

유기쌀과 일반쌀의 품질, 이화학적 특성 및 기능성 비교

박장현¹ · 남승희^{1*} · 김영옥¹ · 권오도² · 안귀남²

¹전라남도 농업기술원 식품연구소

²전라남도 농업기술원 쌀연구소

Comparison of Quality, Physicochemical and Functional Property between Organic and Conventional Rice

Jang-Hyun Park¹, Seung-Hee Nam^{1*}, Young-Ok Kim¹, Oh-Do Kwon², and Kyu-Nam An²

¹Food Research Institute and ²Rice Research Institute,
Jeonnam Agricultural Research & Extension Services, Jeonnam 520-715, Korea

Abstract

The differences between organic and conventional rice were studied from the point of view of quality, physicochemical property and functionality. It was concluded that organic rice showed a 6% lower complete rice ratio than conventional rice. However, organic rice exhibited more excellent physicochemical property on amylose or protein content, Toyo value, and acidity with 17.5%, 6.6%, 8.12%, and 8.7%, respectively. There was no difference between two kinds of rice on alkali digestion value and amino acids contents such as Asp, Ser, Glu, Ala, Leu, Arg. Among inorganic compounds of rice, four compounds including B, Mn, Fe, or Zn were slightly higher at organic rice with 1.1~2.7 mg/100 g, compared to conventional rice. Interestingly, total phenolic acid and phytic acid content were 89% or 23% higher at organic rice than conventional rice, respectively. MeOH extract from organic rice showed higher antioxidant activity with 26% than that of conventional rice with 22%. In contrast, conventional rice was favored than organic rice on stickness, taste, palatability fields at sensory evaluation.

Key words: conventional or organic rice, physicochemical properties, functionality, sensory evaluation

서 론

우리나라 1인당 연간 쌀 소비량은 1979년 135.6 kg을 정점으로 2003년 83.2 kg, 2007년 76.9 kg으로 급격히 감소하고 있다(1). 이는 식생활 패턴이 밥에서 패스트푸드나 인스턴트 식품으로 전환되었기 때문이라 생각되며, 이에 따라 국민건강을 위협하는 성인병 발생이 증가되고 있는데 이는 서구식 식생활과 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다(2).

쌀의 영양성분은 도정 상태에 따라 다소 차이가 있으나 수분 15.5%일 때 백미의 경우 탄수화물 75.5%, 단백질 6.8%, 지질 1.3%, 회분 0.3%, 조섬유 0.3% 등으로 구성되며, 그 외에 무기질성분 인, 칼슘, 철분 등과 인체에 중요한 비타민 성분 B, B₂, E, 나이아신 등과 단백질의 주공급원인 아미노산 중 필수아미노산인 라이신이 220 mg/100 g으로 밀가루 140, 옥수수 110, 조 120 mg/100 g에 비해 1.5배 이상 함량이 많고, 아미노산가는 61로 밀가루 39, 옥수수 31, 조 33 등과 비교해 양질의 단백질을 함유하고 있다(2). 이처럼 영양학적 우수성이 최근에 클로즈업 되면서 쌀의 기호성뿐 아니라 기

능적 우수성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, Grapo 등(3)은 감자나 식빵보다 쌀밥 섭취 시 혈당 및 인슐린 분비가 낮고, 쌀밥 형태가 가루나 죽, 떡 등 가공형태보다 혈당량의 급격한 증가나 인슐린 분비를 억제한다고 보고하였고, Kim 등(4)은 백미에는 돌연변이억제 활성이 있으며 가공형태인 밥, 백설기, 미숫가루 등도 억제활성이 소실되지 않아 항돌연변이 활성이 존재함을 보고하였다. Chun 등(5)도 현미, 백미의 돌연변이 억제활성 측정을 위한 시험에서 메탄올 추출물이 강한 활성을 나타냈으며, 추출물 농도가 증가할수록 돌연변이 억제효과가 증가되었다고 보고하였다.

