

쌀 품종별 백미와 현미의 영양성분 조성 비교

최정숙[†] · 안훈희 · 남희정*

농촌진흥청 농촌생활연구소
*명지대학교 식품영양학과

Comparison of Nutritional Composition in Korean Rices

Jeong-Sook Choe[†], Hoon-Hee Ahn and Hee-Jung Nam*

National Rural Living Science Institute, Gyunggi 441-853, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Myongji University, Gyunggi 449-728, Korea

Abstract

The purpose of this research was to prove the excellency of unpolished (brown) rice with respect to nutritional composition and to compare chemical composition among six varieties of rice. Some nutritional composition in the polished (well-milled) rice and unpolished (brown) rice of the six typical Korean varieties (*Chucheong*, *Hwasung*, *Odae*, *Ilmi*, *Dongjin*, *Ilpum*) were determined. Most of nutrients in the brown rice were much greater than those in the milled rice and there was significant difference among rice varieties in some chemical compositions. The major minerals of milled rices were Ca, 6~15 mg%; P, 91~125 mg%; Fe, 0.3~1.2 mg%; Na, 10~14 mg%; K, 106~205 mg%; Zn, 1.0~1.8 mg% and Mg, 32~58 mg%. The mineral contents of brown rices were Ca, 4~11 mg%; P, 92~286 mg%; Fe, 1.3~1.9 mg%; Na, 12~15 mg%; K, 243~320 mg%; Zn, 1.5~2.3 mg%; Mg, 112~140 mg%. Major fatty acids in six rice varieties were linoleic acid, oleic acid and palmitic acid, which comprised of about 93% of total fatty acid. Amino acid analysis showed that aspartic acid, glutamic acid, arginine and leucine were major amino acids, whereas histidine, threonine and tryptophan were minor ones of rice. Most amino acid contents was higher in *Ilmi* than the other varieties. The contents of vitamin in brown rices were considerably higher than those in well-milled rice. There was not significant difference in total dietary fiber among rice varieties : 1.1~1.2% for milled rice, 3.2~3.5% for brown rice.

Key words: rice, brown rice, nutrient, amino acid, vitamin, mineral

서 론

우리 나라는 농경을 시작하던 기원전 6~7세기경부터 삼국 시대를 거치는 동안에 농업국으로서 농산물이 주요 식량원이 되었으며 특히 쌀을 비롯한 곡류는 우리에게 주식으로서 지금까지 자리를 하고 있다. 한 때 쌀은 필수아미노산 영양가치를 평가하지 않고 밀가루보다 단백질, 무기질, 비타민의 함량이 적다는 이유로 밀가루의 홍보가 이루어져 쌀이 가지고 있는 영양가치가 평가 절하된 적이 있었다.

쌀의 구성성분은 쌀의 품종, 도정율, 저장기간, 재배지역에 따른 차이가 있으나 일반적으로 쌀의 주성분은 전분이 70% 이상 차지하고 있으며 단백질 7~8%, 지방 1~3%, 소량의 비타민과 무기질을 함유하고 있다(1). 미립내부의 일반적인 영양 성분은 미립전체에 균일하게 분포하고 있는 것이 아니라 어느 정도 편중되어 과중피, 호분층에 많이 함유되어 있다(2,3). 단백질, 지방, 칼슘, 철분 및 티아민 등의 성분은 회분 및 섬유질과 같은 경향으로 도정 수율과 비례관계를 보였는데 이것은 밥맛

을 좋게 하기 위하여 도정 수율을 낮추게 되면 비례적으로 상당량의 영양성분이 손실됨을 보여준다(3-5).

쌀의 영양성분에 관해서는 추청, 일품 등을 중심으로 한 한국산 쌀 품종에 따른 조단백질, 무기질, 비타민, 조지방, 조섬유, 수분, 회분에 대한 연구는 다소 이루어진 바 있으나(3,5-14) 새로 육종된 일부 품종의 전체 영양성분에 대해서는 보고된 바가 거의 없었다. 이에 본 연구는 표준재배법으로 육성한 주요재배 장려품종 6종의 백미와 현미중의 영양성분을 분석하여 쌀의 영양적 가치를 제고하는 한편 품종 및 도정률에 따른 각 성분의 차이를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

농촌진흥청 작물시험장에서 표준재배법으로 육성한 쌀 주요재배장려품종 6종[화성(Hwasung), 추청(Chucheong), 오대(Odae), 일품(Ilpum), 일미(Ilmi), 동진(Dongjin)]에 대한 영양

[†]Corresponding author. E-mail: choejs@rda.go.kr
Phone: 82-31-299 0517, Fax: 82-31-299 0568

성분 분석을 실시하였다. 각 품종별 벼를 Satake Grain Testing Mill(Satake Engineering Co., Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 현미로 만들었다. 이 현미를 McGill Sheller Mill(McGill Sheller Co., USA)을 이용하여 정백율 92%로 표준 조정하여 백미로 만든 다음 0.5mm screen을 사용한 Cyclotec 1093 Sample Mill(Tecator Co., Sweden)로 분쇄하여 분석용 시료로 하였다. 실험은 모두 3회 반복하여 정량한 뒤 그 평균값을 구하였다.

실험방법

일반성분: 회분은 건식회화법(15)으로 분석하였으며 조단백질은 Micro-kjeldahl법(15)을 이용하였고 조지방은 Soxhlet 추출법(15,16), 조섬유는 Henneberg-stohmann법을 개량한 방법(15)으로 측정하였다.

무기질: P, Ca, Fe, Na, K, Zn, Mg 등 6항목의 무기질 함량을 분석하였다. 우선 시료를 Microwave 시료 전처리(Milestone, MLS 1200, USA)로 습식분해 후 Ca, Fe, Na, K, Zn, Mg은 원자흡광광도계(HITACHI Z6100, Japan)로 측정하였고 P은 ammonium vanadate 발색법으로써 470 nm에서 측정하였다.

비타민: vitamin B₁, B₂ 및 niacin 등 3가지의 함량을 분석하였는데 vitamin B₁은 thiochrom 형광법, vitamin B₂는 lumiflavin형광법, niacin은 König반응에 의한 비색법으로 측정하였다(17).

