

몇 가지 벼품종 현미층위별 항산화 물질의 함량 평가

곽태순, 박희준
상지대학교 생명자원과학대학

Evaluation on the Contents of Antioxidative Substance at the Different Layers in Several Rice Varieties

Tae Soon Kwak and Hee Juhn Park
College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, 220-702 Korea

ABSTRACT

Fifteen varieties of *Oryza sativa* mainly including those of Korean native rice were exactly cutted into three layers such as L₁ layer (the outer part of 90% from rice center), L₂ layer(the part of 81 ~ 91% from the rice center) and L₃ layer (the inner part of 80% from the rice center) and ferulic acid derivatives, which play an important role of antioxidative action, were quantitatively analyzed by UV absorption spectrometric method at fixed 314nm. From this experiment, it was found that the more it enters from the surface into the rice center, the more those secondary metabolites contents were highly reduced. The varieties showing contents more than 20 mg/g were as follows: Hwasunchalbyeon(25.8mg/g), Jojeongdo(24.1mg/g), Suwon 425(21.2mg/g), Daigoibyeeo(20.6mg/g) and Nonglimna 1 (20.2mg/g) by this order. Estimation on the anthocyanin contents of both Suwon 425 and Sanghehanghyeolna revealed that its total contents were very exactly close each other. However, it was characteristically differentiated in the contents of L₂ layer with respect to showing a considerably higher content of Suwon 425 than of Sanghaehanghyeolna. Conclusively, the selected Suwon 425 variety, which is coloured and flavour volatile one, showed relatively higher contents of anthocyanin, ferulic acid derivatives in the L₂ layer as well as L₁ layer when compared with Sanghaehanghyeolna and even other varieties. This fact suggested that Suwon 425 could be a promising candidate for the development of health rice food.

Key words: rice, antioxidative substance, layer, anthocyanin

緒 言

쌀은 동양인의 가장 중요한 식량자원으로 생체 에너지의 대부분을 차지하고 있다. 그래서, 한국에서도 경작지의 가장 넓은 부분을 차지하고 있으며 과거로부터 이의 생산량에 농업의 가장 넓은 부분을 차지하고 있다. 또한 이의 생산량에 가장 큰 관심이 있었던 것으로 볼 수 있다. 그러나, 현재 쌀에 의한 주곡의 자급이 가능한 수준에 달해 있고 또한, 우루과

이 라운드의 타결에 의해 외국의 값싼 농산물이 유입되고 있는 실정이기 때문에 쌀의 보다 경쟁력있는 상품을 내놓아야 하는 상황이 되었다고 하겠다. 이를 위하여는 쌀의 농업적 생산량만을 도모할 것이 아니라 이의 식품학적 가치 및 이차대사산물을 활용한 건강미의 개발을 추진할 때가 왔다고 하겠다.

생체내에서 중요한 세포막 구성성분으로 되어 있는 다가 불포화 지방산은 환경 및 생체내의 산소의 존재에 의해서 자동산화라고 하는 라디칼 연쇄반응에 의하여 다종다양한 과산화지질 및 산화분해물을

본 논문은 농촌진흥청 농업특성연구과제 "한국 재래종벼의 식품학적 및 약화학적 이용성 평가" 연구결과의 일부임.

생성하는 것으로 알려지고 있다. 식품중에서 생성하는 과산화지질은 식품의 영양가 및 기호성에 영향을 미칠 뿐 아니라 급성 및 만성 독성의 원인이 되고 있다. 한편, 과산화지질은 체내에서도 생성되는 것으로 알려져 있어서 세포의 기능저하 및 동맥경화 및 간 질환 등의 원인이 되거나 프로스타글란딘 생합성 및 약물대사에 의한 생리작용 등의 많은 문제에 관여한다.

이와 같은 배경으로부터 최근에 특히 주목받고 있는 것이 식품 중의 항산화 성분이다. 많은 연구에 의하면 산소와 태양광의 환경으로부터 진화의 과정에 따라 항산화적 방어기구를 획득하여 왔다고 보고 있다. 특히, 불포화 지방산을 다량 함유하는 유량종자 및 곡류, 두류 등의 식물종자는 종의 보존을 위하여 산화적 스트레스(oxidative stress)에 대한 방어작용이 강한 물질을 함유하고 있다고 생각되고 있다. 그러므로, 주곡인 쌀의 항산화 성분의 함량을 검토하는 것은 건강미 품종개발에 중요한 자료가 되리라고 본다.