건강한 삶을 영유하기 위해 국내의 안전 식품과 환경에 대한 안정성의 지향되는 등 최근 소비자들의 친환경 농산물의 인식 전환으로 인해 소비가 급격히 증가되고 있다. 많은 소비자들이 친환경 농산물이 관행농산물에 비해 건강에 유익할 것이라 믿고 있으며 또한 질병의 예방과 치료에 효과가 있다고 믿고 있는데, 이것은 농약과 과도한 비료의 사용으로 식물에 존재하는 본연의 방어 기작이 저하되어 질병에 대한 저항성이 낮아지고, 건강에 유익한 미네랄, 비타민, 2차

*Corresponding author. E-mail: namsh100@korea.kr
Phone: 82-61-330-2589, Fax: 82-61-336-8672

대사산물 등이 감소할 것이라는 생각에서 유래되었다. Brandt와 Molgaard(6)는 작물 영양분 이용은 C(carbon)/N(nitrogen) 균형이론으로 설명했는데, 즉시 이용 가능한 질소에 대한 식물은 성장을 위한 단백질과 알칼로이드 같은 질소 함유 2차 대사산물을 생성하는데, 질소 가용도가 성장 제한 요소일 때는 전분, 셀룰로오스, 페놀릭류, 테르피노이드와 같은 질소 비함유 2차대사 산물을 생산한다고 보고하였는데, C/N 균형이론이 완벽한 이론은 아니지만 대부분 식물체의 성장환경 차이로 발생하는 식물성분의 차이를 설명할 수 있다(7).

친환경농업이란 농업과 환경을 조화시켜 지속가능한 농업생산을 추구하는 농업형태로 합성농약, 화학비료 등 화학투입제 사용을 최대한 줄이고 자원 재활용을 통해 지역자원과 환경보전을 통해 장기적으로 일정 생산성과 수익성 확보 및 안전식품 생산을 가능케 하는 농업을 말하는데, 이런 맥락에서 친환경 재배 쌀은 농약 및 화학비료의 사용을 지양하고 유기물과 자연자재를 이용해 벼를 재배함으로써 토양 중 유용미생물의 활동을 왕성하게 함으로써 각종 미량원소 및 무기질관련 성분 흡수가 양호해 일반재배 쌀에 비해 기호성이 개선되리라 생각된다(8). Park 등(9)과 Han 등(10)은 오리를 이용한 친환경재배에 의해 생산된 쌀이 아밀로스 함량이 낮고 Mg/K비가 낮은 특성을 나타낸다고 보고하였으며(9), Han 등(10)도 유기재배 쌀의 경우 단백질 함량이 6.8%였고 외관, 맛, 점도 등 식미관능평가 치는 0.07로 일반재배 쌀 단백질 함량 7.7%와 식미관능평가 -0.27에 비해 품질이 우수하였다고 보고하였으며, Kim과 Joo 등(11)도 유기 및 관행재배 현미의 질소, 아밀로스, Mg/(K, N)비 등을 비교 분석한 결과 유기재배 시 각각 1.31%, 26.1%, 1.25%였고 관행재배는 1.36%, 26.1%, 1.18%로 유기재배 현미 품질이 양호하였다고 보고하였다.

그 결과, 친환경 농산물이 소비자의 신뢰를 높이고, 생산자 품질 향상 노력도 촉진시키기 위해서는 친환경 농산물에 대한 다양하고 명확한 기준설정이 중요하다고 말할 수 있다. 따라서 본 연구는 친환경 및 일반재배 쌀의 품질 분석을 통해 어떤 차별성이 있는가를 고찰하고자 시험을 수행하게 되었다.

재료 및 방법

시험재료

동일지역, 동일 재배 자에 의해 일반재배 및 무농약 재배를 3년 이상 실천한 나주시 산포면 포장에서 2007년 6월 5일에 40일 묘를 30×14 cm, 23.8 주/m² 수준으로 이양하였으며, 시비는 헤어리베치 1,500 kg와 질소 3 kg/10a를 시용하였고, 제초는 왕우렁이를 이양 후 5일경에 5 kg/10a 투입해 잡초관리를 행해 재배한 벼동진 1호를 수분 15% 미만으로 건조시켜 도정하여 사용하였다.