식이섬유: 총 식이섬유함량은 Prosky 등(18)의 방법에 따라 total dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 사용하여 측정하였다.

지방산: 지질의 추출은 시료를 일정량 취하여 Folch 등(19)의 방법에 의하여 추출하였다. 추출한 지방을 Lepage와 Roy(20)의 방법에 의하여 지방산을 methyl ester화한 후 Gas Chromatograph(GC/FID HP5890, HP6890)로 분석하였다. 분석 조건은 검출기: FID(Flame Ionization Detector), 칼럼: HP INNOWAX, HP-FFAP, injection temperature: 250°C, detector temperature: 280°C, column 온도: 50°C for 2 min 50~180°C (4°C/min), 180~230°C(2.5°C/min), carrier gas: He 1 mL/min에서 분석하였다.

아미노산: 아미노산 분석은 Daniel(21), Steven(22)의 방법에 따라 분해 및 유도체화 과정을 거친 후 HPLC(Waters Co.)로 분석하였다. 먼저 균질화된 시료 일정량에 6 N 염산용액 30 mL 넣고 질소가스를 불어넣어 주면서 밀봉시켜 115°C 오븐에서 24시간 분해시켰다. Cystine 분석은 디티오디프로피온산 1 mL를 처리하여 초음파로 20분간 균질화시킨 후 실온에서 3시간 정치한 후 감압농축기를 이용하여 메탄올을 날려보내고 6 N-염산용액(0.06% 페놀함유) 6 mL를 넣고 질소가스를 불어 넣어주면서 밀봉을 시킨 후 115°C에서 18시간 분해시켰다. Tryptophan 분석은 6 N 수산화나트륨용액 6 mL를 넣고 질소가스를 불어 넣어주면서 밀봉을 시키고 115°C오븐에서

24시간 분해시켰다. 분해된 시료를 6 N 수산화나트륨으로 중화시키면서 증류수를 이용하여 25 mL로 정용하고 여과시킨 액 20 µL를 1 mL의 갈색유리병에 취하여 borate buffer 60 µL를 넣고 10초간 교반시켰다. 여기에 AccQ 유도체 용액 20 µL 첨가하고 다시 10초간 교반시켜 1분간 정치시킨 후 55°C 오븐에서 10분간 반응시켰다. HPLC 시료 주입구에 10 µL를 주입하였으며 column은 AccQ-Tag column(3.9×150 nm), 검출기는 형광(Ex: 250 nm, Em: 395 nm, Waters 474) 및 UV검출기(254 nm, Waters 486)를 이용하였다.

통계처리

통계처리는 통계 package SAS 8.1에 의하여 백미와 현미 각각 일원 분산분석(one way ANOVA)을 실시하였으며, 5% 유의수준에서 검증하였다. 분산분석 후 품종간에 유의차가 발견되었을 때 Tukey's multiple range test를 이용한 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

무기질 및 조회분 함량

쌀의 품종에 따른 백미와 현미의 무기질 함량을 Table 1에 제시하였다. 칼슘은 백미의 경우 5.9~14.8 mg%, 현미의 경우 4.0~10.9 mg%이었으며 인은 백미가 91~125 mg%, 현미는 92~286 mg%였다. 철은 백미에 0.3~1.2 mg%, 현미에 1.3~1.9 mg% 정도 들어 있었으며 나트륨은 백미에 10.2~13.9 mg%, 현미에 12.2~15.2 mg% 정도 함유되어 있었다. 칼륨은 백미가 106~205 mg%, 현미가 243~320 mg%이었으며 아연은 백미가 1.0~1.8 mg%, 현미가 1.5~2.3 mg%로 분석되었고 마그네슘은 백미가 31.9~58.4 mg%, 현미는 112.3~139.7 mg%로 분석되었다.

도정에 따른 전체적인 무기질의 변화를 보면 인, 철, 나트륨, 칼륨, 아연, 마그네슘의 경우 도정률이 증가할수록 함량이 감소되는 경향을 보인 반면 칼슘은 도정률이 증가할수록 함량이 증가하는 경향을 보였다. 품종별로 살펴보면 백미에서는 추청이 14.8±1.5 mg%로 가장 높은 칼슘 함량을 보였으며 오대품종은 인과 마그네슘이 각각 125±6.0 mg%, 58.4±2.2 mg%로 다른 품종에 비하여 많이 함유되어 있었다. 일품은 나트륨, 칼륨, 아연이 각각 13.9±1.0 mg%, 205±173 mg%, 1.8±0.0 mg%로 다른 품종에 비하여 많은 것으로 나타났으며, 동진 품종은 철의 함량이 많았다(1.2±0.5 mg%). 품종간에 유의적인 차이를 보인 무기질은 칼륨, 인, 철, 아연과 마그네슘이었다. 농촌진흥청(7)의 1993년 연구에서 보고된 추청쌀의 무기질 함량 중 칼슘, 칼륨은 본 연구결과와 분석치보다 높은 값을 보인 반면 철분, 나트륨 함량은 본 연구결과보다 낮았다. 또 일품쌀의 경우는 철, 칼륨함량은 본 연구결과보다 낮은 반면 칼슘, 나트륨 함량은 높은 것으로 보고되어 본 연구결과와 차이를 보였다.

