈수록 함량이 많아짐을 알 수 있었다. 반면, 백미에서는 제분 분획을 달리한 I, II, III, IV, V의 어느 시료에서도 페놀산이 검출되지 않았다. 상기의 결과에서 백미의 페놀산으로 ferulic, sinapic 및 p-coumaric이 소량 측정되었으나, 분획시료에서 페놀산이 검출되지 않았던 것은 백미 전체 시료에서 미량 존재하였던 성분이 분획에 따라 함량이 분산되었고 또 한 검출 방법의 감도 차이에 의하여도 영향을 받아 측정되지 않은 것으로 생각되었다. 따라서 백미에서 페놀산은 존재하지만 함량은 미량인 것으로 판단되었으며 도정조건을 조정하여 함량을 증가시킬 경우 영양생리적 활용도를 높일 수 있다고 고려되었다. 한편, 배아의 총 페놀산 함량은 0.18%로서 미강 보다 함량이 더 높게 나타났다.

요 약

쌀의 영양, 가공 및 저장 등 효율적인 활용을 위한

기초자료의 제시를 목적으로 제분 분획(milling fraction) 별로 시료를 제조하여 지방산과 페놀산 함량을 조사하였다. 쌀의 주요 지방산은 palmitic, oleic 및 linoleic 으로서, 배아는 palmitic 20.0%, oleic 33.3% 및 linoleic 43.0%의 함량을, 미강은 palmitic 17.3%, oleic 45.1% 및 linoleic 34.5%의 함량을, 백미는 palmitic 23.4%, oleic 26.2% 및 linoleic 46.4%의 함량을 나타내었다. 제분 분획별 지방산 함량은 미강의 경우 oleic은 외층일수록, linoleic 내층일수록 함량이 높았다. 백미의 경우 oleic acid는 외층일수록, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid 및 linolenic acid는 내층일수록 함량이 높았다. 페놀산 함량은 미강의 경우 유리 페놀산 321.0mg%, 페놀산 에스터 299.7mg% 및 불용성 결합형 페놀산 212.4 mg%이었다. 백미는 유리 페놀산 118.0mg%, 불용성 결합형 페놀산 56.0mg%이었고 페놀산 에스터는 추출되지 않았다. 페놀산의 구성성분은 미강의 경우 ferulic acid의 함량이 86.2%로 가장 높았으며 sinapic 및 syringic acid는 35.7~36.6%, p-coumaric acid는 16.7%이었고 vanillic acid는 미량 검출되었다. 백미는 ferulic acid 12.3%, sinapic acid 4.1%, p-coumaric acid 3.6%의 함량을 나타내었다. 제분 분획별로 조사한 총 페놀산의 함량은 배아가 0.18%로 가장 높았으며 미강은 외층일수록 함량이 높았고 백미는 미량존재 하였던 성분이 분획에 따라 함량이 분산되어 검출되지 않았다.

문 헌

1. Juliano, B. O. : The rice caryopsis and its composition. In "Rice chemistry and technology" Houston, D. F. (ed.), Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, Minnesota, Chapter 2, p.16(1972)
2. Pomeranz, Y. : Lipids. In "Functional properties of food components" Academic Press Inc., Orlando Florida, Chapter 7, p.241(1985)
3. Duke, J. : *Biologically active phytochemicals and their activities*. CRC Press, Inc. Boca Raton Florida(1992)
4. Rhee, T. and Iida, T. : Antioxidant for fat and oils from canary seed : sterol and triterpene alcohol esters of caffeic acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **46**, 75(1981)
5. 이병완, 신동화 : 식품 부패 미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색. 한국식품과학회지, **23**, 200 (1991)
6. 김인호, 전향숙, 문태화 : 현미의 항돌연변이 활성물질의 구성성분. 한국농화학회지, **38**, 478(1995)
7. 권경순, 김현구, 안명수 : 일반계 및 다수계 미강유의 지방질 함량과 중성 지방질 조성. 한국식품과학회지, **28**, 207(1996)
8. 안태희, 이종욱, 김동연 : 통일계 및 일반계 쌀겨의 지질 성분. 한국식품과학회지, **16**, 192(1984)
9. 유정희, 최홍식 : 미강의 지질 성분 및 저장중 지질 특성 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, **12**, 278(1980)
10. 신호선, 이종용 : 멥쌀과 찰쌀중의 지방질 함량 및 중성 지방질의 조성에 관한 비교. 한국식품과학회지, **18**, 137 (1986)
11. 이회자, 이현주, 변시명, 김형수 : 현미와 백미의 지질 함량 및 중성 지질의 조성에 관한 연구. 한국식품과학회지, **20**, 585(1988)
12. Yoshizawa, K., Komatsu, S., Takahashi, I. and Otsuka, K. : Phenolic compounds in the fermented products I. Origin of ferulic acid in *Sake*. *Agric. Biol. Chem.*, **34**, 170(1970)
13. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanly, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
14. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., U.S.A.(1990)
15. Krygier, K., Sosulski, F. and Hogge, L. : Free, esterified and insoluble-bound phenolic acids(I). Extraction and purification procedure. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 330 (1982)

(1996년 7월 9일 접수)