품질 및 이화학적 특성

일반재배 및 무농약 재배 벼의 품질 분석은 완전미와 불완전미로 구분하여 쌀 품위 분석기(RN-500, Kett, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

일반재배 및 무농약 재배의 이화학적 특성은 단백질 및 아밀로스 함량, 취반미 윤기특성을 나타내는 토요 식미지수(Toyo value), 알칼리붕괴도 및 산가를 통해 조사되었다. 단백질 및 아밀로스 함량은 수집한 벼를 각각 백미(9분도)로 도정하여 100 메쉬 이하 분쇄 후 단백질 함량은 micro Kjeldahl법을 이용하여 분석하였고, 아밀로스 함량은 Juliano(12)의 방법을 변형하여 분석하였다. 쌀가루 100 mg을 플라스크에 넣고 에틸알코올, 1 N-NaOH를 가하고 20분간 방치 후 비등수욕조에서 10분 호화시켰다. 방냉 후 증류수 100 mL로 mass up 하고 이 용액 5 mL를 메스플라스크에 옮기고 1 N-CH₃COOH와 요오드용액을 넣어 증류수로 정용하여 30°C에서 20분간 반응시켰으며 UV-VIS spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Tokyo, Japan)로 흡광도를 측정하였다. 취반미 윤기특성은 토요시험용 정미기 Toyo Midometer(MA-900, Toyo, Tokyo, Japan)를 이용해 도정 후 쌀 33 g을 측정하여 토요식미계 부속장치에 넣은 후 항온수조의 물이 적정온도에 도달하면 부속장치를 토요식미계 식미 측정 장치에 넣어 식미지수를 컴퓨터상에서 측정하였다. 알칼리붕괴도(alkali digestive value) 측정은 Na 등(8)의 방법에 따라, 시료 6립을 15 mL 용량의 사가 플라스크에 넣고 1.4% KOH 용액 10 mL를 넣은 후 30°C 항온기에 23시간 정치 후 붕괴도(퍼짐도)와 투명도를 1~7등급으로 조사하였다. 산가(acid value)는 남궁과 황(13) 방법으로 시료 1 g을 취해 증류수 10 mL에 잘 현탁한 후 페놀프탈레인을 2~3방울 첨가하고 0.1 N NaOH로 적정하여 적색을 나타내는 시점의 소비된 NaOH 양으로 적정 산도를 계산하였다.

무기성분(inorganic compounds)은 식품시험공전법을 기초로 하여 ICP(Ion Coupled Plasma, Spectro Plame, Paderborn, Germany)를 사용해 분석하였고, 유리아미노산(free amino acids)은 분말시료 1 g을 측정하여 80°C 물로 3~4번 추출 후 3000×g에서 10분간 원심분리된 상등액을 sample buffer(pH 2.2)로 5배 희석 후 HPLC(LC-900, Jasco, Tokyo, Japan)시스템을 이용 OPA(o-phthalaldehyde)를 칼럼 전 유도체화(pre-column derivatization)하여 NH₃ column(AEC-pakII, Jasco)을 이용해 분석하였다(14,15)

기능성 성분 분석

일반재배 및 무농약 재배 벼 기능성의 비교 분석은 총 페놀함량, 피트산 함량, 항산화 효과로 조사되었다. 피트산(phytic acid)는 Wheeler와 Ferrel(16)의 변형된 방법으로 시료 0.5 g에 3% TCA(trichloroacetic acid)용액 25 mL를 가하고 45분간 진탕한 후 상등액을 취해 FeCl₃, sodium sulfate, 1.5 N KSCN 용액 등을 첨가해 480 nm에서 ferric nitrate를 표준물질로 이용 피트산 함량을 측정하였다. 항산화활성은

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)법을 이용 측정했는데, 시료 첨가한 후 37°C에서 30분간 반응시킨 후 VERSA MAX microplate reader(Molecular Device, Seattle, WA, USA)를 이용해 515 nm에서 흡광도를 측정해서 항산화 활성을 측정하였다. 총 페놀함량은 Choi 등(17)의 방법에 준해, Folin-Denis 시약을 사용, 시료에 sodium carbonate(7.5%) 첨가, 100분간 암 상태에서 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정했다. 표준물질로는 sodium gallic acid를 검량곡선을 얻은 후 시료 내 총 페놀함량을 측정하였다.