Table 1. Comparison of mineral contents in well-milled rice and brown rice (mg%)

Mineral	Hwasung	Chucheong	Odae	Ilpum	Ilmi	Dongjin	p-value
Well-milled rice							
Ca	10.7±0.5 ^{1bc2)}	14.8±1.5 ^a	13.7±0.5 ^{ab}	5.9±0.3 ^d	11.9±0.6 ^{bc}	12.7±0.5 ^{abc}	***
P	91±4 ^b	104±2 ^b	125±6 ^a	91±1 ^b	95±10 ^b	97±4 ^b	***
Fe	0.7±0.6 ^{ab}	0.7±0.1 ^{ab}	0.3±0.2 ^{ab}	1.2±0.0 ^a	0.8±0.2 ^{ab}	1.2±0.5 ^{ab}	*
Na	10.5±2.6	10.2±1.6	10.9±0.5	13.9±1.0	11.5±0.2	12.6±3.0	ns ³⁾
K	106±3.0	120±10.0	153±18.0	205±173.0	115±2.0	139±14.0	ns
Zn	1.4±0.0 ^b	1.4±0.0 ^b	1.7±0.2 ^a	1.8±0.0 ^a	1.1±0.0 ^c	1.0±0.0 ^c	***
Mg	33.3±1.2 ^d	38.1±1.5 ^c	58.4±2.2 ^a	49.2±1.3 ^b	31.9±0.9 ^d	34.8±1.3 ^{cd}	***
Brown rice							
Ca	4.4±0.3 ^{dc}	5.2±0.2 ^{cd}	9.1±0.4 ^b	4.0±0.1 ^c	5.7±0.5 ^c	10.9±0.6 ^a	***
P	229±13 ^b	92±15 ^c	286±0.4 ^a	231±10 ^b	247±15 ^b	235±7.7 ^b	***
Fe	1.9±0.5 ^a	1.6±0.2 ^b	1.3±0.0 ^b	1.7±0.2 ^b	1.7±0.1 ^b	1.4±0.5 ^b	*
Na	14.5±2.9	15.2±2.5	12.2±3.9	13.9±1.1	12.4±1.6	12.8±2.2	ns
K	251±6.0 ^d	263±5.0 ^{cd}	320±2.0 ^a	243±23.0 ^d	290±3.0 ^{bc}	313±3.0 ^{ab}	***
Zn	2.3±1.0 ^{ab}	1.9±0.1 ^{bcd}	2.3±0.2 ^a	2.0±0.0 ^{abc}	1.8±0.1 ^{cd}	1.5±0.1 ^d	***
Mg	118.8±1.5 ^{bc}	123.3±0.6 ^b	139.7±5.2 ^a	120.3±2.5 ^b	125.8±1.6 ^b	112.3±3.1 ^c	***

¹⁾Data were presented as mean±SD (n=3).

²⁾Means in a row with different letters are significantly different at 5% significance level by Tukey's multiple range test.

³⁾ns: not significant. ***p<0.0001, *p<0.05.

현미의 분석결과에서는 화성 품종의 경우 철 함량(1.9±0.5 mg%)이, 추청 품종은 나트륨(15.2±2.5 mg%)이 각각 다른 품종에 비하여 많은 것으로 나타났다. 오대 품종은 인, 칼륨, 아연, 마그네슘이 각각 286±0.4 mg%, 320±2.0 mg%, 2.3±0.2 mg%, 139.7±5.2 mg%로 다른 쌀에 비해 함량이 높은 것으로 분석되었고, 동진 품종은 칼슘이 10.9±0.6 mg%으로 현미 중 가장 높았다. 나트륨을 제외한 모든 무기질에서 품종간에 유의적인 차이를 보였다.

한편 백미의 무기질 함량은 칼륨>인>마그네슘>칼슘>나트륨>아연>철 순으로 많이 함유하고 있는 것으로 나타났으며 현미는 대부분의 쌀 품종에서 칼륨>인>마그네슘>나트륨>칼슘>아연>철 순으로 나타나 Kim 등(5)의 연구결과와 비슷한 분석결과를 보였다. 한국인영양권장량(23)의 식품영양가표에

서 제시한 자료에는 백미가 칼륨>인>칼슘>나트륨>아연>철 순으로, 현미는 인>칼륨>철>아연>나트륨>칼 순으로 함유량이 제시되어 있어 백미의 경우 식품영양가표에서 제시한 순서와 동일한 결과를 얻었으나 현미의 경우 본 연구 결과와 식품영양가표에서 제시한 무기질 함량순서에 상당한 차이를 나타내었으며 또한 함량에서도 본 연구결과와 많은 차이를 나타내고 있어 쌀의 품종간의 차이뿐만 아니라 같은 품종이라도 재배 지역간의 차이가 클 것으로 사료된다.

Fig. 1은 쌀 품종에 따른 백미와 현미의 조회분함유량을 분석한 결과이다. 백미에서는 품종간에 유의적인 차이를 보였는데(p<0.0001) 추청, 오대, 일미 품종은 모두 0.53 g/100 g으로 높은 회분량을 나타낸 반면 일품은 0.41 g/100 g으로 가장 낮은 회분 함량을 나타내었다. 현미의 경우 오대 품종이 1.54 g/100 g

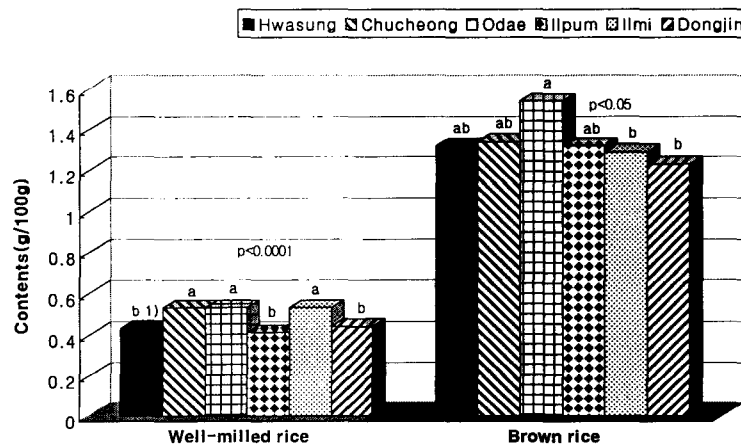


Fig. 1. Comparison of ash of well-milled rice and brown rice.

Data were presented as mean (n=3).

¹⁾Different letters are significantly different by Tukey's multiple range test in well-milled rice and brown rice, respectively.

으로 회분 함량이 가장 많았고 동진이 1.29 g/100 g로 가장 적은 양의 회분을 함유하였으며 품종간에 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 한편 도정률이 증가할수록 대부분의 품종에서 회분 함량이 1/2 수준으로 감소되었다.

지방산 조성 및 조지방 함량

Table 2에 쌀 품종별 백미와 현미의 지방산 조성을 제시하였다. 표에서 보는 바와 같이 백미의 경우 전체적으로 불포화 C18:1이 가장 높은 비율(33~41%)을 차지하였고, 그 다음 C18:2(21~41%), C16:0(13~28%) 순으로 그 비율이 높았으며 현미의 경우도 같은 경향을 나타내었다.