관능검사

관능평가에 의한 식미 검사를 위해 30 g 쌀을 잘 씻어 30분간 불린 후 36 mL 물을 넣고 전기밥솥에서 20분 가열하고 10분간 뜸을 들인 다음 외부로 꺼내 실온에서 30분 동안 방치한 다음 시료로 사용하였다. 관능검사는 10명의 패널(전남농업기술원, 식품연구소 나이 30세 전후, 여성 85%, 남성 15%)에 의해 외관, 향기, 맛, 경도, 점도, 종합평가 등의 항목을 -3~3까지 점수를 부여해 평가하였다(13).

통계처리

실험에서 얻어진 결과는 SAS 프로그램(Package relwase 8.01)을 이용하여 평균±표준편차로 표시하였고, 평균값의 통계적 유의성은 p<0.05 수준에서 paired t-test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

일반 쌀과 유기재배 쌀의 품질 특성 비교

쌀 품위분석기를 이용한 일반 쌀과 유기재배 쌀의 품질 분석 결과는 Table 1과 같다. 분석 결과, 완전미 비율은 일반벼가 85.8%로 유기재배 쌀 79.3%에 비해 완전미 비율이 높았고 쉐미, 미숙미, 동할미, 사미 등 불완전미 비율은 일반 쌀이 유기재배 쌀보다 적은 경향이였다. 이는 유기재배의 경우 곤충 등에 의한 공격을 받을 확률이 높아져 쌀이 상해를 입을 확률이 높을 것으로 여겨진다. Na 등(8)과 Kim과 Kim(18)은 완전립 비율이 유기농법에 의한 쌀은 95%이었고 관행재배는 92%로 유사하였으나 품종과 재배방법에 따라 완전립 비율이 상이했다고 하였다.

일반 쌀과 유기재배 쌀의 이화학적 특성 비교

일반 쌀과 유기재배 쌀의 이화학적 특성은 쌀의 아밀로스,

단백질 함량, 취반미 윤기 특성, 알칼리 붕괴도 및 산가(Table 2), 무기질(Table 3)과 아미노산 성분 분석(Table 4)을 통해 비교 분석되었다. Table 2에서 보는 것처럼 아밀로스 함량 비교 시 일반 쌀은 18.66%로 유기재배 쌀 17.54%보다 함량이 다소 높은 편이며, 일반적으로 아밀로스 함량이 낮은 쌀이 밥이 찰기가 많고 부드러우며 탄력이 우수하다고 알려져 있다. 우리나라 쌀의 대부분 아밀로스 함량은 17~20% 수준으로 17~18%의 정도 함량이 쌀이 식미가 우수하다고 하며(19), Na 등(8)도 아밀로스 함량은 추정벼 유기재배 시 18.5%, 일반재배 시 19.2% 보고하였는데, 본 실험과 유사한 경향이였다(8,19). 일반적으로 쌀의 단백질 함량은 6~9% 수준인데, 7% 이하면 식미가 양호하다고 보고되어 왔는데(9), Table 2에서처럼 단백질은 일반 쌀이 6.98%로 유기재배 쌀 6.64%보다 함량이 약간 높은 편이였다. 취반미 윤기 특성은 일반 쌀은 80.2로 유기재배 쌀 81.2와 유사한 경향을 보였는데, 일반적으로 밥의 윤기는 취반 중 밥 내부에서 나오는 용출물이 밥알 표면에서 윤기 있는 보수 막을 형성하는데, 이 보수막 양이 밥의 기호성에 큰 영향을 끼친다는 보고가 있어 무농약 쌀 밥맛이 약간 우수하리라 생각된다(19). Na 등(8)도 취반미 윤기특성에서 유기재배 쌀인 화영, 오대 쌀이 각각 67.4와 70.8로 일반 쌀 58.0과 61.3에 비해 특성이 양호하다고 보고하였다(8). 쌀을 1.4% KOH 알칼리 용액에 침지 시 쌀 전분이 용해되는데, 이는 호화온도와 높은 부의 상관을 나타내는 중요한 미질 특성으로 일반 쌀과 무농약 쌀의 알칼리붕괴도를 측정 한 결과 각각 6.1과 5.9로 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다. Na 등(8)도 유기재배 및 일반재배 쌀인 추청의 알칼리 붕괴도 측정 시 각각 5.9와 6.0으로 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다고 보고한 내용과 본 실험 결과도 유사한 경향을 나타냈다(8). Kim 등(20)은 알칼리붕괴도는 등숙 환경과 밀접한 관계가 있는데, 퇴비 등 유기질 비료를 사용한 유기재배와 화학비료를 사용한 일반재배 간 토양 특성에 의한 차이로 생각할 수 있다고 하였는데, 앞으로 이에 대한 연구 필요성이 크다고 생각된다(20). 식미를 좌우하는 인자로 알려져 있는 산가는 쌀에 함유량이 낮을수록 식미가 우수하다고 하는데 일반 재배 쌀은 10.5로 유기재배 쌀 8.7보다 높았다. 남궁과 황(13)은 쌀 산가 측정 시 유기농 쌀은 5.5~9.5 분포를 나타냈고, 일반 쌀은 8.5~14.6이였다고 보고한 내용과 분석치 차이는 있으나 유사한 경향을 나타냈다(13).

일반 쌀과 유기재배 쌀의 무기성분 함량을 조사한 결과

Table 1. Quality evaluations of conventional or organic milled rice

Agricultural product ¹⁾	Quality of milled rice (%)				
	Complete rice	Incomplete rice			
		Cracked rice	Immature rice	Damaged kernel	Dead rice
Conventional	85.8±2.21 ^a	4.4±0.23	5.3±0.33	4.6±0.13	0.1±0.02
Organic	79.3±2.26 ^b	7.1±0.61	7.1±0.42	6.0±0.24	0.5±0.04

¹⁾Means in the same column with the different letters are significantly different (paired t-test, p<0.05).

Table 2. Physicochemical properties of conventional or organic rice

Agricultural product ¹⁾	Amylose content (%)	Protein content (%)	Toyo value	Alkali digestive value	Acid value
Conventional	18.66±1.27 ^a	6.98±0.21 ^a	80.2±0.52 ^a	6.1±0.04 ^a	10.5±1.11 ^a
Organic	17.54±1.21 ^b	6.64±0.41 ^b	81.2±0.43	5.9±0.08 ^a	8.7±1.06 ^b

¹⁾Alkali digestive value was graded based on spreading and clearing condition (1 to 7).

²⁾Means in the same column with the different letters are significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

Table 3. Inorganic compounds of conventional or organic rice

Agricultural product ¹⁾	K ₂ O	CaO	MgO	N ₂ O	B	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn
	mg/100 g									
Conventional	0.09±0.01	0.01±0.01	0.05±0.01	0.11±0.01	6.3±0.02 ^b	0.87±0.03	8.85±0.11 ^b	9.1±0.25 ^b	2.71±0.14	12.4±1.31 ^b
Organic	0.08±0.01	0.01±0.01	0.06±0.01	0.09±0.01	8.6±0.02 ^a	0.94±0.05	9.90±0.21 ^a	11.7±0.18 ^a	2.94±0.14	15.1±1.21 ^a

¹⁾Means in the same column with the different letters are significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

Table 4. Free amino acids contents of conventional or organic rice

Agricultural product ¹⁾	Contents of free amino acids (mg/100 g)													
	Asp	Thr	Ser	Glu	Ala	Val	Ile	Leu	Met	Phe	Lys	His	Arg	Total
Conventional	593±2.3	270±5.3 ^b	385±5.3	1,328±5.3	493±5.3	124±5.3 ^b	136±5.3 ^b	141±5.3	47±5.3 ^b	126±5.3 ^b	136±5.3 ^b	98±5.3 ^b	614±5.3	4,518±5.3 ^b
Organic	598±3.1	363±6.3 ^a	392±5.3	1,339±5.3	497±5.3	140±5.3 ^a	218±5.3 ^a	146±5.3	79±5.3 ^a	267±5.3 ^a	179±5.3 ^a	127±5.3 ^a	618±5.3	4,963±5.3 ^a