백미의 경우 포화지방산(SFA)은 오대쌀을 제외하고 20~33% 범위를 나타내었고, 단일불포화지방산(MUFA)은 34~44%, 다중불포화지방산(PUFA)은 24~42% 정도를 차지하였다. 반면 현미에 있어서는 포화지방산이 19~21% 정도 함유되어 있었고 단일불포화지방산은 39~45%, 다중불포화지방산은 33~40%로서 백미와 차이를 보였다.

백미와 현미의 품종별 지방산 조성을 비교해 보면 다음과 같았다. 먼저 백미의 경우 화성 품종은 palmitic acid(C16:0), oleic acid(C18:1)의 함량이 각각 27.69%, 40.51%로 다른 쌀 품종에 비하여 그 비율이 높았다. 추청의 경우 가장 함량이 많은 지방산은 linoleic acid(37.37%)였으며 그 다음으로 oleic acid(33.37%), palmitic acid(18.90%) 순으로 많았다. Shin과 Rhee(24)는 추청벼 백미종의 유리지방의 지방산 조성을 검토한 결과 linoleic acid 41.6%, oleic acid 31.5%였으며 Son 등(25)은 linoleic acid 40.96%, oleic acid 35.19%로서 본 실험의 결과와는 약간 차이를 보였다. 오대 품종은 linoleic acid가 40.63%로서 다른 품종에 비하여 그 비율이 높았다.

현미의 분석결과에서는 추청의 경우 가장 함량이 많은 지방산은 oleic acid(42.34%)였으며 그 다음으로 linoleic acid(33.15%), palmitic acid(15.95%) 순으로 많았다. 푸과 누(26)가 보고한 한국산 추청벼 현미의 지방산 조성인 oleic acid 40.3%, linoleic acid 36.9%와 유사한 결과이다. 화성 품종은 palmitic acid 비율(18.37%)이 다른 쌀 품종에 비하여 높았으며, 일품 품종은 stearic acid(2.18%) 및 oleic acid(43.54%)가, 동진은 linoleic acid(38.64%), 일미는 linolenic acid(2.24%)가 각각 다른 품종에 비하여 그 비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 단일 불포화지방산은 백미의 경우 화성 품종이 41.22%, 현미는 일품쌀이 44.58%로 다른 품종에 비하여 그 비율이 높았다. 다중 불포화지방산은 백미의 경우 오대 품종(41.78%)이, 현미의 경우는 동진쌀(40.51%)에서 그 비율이 높은 것으로 분석되었다. USFA/SFA의 비는 백미의 경우 오대 품종이 5.12로, 현미에 있어서는 일미 품종이 4.16로 가장 높았다.

포화지방산(SFA)은 백미와 현미의 경우 모두 화성 품종이 각각 32.94%, 21.07%로 그 비율이 가장 높았다. 불포화지방산(USFA)은 백미의 경우 오대 품종이 82.69%, 현미는 동진 품종이 79.46%로 가장 높은 값을 나타내었다. 현미의 경우 각 쌀 품종별로 포화지방산과 불포화지방산의 비율에 있어서는 차이가 나타나지 않았으나 도정한 후(백미)에는 쌀 품종별로 포화지방산과 불포화지방산 조성에 차이가 많은 것으로 나타나 쌀 외층과 배유부분의 지방산 분포는 품종별로 다소 차이가 있는 것으로 분석되었다. 지방산의 균형적인 PUFA/MUFA/SFA의 비율을 1:1~1.5:1 또는 1:1.2:1로 제시하고 있다(27). 본 실험에서 분석한 6가지 쌀 품종의 PUFA/MUFA/SFA 비율은 일미(백미) 품종이 위에서 제시한 균형적인 지방산

Table 2. Comparison of fatty acid composition in well-milled rice and brown rice

(%)

Fatty acids	Well-milled rice						Brown rice					
	Hwasung	Chucheong	Odae	Ilpum	Ilmi	Dongjin	Hwasung	Chucheong	Odae	Ilpum	Ilmi	Dongjin
C14:0	0.48	0.92	0.17	0.67	0.65	0.50	0.27	0.33	0.31	0.30	0.26	0.25
C15:0	0.06	0.15	0.05	0.05	0.07	0.13	0.02	0.11	0.03	0.03	0.04	0.04
C16:0	27.69	18.90	13.84	17.37	24.86	21.37	18.37	15.95	17.34	16.29	16.38	17.17
C16:1	0.15	0.48	0.09	0.13	0.13	0.13	0.13	0.10	0.16	0.12	0.00	0.14
C18:0	3.74	3.78	1.57	4.17	3.00	2.45	1.89	1.89	1.48	2.18	1.67	1.90
C18:1	40.51	33.37	40.25	43.11	33.20	34.64	41.35	42.34	42.23	43.54	39.55	38.81
C18:2	21.04	37.37	40.63	27.20	33.20	38.11	34.35	33.15	33.34	32.05	37.06	38.64
C18:3	4.30	1.59	1.15	4.72	1.36	1.16	1.59	0.99	1.62	1.32	2.24	1.87
C20:0	0.97	0.50	0.52	1.00	0.79	0.83	1.15	0.75	1.07	0.92	0.74	0.91
C20:1	0.56	0.44	0.57	0.72	0.44	0.46	0.81	0.72	1.12	0.92	0.60	0.00
SFA ¹⁾	32.94	24.25	16.15	23.26	29.37	25.28	21.07	19.03	20.23	19.72	19.09	20.27
USFA ²⁾	66.56	73.25	82.69	75.88	68.33	74.50	78.23	77.30	78.47	77.95	79.45	79.46
MUFA ³⁾	41.22	34.29	40.91	43.96	33.77	35.23	42.29	43.16	43.51	44.58	40.15	38.95
PUFA ⁴⁾	24.34	38.96	41.78	31.92	34.56	39.27	35.94	34.14	34.96	33.37	39.30	40.51
MUFA/SFA	1.25	1.41	2.53	1.89	1.15	1.39	1.95	2.27	2.15	2.26	2.10	1.92
PUFA/SFA	0.74	1.61	2.59	1.37	1.18	1.55	1.66	1.79	1.73	1.69	2.06	2.00
PUFA/MUFA	0.59	1.14	1.02	0.73	1.02	1.11	0.85	0.79	0.80	0.75	0.98	1.04
USFA/SFA	2.02	3.02	5.12	3.26	2.33	2.95	3.61	4.06	3.88	3.95	4.16	3.92

¹⁾SFA: saturated fatty acid.

²⁾USFA: unsaturated fatty acid.

³⁾MUFA: monounsaturated fatty acid.

⁴⁾PUFA: polyunsaturated fatty acid.

조성에 가장 근접하는 것으로 나타났다.

Fig. 2는 쌀 품종별 백미와 현미의 조지방 함유량을 분석한 결과이다. 백미의 경우 품종별로 조지방함량에 차이를 보였는데($p < 0.05$), 일미 품종이 0.92 g/100 g로 가장 높았고 동진 품종이 0.31 g/100 g로 가장 낮았다. 현미에서는 일품이 2.5 g/100 g으로 가장 높은 지방을 함유하고 있었으며 일미가 1.03 g/100 g으로 가장 낮은 지방을 함유($p < 0.0001$)하고 있었다. 모든 품종에서 백미의 조지방 함량은 현미의 1/5 수준으로 감소되었는데 특히 화성과 일품의 도정률 증가에 따른 조지방 감소가 다른 품종에 비하여 크게 나타났다. 한국인영양권장량(23)의

식품영양가표에서 제시한 현미와 백미의 지방 함량은 각각 2.7 g/100 g, 0.4 g/100 g으로 백미와 현미 중 비슷한 지방함량을 보이는 품종이 있었으나 현미의 경우는 대부분 품종의 지방함량이 식품영양가표에서 제시한 지방함량보다 더 적은 것으로 나타났다.

아미노산과 조단백 함량

Table 3에 쌀 품종별 백미와 현미에 함유되어 있는 아미노산 및 조단백 분석 결과를 제시하였다. 전체적으로 가장 많이 함유된 아미노산은 glutamic acid이었는데 백미는 11.54~

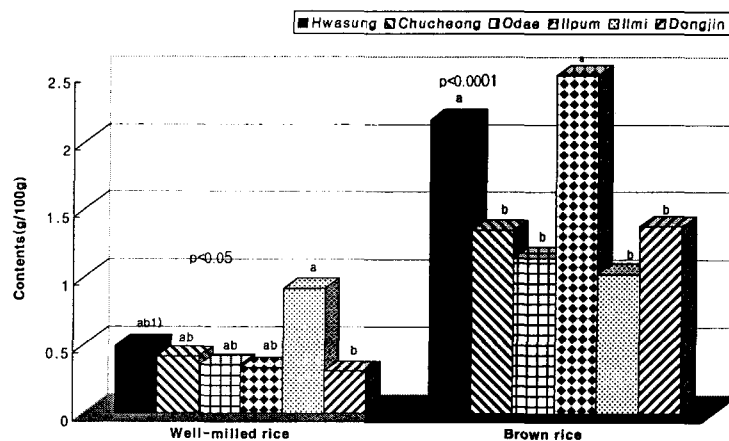


Fig. 2. Comparison of lipid of well-milled rice and brown rice.

Data were presented as mean (n = 3).

¹⁾Different letters are significantly different by Tukey's multiple range test.

Table 3. Comparison of amino acid contents in well-milled rice and brown rice

(mg/g)

Amino acids	Well-milled rice						Brown rice					
	Hwasung	Chucheong	Odae	Ilpum	Ilmi	Dongjin	Hwasung	Chucheong	Odae	Ilpum	Ilmi	Dongjin
Lysine	2.09	2.16	2.33	2.25	3.15	2.39	2.41	2.52	2.82	2.41	3.11	3.00
Histidine	1.18	1.12	1.28	1.29	1.93	1.79	1.41	1.51	1.79	1.43	1.97	1.92
Arginine	6.15	5.01	5.85	6.08	7.21	7.09	5.19	5.26	6.35	4.96	7.48	6.88
Aspartic acid	6.41	5.98	6.86	6.21	7.89	6.51	5.61	6.12	7.06	5.83	8.19	7.78
Threonine	2.29	2.15	2.33	2.51	2.36	2.75	1.96	2.06	2.38	2.00	2.69	2.68
Serine	3.15	2.78	3.56	3.28	4.57	4.20	2.65	2.72	3.28	2.62	3.77	3.73
Glutamic acid	13.12	11.54	13.37	12.45	16.93	14.71	13.30	14.08	16.95	13.29	20.24	19.48
Proline	3.15	2.95	2.91	3.11	3.98	3.34	2.61	2.68	3.22	2.78	3.83	3.67
Alanine	4.08	3.88	4.43	4.15	5.68	5.88	4.78	4.97	5.78	4.80	6.80	6.48
Glycine	3.32	2.88	3.41	3.21	3.95	3.52	2.65	2.71	3.18	2.61	3.53	3.42
Valine	2.69	2.78	2.94	2.76	4.78	4.29	3.53	3.70	4.38	3.69	5.28	5.01
Methionine	1.48	1.52	1.52	1.41	1.65	1.59	1.29	1.40	1.53	1.35	1.78	1.61
Cystine	1.27	1.26	1.44	1.31	1.68	1.75	1.67	1.62	1.64	1.58	1.76	1.70
Isoleucine	2.87	2.88	2.54	2.78	3.74	3.39	2.48	2.57	3.04	2.58	3.75	3.56
Leucine	5.17	6.41	5.52	5.12	7.11	6.42	4.50	4.73	5.65	4.72	6.92	6.52
Tyrosine	2.74	2.71	3.20	2.88	3.43	3.20	1.93	1.54	1.88	1.31	2.58	2.11
Phenylalanine	3.05	3.11	3.34	3.15	4.46	3.99	2.85	2.94	3.52	2.95	4.40	4.16
Tryptophan	0.75	0.78	0.85	0.81	0.98	0.91	0.94	1.08	1.05	1.00	1.24	1.19
Total A · A ¹⁾	64.96	61.90	67.68	64.76	85.48	77.72	61.76	64.21	75.50	61.91	89.32	84.54
EAA ²⁾	21.57	22.91	22.65	22.08	30.16	27.52	21.37	22.51	26.16	22.13	31.14	29.65
EAA/Protein	0.43	0.43	0.36	0.43	0.39	0.34	0.35	0.32	0.34	0.37	0.35	0.35
EAA/Total A · A	0.33	0.37	0.33	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.35	0.35
crude protein	67.8	63.5	69.1	67.1	87.6	78.6	62.4	66.1	76.7	62.8	91.4	86.6

¹⁾AA: amino acid. ²⁾EAA: essential amino acid.