¹⁾Means in the same column with the different letters are significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

Table 5. Functional characterization of conventional or organic rice

Agricultural product	Total phenolic compound (%) ¹⁾		Phytic acid (%)		EDA ²⁾	
					MeOH (%)	H ₂ O (%)
Conventional	0.027±0.003 ^b		0.74±0.05 ^b		21.93±0.55 ^b	17.53±0.45 ^b
Organic	0.051±0.001 ^a		0.91±0.04 ^a		25.65±0.65 ^a	19.86±0.35 ^a

¹⁾Means in the same column with the different letters are significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

²⁾EDA: Electron donating activities.

Table 6. Sensory evaluation of conventional or organic cook rice

Agricultural product ¹⁾	Appearance	Stickness	Taste	Aroma	Texture	Palatability
Conventional	0.25±0.01	0.08±0.001	0.31±0.02 ^a	0.13±0.01	0.13±0.02 ^a	0.28±0.03 ^a
Organic	0.22±0.02	0.03±0.00	0.18±0.03 ^b	0.11±0.01	-0.06±0.02 ^b	0.15±0.05 ^b

¹⁾Means in the same column with the different letters are significantly different (paired *t*-test, *p*<0.05).

(Table 3), 다량원소인 K, Ca, Mg 등은 일반 쌀과 유기재배 쌀 간에 함량 차이가 없었다. Lee와 Sohn(7) 및 Choe 등(14)은 유기 및 관행재배 쌀의 무기성분인 P, K, Mg, Ca 등의 함량차이가 인정되지 않았다고 보고하였다. 미량원소인 B, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn 등은 유기재배 쌀이 일반 쌀에 비해 함량이 약간 많았는데, 유기 및 관행재배 쌀의 미량성분인 Mn, Zn, Cu 등이 함량 차이가 거의 없다고 보고하였다(7). Kim과 Joo(11)는 망간, 마그네슘, 아연, 구리, 철 등의 미량요소들이 일반 쌀에 비해 유기재배 쌀에서 함량이 더 많다고 보고하였고 이는 본 연구결과와 일치한다.

일반 쌀과 유기재배 쌀의 유리아미노산 함량을 Table 4에서 비교하였는데, 유리아미노산 중 Asp, Ser, Glu, Ala, Leu, Arg은 일반 쌀과 유기재배 쌀 간에 함량 차이가 거의 없었으나 Thr, Val, Ile, Met, Phe, Lys, His은 유기재배 쌀이 일반 쌀보다 함량이 많은 경향을 볼 수 있었다. 남궁과 황(13)도 일반 쌀에 비해 유기농 쌀이 필수아미노산 중 His, Thr, Val, Met, Lys, Ile, Leu, Phe 함량이 다소 높은 경향을 나타냈으나 총 구성아미노산 함량은 대체로 관행재배 쌀이 유기재배 쌀에 비해 함량이 약간 높았다고 보고하였다. Song 등(21)도 유리아미노산 함량은 품종별로 유기재배 쌀이 관행재배 쌀에 비해 함량이 적거나 많은 것으로 봐서 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 아미노산 함량별로는 일반 쌀의 경우 Glu(1,328 mg/100 g) > Arg(614 mg/100 g) > Asp(593 mg/100 g) > Ala(493 mg/100 g) > Ser(385 mg/100 g) > Thr(270 mg/100 g) 순으로 Glu와 Arg가 아미노산 중 가장 많이 함유되었고 이는 Lee 등(22)이 보고한 결과와 유사하였다. 전체적으로 관행과 유기재배 쌀 모두에서 glutamic acid와 aspartic acid와 같은 산성 아미노산의 함량이 높게 나타났고 arginine, alanine, serine 같은 중성 아미노산 순으로 함유되었다.