16.93 mg/g, 현미는 13.29~20.24 mg/g 정도 들어 있었다. 쌀에 가장 적게 함유된 아미노산은 tryptophan으로 백미는 0.75~0.98 mg/g, 현미는 0.94~1.19 mg/g로 분석되었으며 총 아미노산량은 백미가 61.90~85.48 mg/g이었고 현미는 60.76~89.32 mg/g으로 분석되었다. 품종별로 살펴보면 백미의 경우 일미 품종의 lysine(3.15 mg/g), histidine(1.93 mg/g), arginine(7.21 mg/g), aspartic acid(7.89 mg/g), serine(4.57 mg/g), glutamic acid(16.93 mg/g), proline(3.98 mg/g), alanine(5.68 mg/g), glycine(3.95 mg/g), valine(4.78 mg/g), methionine(1.65 mg/g), isoleucine(3.74 mg/g), leucine(7.11 mg/g), tyrosine(3.43 mg/g), phenylalanine(4.46 mg/g), tryptophan(0.98 mg/g)이 다른 쌀 품종에 비하여 많았고 동진 품종은 cystine이 1.75 mg/g로 다른 쌀 품종에 비하여 많이 함유하고 있는 것으로 분석되었다. 현미의 경우 lysine과 aspartic acid를 제외한 모든 아미노산이 다른 쌀 품종에 비하여 일미쌀에 많은 것으로 나타났다 동진쌀은 lysine이 3.00 mg/g, aspartic acid이 7.78 mg/g로 다른 쌀 품종에 비하여 많이 함유하고 있었다. 필수아미노산의 함량은 백미와 현미에서 모두 일미 품종이 각각 30.16 mg/g, 31.14 mg/g로 높은 함량을 보였다. 전체아미노산 함량에 대한 필수아미노산의 함량비율이 백미는 추청 품종(37%)에서, 현미는 일품(36%)에서 가장 높았으며 FAO(28)가 제시한 32.3% 보다는 모든 쌀 품종에서 높은 것으로 조사되었다.

한편, 조단백질 함량은 품종별로 차이를 보였는데 백미와 현미 모두 일미 품종이 각각 87.6 mg/g, 91.4 mg/g로 가장 높은 함량을 나타내었다. 한국인 영양권장량(23)의 식품영양표에서 현미는 6.4%, 백미는 6.6%로 제시하고 있어 쌀이 함유하는 단백질의 양은 품종과 지역에 따라 다소 차이가 나타나는 것으로 사료된다.

비타민과 섬유소 함량

Table 4에서 보는 바와 같이 도정률에 따라 비타민 함량은 감소하는 경향을 보였는데 niacin은 10~30%가 감소하였으며 비타민 B₁은 15~60%가 감소하였고 비타민 B₂는 거의 모든 품종에서 50% 이상의 감소를 나타내었다. 도정에 따른 niacin 함량감소는 추청이 가장 컸으며 비타민 B₁은 일미가, 비타민 B₂는 오대가 다른 쌀 품종에 비하여 큰 손실을 보였다.

쌀 품종별로 살펴보면 niacin의 경우 백미는 일품이 1.21 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었고 반면 일미가 0.9 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내었으나 품종간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 현미에서는 품종간에 유의적인 차이(p<0.01)를 보였는데 niacin함량이 가장 많은 품종은 화성(1.67 mg%)이었고 가장 적은 품종은 동진(1.17 mg%)이었다.

비타민 B₁은 백미의 경우 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났으나 일품이 0.5 mg%로 가장 많이 함유하고 있었으며 화성이 0.2 mg%로 가장 적게 함유하고 있는 것으로 나타났다. 현미는 품종간에 유의적인 차이(p<0.05)를 보였다. 일품, 일미에서 모두 0.6 mg%로 가장 높은 비타민 B₁을 함유하고 있었으며 화성, 추청은 0.4 mg%로 가장 낮은 비타민 B₁ 함량을 나타내었다.

쌀 품종별 비타민 B₂함량은 백미에서 동진이 0.04 mg%, 현미는 오대가 0.10 mg%으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 가장 적게 함유된 품종은 백미에서는 화성, 오대, 일미가 0.02 mg%, 현미에서는 화성, 일미가 0.06 mg%인 것으로 나타났으나 백미와 현미에서 모두 품종간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

쌀 품종별 조섬유와 식이섬유의 함량을 분석한 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 조섬유는 백미의 경우 0.4~0.6%로 분석되었고 현미는 1.4~1.7%로 분석되어 현미가 백미보다 조섬유를 2~4배정도 많이 함유하고 있었다. 식이섬유의 경우 백미는 1.1~1.2%, 현미는 3.2~3.5% 함유함으로써 현미가 백미보다 함량이 2~3배 많았다. 쌀 품종별로 살펴보면 조섬유의 경우 백미는 오대 품종이 0.67%(p<0.05)로 가장 높았으며 품종간에 통계적으로 유의적인 차이를 보였다. 현미의 경우 화성과 일품의 조섬유 함량이 모두 1.7%로 가장 높은 함량비율을 나타내었으며 품종간에 유의적인 차이는 없었다. 식이섬유 분석 결과에서는 백미의 경우 동진이 1.28%, 현미의 경우 일미가 3.50%로 가장 높은 함량비율을 나타내었고 가장 낮은 함량을 보인 품종은 백미는 일품(1.15%), 현미는 화성(3.20%) 품종이었다. 도정율 증가에 따른 조섬유는 모든 쌀 품종에서 50% 이상 크게 감소되었으며 식이섬유는 평균 60%의 감소를 보여 Lee와 Lee(29)의 연구와 같은 결과를 보였다. Lee와 Kim(30)

Table 4. Comparison of niacin, vitamin B₁ and B₂ of well-milled rice and brown rice

(mg%)

Rice varieties	Niacin		Vitamin B ₁		Vitamin B ₂	
	Well-milled rice	Brown rice	Well-milled rice	Brown rice	Well-milled rice	Brown rice
Hwasung	1.18±0.18 ¹⁾	1.67±0.20 ^{ab2)}	0.20±0.15	0.44±0.01 ^b	0.02±0.01	0.06±0.01
Chucheong	1.04±0.18	1.70±0.17 ^a	0.27±0.01	0.44±0.10 ^b	0.03±0.01	0.08±0.08
Odae	1.04±0.13	1.35±0.01 ^{abc}	0.33±0.01	0.55±0.03 ^{ab}	0.02±0.01	0.10±0.08
Ilpum	1.21±0.29	1.62±0.22 ^{abc}	0.52±0.38	0.63±0.03 ^a	0.03±0.01	0.09±0.0
Ilmi	0.90±0.04	1.23±0.16 ^{bc}	0.31±0.05	0.63±0.05 ^a	0.02±0.01	0.06±0.02
Dongjin	1.06±0.10	1.17±0.15 ^c	0.30±0.05	0.50±0.04 ^{ab}	0.04±0.01	0.07±0.01
p-value	ns ³⁾	p<0.01	ns	p<0.05	ns	ns

¹⁾Data were presented as mean±SD (n = 3).

²⁾Means in a column with different letters are significantly different by Tukey's multiple range test.

³⁾ns: not significant.

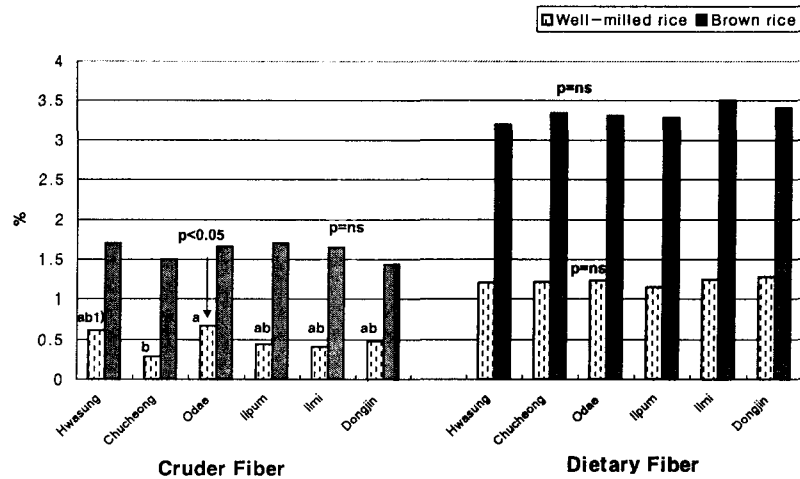


Fig. 3. Comparison of cruder and dietary fiber of well-milled rice and brown rice

Data were presented as mean (n = 3).

¹⁾Different letters are significantly different at 5% significance level by Tukey's multiple range test.

²⁾ns: not significant.

의 연구 결과와 비교해 볼 때 본 연구에서 분석된 현미와 백미의 섬유소 함량과는 많은 차이가 있었으나 현미가 백미보다 식이 섬유를 2배 이상 함유하고 있는 것은 동일한 결과로 나타났다. Woo(31)의 연구에서 분석된 현미의 식이 섬유 함량은 본 연구결과에서 분석된 현미의 섬유소 함량보다 낮았다. Seo와 Kim(32)의 연구결과와는 본 연구와 상당한 차이가 있었으나 현미가 백미보다 2배 이상 식이 섬유를 함유하고 있는 것으로 분석된 결과는 동일하였다.

요 약

표준재배법으로 육성한 주요재배장려품종 6종(화성, 추청, 오대, 일품, 일미, 동진)의 백미와 현미종의 영양성분(일반성분, 무기질, 지방산, 아미노산, 섬유소 등)을 분석한 결과 1. 도정에 따른 전체적인 무기질의 변화를 보면 인, 철, 나트륨, 칼륨, 아연, 마그네슘의 경우 도정률이 증가할수록 함량이 감소되는 경향을 보였으며 칼슘은 도정률이 증가할수록 함량이 증가하는 경향을 보였다. 쌀 품종별로 살펴보면 백미의 경우 추청 품종은 칼슘이, 오대는 인과 마그네슘이, 일품은 나트륨, 칼륨, 아연이, 동진은 철이 다른 품종에 비하여 함량이 많은 것으로 조사되었다. 현미의 분석결과에서는 화성은 철이, 추청은 나트륨이, 오대는 인, 칼륨, 아연, 마그네슘이, 동진은 칼슘이 다른 품종에 비하여 많이 함유되어 있었다. 2. 쌀 품종별 지방산 조성은 백미의 경우 전체적으로 불포화 지방산 C18:1이 33~41%로 그 비율이 높았고 현미의 경우도 같은 경향을 나타내었다. 포화지방산은 백미의 경우 오대쌀을 제외하고 20~33%, 현미는 19~22%정도 함유되어 있었다. 단일불포화지방산은 백미가 34~44%, 현미가 39~45%이었으며 다중불포화지방산은 백미가 24~42%, 현미가 33~40%를 함유하여 백미와 현미의 지방산 조성에 차이를 보였다. 현미의 경우 쌀 품종별