일반 쌀 및 유기재배 쌀의 기능성 비교

최근에 유기재배 농산물과 일반 농산물의 2차 대사산물에 대한 활발한 연구가 행해지고 있으나 일반화하기는 자료가 상당히 부족하다고 볼 수 있다. 일반 쌀과 유기재배 쌀의 총 페놀화합물은 Table 5에서처럼 일반 쌀의 경우 0.027%였으나 유기재배 쌀은 0.051%로 유기재배 쌀이 총 페놀화합물 함량이 높았다. Caris와 Borel(23)도 카로티노이드와 폴리페놀 함량이 일반 토마토에 비해 유기재배 토마토가 함량이 더 높다고 보고하였으며, Levite 등(24)도 유기포도주가 일반포도주에 비해 기능성성분인 레스베라트롤 함량이 평균 26% 더 많이 함유하고 있다고 보고하였다. 피트산(phytic acid)은 쌀, 밀 등에서 외부막과 과피에 존재하는 비영양소 혹은 체내대사 저해성분으로 최근에는 지방산화 억제, 대장암 억제 등 항산화 및 항암작용과 담석증치료제로서 이용성 등 생리활성적 측면에서 관심이 증가되고 있는데 Table 5에서 나타내듯이 phytic acid는 일반 쌀이 0.74%, 유기재배 쌀

0.91%로 유기재배 쌀에서 함량이 더 높았다(25). 남궁과 황(13)도 phytic acid 함량이 유기농 쌀에서 0.86~1.04%, 일반 쌀에서 0.76~0.85%로 유기재배 쌀에서 함량이 더 많았다고 보고하였다. 일반 쌀과 유기재배 쌀의 메탄올 추출물과 물 추출물의 항산화 효과 분석을 위해 DPPH radical에 대한 전자공여능을 비교 분석한 결과를 보면 메탄올 추출물의 경우 일반 쌀 21.93%, 유기재배 쌀 25.65%였으며, 물 추출물은 일반 쌀 17.53%, 유기재배 쌀 19.86%로 나타났는데 이상의 결과를 토대로 유기재배 쌀이 일반 쌀에 비해 전자공여능이 높음을 알 수 있고, 메탄올 추출물이 물 추출물보다 항산화 효과가 높음을 알 수 있었다. Na 등(8)도 유기재배 쌀이 일반 쌀에 비해 메탄올과 물 추출물에서 항산화 효과가 높았다고 보고하였다.

일반 쌀과 유기재배 쌀의 관능평가

일반 쌀과 유기재배 쌀의 관능평가 결과는 쌀 모양, 찰기, 맛, 향 등을 구분해서 비교분석 하였다(Table 6). 일반 쌀이 유기재배 쌀보다 밥맛, 질감 등에서 약간 양호한 경향을 보였으나 밥 모양, 찰기, 향기 등에서는 거의 차이를 볼 수 없었다. Na 등(8)도 일반재배 쌀이 유기재배 쌀보다 찰기, 밥맛, 향기, 질감 등 관능검사에서 우수하였다고 보고하였다.

요 약

일반재배 및 유기재배로 생산된 쌀의 품질 및 이화학적 특성, 기능성 및 관능평가에 대한 결과는 다음과 같다. 쌀 품질 분석 결과, 일반 쌀이 유기재배 쌀보다 6% 완전립 비율이 높고 쇠미 등 불완전립 비율이 낮았으며, 이화학적 특징인 아밀로스, 단백질, 취반미 윤기특성, 산가 등은 일반 쌀에 비해 유기재배 쌀이 약간 양호하였으나, 알칼리 붕괴도와 아미노산 Asp, Ser, Glu, Ala, Leu, Arg는 일반 쌀과 유기재배 쌀 간에 차이가 거의 없었다. 그러나 Thr, Val, Ile, Met, Phe, Lys, His 아미노산은 유기재배 쌀이 일반 쌀보다 함량이 많은 경향을 볼 수 있었다. 아미노산 성분중 일반 쌀과 유기재배 쌀의 무기성분 중 칼슘 같은 다량 성분은 차이가 없었지만, 붕소, 망간, 철, 아연 4가지 미량요소는 유기재배 쌀에서 1.1~2.7 mg/100 g 함량이 더 많았다. 기능성 조사 결과, 총 페놀화합물과 phytic acid 함량은 유기재배 쌀에서 89%와 23% 각각 더 많았고 항산화 활성도 유기재배 쌀에서 일반 쌀보다 4% 더 높게 나왔다. 관능평가 결과, 쌀 찰기, 맛, 식미감 분야에서 일반 쌀이 유기재배 쌀보다 밥맛이 우수한 것으로 조사되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어졌습니다.