로 포화지방산과 불포화지방산 조성에서는 차이가 없었으나 도정한 후 백미의 경우 쌀 품종별 포화지방산과 불포화지방산의 조성에 있어서 차이가 많은 것으로 나타나 지방산 분포가 쌀 품종별로 다소 차이가 있는 것으로 분석되었다. 3. 쌀 품종별 아미노산을 분석한 결과 전체적으로 가장 많이 함유된 아미노산은 glutamic acid이었으며 백미는 11.54~16.93 mg/g, 현미는 13.29~20.24 mg/g로 분석되었다. 가장 적게 함유된 아미노산은 tryptophan이었으며 백미는 0.75~0.98 mg/g, 현미는 0.94~1.19 mg/g이었다. 대부분의 아미노산 함량은 백미와 현미 모두 일미 품종에 많이 들어 있는 것으로 분석되었다. 4. 도정률의 증가에 따른 비타민의 감소가 뚜렷하게 나타났는데 niacin은 10~30%, 비타민 B₁은 15~60%, 비타민 B₂는 거의 모든 품종에서 50%이상의 감소를 나타내었다. 백미는 일품이, 현미는 화성이 가장 높은 niacin 함량을 나타내었으며 비타민 B₁은 백미의 경우 일품이, 현미는 일품과 일미가 가장 많이 함유하고 있었다. 비타민 B₂는 쌀 품종별로 유의한 차이가 없었다. 5. 조섬유는 현미가 백미보다 2~4배정도 많이 함유하고 있었으며 식이 섬유는 현미가 백미보다 2~3배 높게 함유하였다. 조섬유의 경우 백미는 오대 품종이, 현미는 화성과 일품 품종이 가장 높은 함량비율을 나타내었고 반면 식이 섬유는 백미의 경우 동진이, 현미의 경우 일미 품종이 가장 높은 함량비율을 나타내었다.

문 헌

1. 김상순. 1998. 식품학. 수확사, 서울. p 198-205.
2. 田島眞, 堀野俊郎, 孫種録. 1992. 米粒外層から抽出されるオリゴ糖類. 日本食品工業學會誌 39: 857-860.
3. Kim SG, Choi HS. 1979. Radial distribution of calcium, phosphorus, iron, thiamin and riboflavin in the degermed brown rice kernel. Korean J Food Sci Technol 11: 122-125.

4. Son JR, Kum JH, Lee MH, Jung JH, Oh MJ. 1996. Chemical properties and fatty acid composition of layers of rice grain. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 497-503.
5. Kim SG, Kim IH, Han YI, Park HH, Lee GH, Kim ES, Cho MH. 1984. Calorie, mineral content and amino acid composition of Korean rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 13: 372-376.
6. Han YI. 1985. Food and nutritional studies on Korean rice varieties. *PhD Dissertation*. Dankook University.
7. Kim JY. 1993. *Studies on Nutrition, Bioactivity and Processing of Korean Rice*. Rural Development Administration, Suwon.
8. Jung YM, Lee JC, Kim KS, Eun JB. 1998. Chemical compositions in rice hulls of 26 varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 376-380.
9. Park CS. 1975. Studies on the mineral contents in Korean foods 2. Sodium and potassium contents in cereals -. *Korean Nutr Soci* 8: 61-64.
10. Lee DK, Lim KT. 1977. Heavy metals in the rice and rice paddy soil of Kyung Nam district. *J Korean Soc Food Nutr* 6: 73-77.
11. Kim ES, Im KJ, Park H, Chun SK. 1978. Studies on amino acid composition of Korean foods (I). *Korean J Food Sci Technol* 10: 371-375.
12. Jung EK, Paik HY. 1993. Fatty acid contents in foods of major fat sources in Korean diet. *Korean J Nutrition* 26: 254-267.
13. Shin HS, Yang JH. 1986. Comparative studies on the polar lipids composition in nonglutinous and glutinous rice. *Korean J Food Sci Technol* 18: 143-148.
14. Song BH, Kim DH, Kim SG, Kim YD, Choi KS. 1988. Distribution of minerals within the degermed brown rice kernel. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* 31: 162-165.
15. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 788.
16. Daniels NWR, Richmond JW, Russell EPW, Coppock JBM. 1996. Studies in the lipids of flour. III. Lipid binding in bread-making. *J Sci Food Agric* 17: 20-24.
17. 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, otnfb, 마상조. 1995. 식품분석법. 유림문화사, 서울.
18. Prosky L, Asp N, Schweizer T, DeVries J, Furda I. 1988. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods products, Interlaboratory study. *J Assoc Off Anal Chem* 71: 1017-1020.
19. Folch J, Less M, Sloanstanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
20. Lepage G, Roy CC. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *J Lipid Res* 27: 114-120.
21. Daniel JS, Steven AC. 1993. Sensitive analysis of cystine/cysteine using 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimide carbamate (AQC) derivatives. *Techniques in Protein Chemistry* 4: 299-306.
22. Steven AC, Dennis PM. 1993. Synthesis of a fluorescent derivatizing, 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate and its application for the analysis of hydrolysate amino acid via high-performance liquid chromatography. *Analytical Biochemistry* 211: 1-9.
23. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended Dietary Allowances for Koreans*. 7th revision.
24. Shin HS, Rhee JY. 1986. Comparative studies on the lipid content and neutral lipid composition in nonglutinous and glutinous rice. *Korean J Food Sci Technol* 18: 137-142.
25. Son JR, Keum JW, Lee MH, Jeong JH, Oh MJ. 1996. Chemical properties and fatty acid composition of layers of rice grain. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 497-503.
26. 平宏和, 李秉英. 1988. 韓國の日本型および日印交雑型うるち品種玄米の脂肪酸組成. *日本食品工業學會誌* 35: 23-26.
27. Chang NS. 1993. Desirable pattern of fatty acid intake. *Korean J Nutrition* 26: 486-503.
28. FAO. 1970. Amino acid content of food and biological data on protein. Rome, Italy.
29. Lee KS, Lee SR. 1993. Analysis of dietary fiber content in Korean vegetable foods. *Korean J Food Sci Technol* 25: 225-231.
30. Lee HJ, Kim HS. 1988. Studies on the dietary fiber of brown rice and milled rice. *Korean J Food Sci Technol* 20: 576-584.
31. Woo SJ. 1993. Dietary fiber contents in some cereals and pulses. *Korean Nutr Soci* 26: 98-106.
32. Seo WK, Kim YA. 1995. Effects of heat treatments on the dietary fiber contents of rice, brown rice, yellow soybean, and black soybean. *Korean J Soc Food Sci* 11: 20-25.

(2002년 7월 2일 접수; 2002년 10월 10일 채택)