문헌

1. National Statistical office. 2004. *Statistical annual report (Korea)*. p 22.
2. Ha TY. 2002. Nutritional and functional properties of rice. Proceedings of the Korean Society of Postharvest Science and Technology of Agricultural Products Conference. p 64-71.
3. Grapo PA, Reaven G, Olefsky J. 1977. Postprandial plasma-glucose and plasma-insulin response to different complex carbohydrate. *Diabetes* 26: 1178-1183.
4. Kim IH, Chun HS, Ha TY, Moon TH. 1995. Effect of processing on the antimutagenicity of rice. *Korean J Food Sci Technol* 27: 944-949.
5. Chun HS, Kim TH, Kim YJ, Kim KH. 1994. Inhibitory effect of rice extract on the chemically induced mutagenesis. *Korean J Food Sci Technol* 26: 188-194.
6. Brandt K, Molgaard JP. 2001. Organic agriculture: Does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *J Sci Food Agric* 81: 924-931.
7. Lee SJ, Sohn SM. 2005. Review on nutritional value of organic plant products. *Trends in Agric Life Sci* 3: 35-42.
8. Na GS, Lee SK, Kim SY. 2007. Antioxidative effects and quality characteristics of the rice cultivated by organic farming and ordinary farming. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 50: 36-41.
9. Park YH, Kang YS, Lee JH. 1995. Marketable value and quality of rice produced by rice-duck farming system. *Korean J Intl Agric* 10: 107-112.
10. Han LZ, Koh HJ, Won YJ, Choi HC, Nan ZH. 1999. Comparison of grain quality characteristics between japonica rices of Korea and Jilin province of China. *Korean J Breeding* 31: 48-56.
11. Kim KH, Joo HK. 1990. Variation of grain quality of rice varieties grown at different locations. I. Locational variation of quality-related characteristics of rice grain. *Korean J Crop Sci* 35: 137-145.
12. Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci Today* 16: 334-340.
13. 남궁배, 황진봉. 2006. 친환경농산물의 성분함량 및 품질상의 차별성 연구. 한국식품연구원. p 81-82.
14. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.
15. Kyoung OY, Oh SH, Kim HJ, Lee JH, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR. 2006. Analyses of nutrients and anti-nutrients of rice cultivars. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 949-956.
16. Wheeler BL, Ferrel RE. 1971. A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. *Cereal Chem* 48: 312.
17. Choi Y, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723-727.
18. Kim KJ, Kim KH. 1987. Study on the physico-chemical properties of rice grain harvested from different regions. *Korean J Crop Sci* 32: 234-242.
19. Kim KH, Joo HK. 1990. Variation of grain quality of rice varieties grown at different location. *Korean J Crop Sci* 35: 137-145.
20. Kim YD, Ha KY, Lee JH, Shin HT, Cho SY. 1998. Relationship between palatability evaluation and its related to major characteristics of Korean developed Japonica rice. *Korean J Breeding* 30: 62-63.
21. Song BH, Kim DY, Kim SK, Kim YD, Choi KS. 1988. Distribution of amino acids and fatty acids within the degermed brown rice kernel. *J Korean Agric Chem* 31: 7-21.
22. Lee YT, Kim JK, Ha SH, Cho HS, Suh SC. 2010. Analyses of nutrient composition in genetically modified β -carotene biofortified rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 105-109.
23. Caris VC, Borel P. 2004. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomato and derived purees. *J Agric Food Chem* 52: 21-26.
24. Levite D, Adrian M, Tamm L. 2000. Preliminary results of resveratrol in wine of organic and conventional vineyards. Proceeding 6th International Congress on Organic Horticulture. p 256-257.
25. Rickar SE, Thompsin LU. 1997. Interaction and biological effects of phytic acid. Antinutrient and Phytochemicals in Food ACS Symposium Series 662. p 294-312.

(2009년 11월 3일 접수; 2010년 4월 8일 채택)