쌀을 도정할 때 생기는 부산물을 미강이라하고 미강으로부터 얻는 오일을 미강유(rice bran oil, oryzanol)라고 한다. 미강유 중 γ -oryzanol이라고 한다. γ -oryzanol의 구성 triterpene은 cycloartenol, 24-methylcycloartenol, cycloartanol, 24-methylenecycloartenol 등이고, 구성 sterol은 cholesterol, trimethylsterol, dihydro- γ -sitosterol, dihydro- β -sitosterol, β -sitosterol, campesterol 및 stigmasterol 등이다(上海科學技術出版社, 1985). 그러나, γ -oryzanol의 주된 구성 triterpene 및 sterol은 camp esterol(16%), β -sitosterol(7%), cycloartenol(30%), 24-methylenecycloartenol(23%)과 cycloartenol로 구성된다(Shinomiya 등, 1983). 그 외에 미강유 중에는 triglyceride, diglyceride, monoglyceride, 유리 지방산(palmitic acid가 50%), squalene, ferulic acid, sterol, 고급지방산 알코올, 탄화수소, 인지질, lipoprotein, vitamin B15, B1, E 등이 함유되어 있다(上海科學技術出版社, 1985).

大澤 등(1993)은 유색미에 함유된 안토시아닌 색소인 cyanidin-3-O- β -D-glucoside 성분을 동정하고 이 화합물이 산화적 스트레스에 대한 방어작용을 나타내어 종자의 보존성을 증가시킨다고 보고한 바 있다. 이 화합물 이외에 유색미로부터 pelargonidin-3-O- β -D-glucoside, delphinidin-3-O- β -D-glucoside 등의 색소 화합물도 동정된 바 있다(Tsuda, 1994).

Tanchotikul 등(1991)은 향미로부터 팝콘향을 나타내는 2-acetyl-1-pyrroline 성분의 정량법을 high-resolution/mass spectrometry/selected ion monitoring 방법으로 체계화하였다.

이상과 같이 쌀 중에는 성인병 질환의 예방효과와 관련한 항산화 성분을 함유하고 있으므로 이를 한국의 재래종 벼 등에서 주요 항산화 활성 물질을 정량할 수 있으면 건강미의 개발에 중요한 일익을 담당할 수 있다고 보았다. 또, 쌀 중에 표면으로부터 어느 부위까지 이들이 존재하는가를 입증하는 것도 식품학적으로 도정상의 문제에 대한 접근 방법이 되리라고 보았다.

따라서 본 연구는 기능성 쌀의 생산에 기초자료를 제공하기 위하여 항산화 활성물질의 함량과 유색미의 안토시아닌 색소 함량을 평가하는 것이다.

材料 및 方法

1. 공시재료 : 재래종벼 및 유색향류미 등 15품종의 현미를 사용하여 L₁, L₂, L₃ 층으로 나누어서 45 samples을 확보하여 L₁ 층은 쌀의 중심으로부터 92%까지 도정된 층이고 L₂ 층은 81~91%의 층이며 80% 이하의 층은 L₃ 층이다.

2. 처리내용

중요한 쌀의 항산화 물질인 ferulic acid는 유리상태로도 존재하고 γ -oryzanol에서와 같이 에스테르화하여 존재하기도 하므로 ferulic acid 유사체 화합물을 지표로 항산화 활성 물질을 UV spectrophotometry 법으로 함량을 평가하였으며 유색미의 안토시아닌 색소는 따로 그 함량을 평가하였다.

추출-미강 3 g씩을 화학천평에서 정밀히 평량하여 100ml의 메타놀과 함께 삼각 플라스크에 넣은 다음 온도를 60℃로 고정하여 초음파로 5시간씩 1회 추출하였다.

Ferulic acid 유사체의 함량 측정-추출한 여액을 4배로 희석시키고 고정된 파장 323 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Ferulic acid의 검량선 작성-먼저 ferulic acid 10 mg을 정밀히 취하여 100ml의 메타놀에 녹였다. 이를 순차적으로 희석하여 각각 2배, 4배, 8배, 16배 및 32배

회석용액을 제조하였다. 여기서, 8배 회석액, 16배 회석액 및 32배 회석액의 UV spectrum(200nm~400nm)을 기록하였을 뿐만 아니라 323 nm에서 흡광도 값을 읽은 결과 1.548, 0.771 및 0.381의 값을 나타내었다. 이로부터 회귀직선방정식을 구한 결과 $Y=80.31 \times ABS + 0.65$ 의 식을 나타내었다. Y는 회석액 중의 농도를 나타내며 단위는 $\mu\text{g/ml}$ 이다. 그림 1은 X축의 0.312 $\mu\text{g/ml}$, 0.625 $\mu\text{g/ml}$ 및 1.250 $\mu\text{g/ml}$ 에서 plotting한 결과이다. 또, 그림 2에서는 각 회석액별로 UV spectrum을 측정된 결과를 보여주고 있다.

Ferulic acid 유사체의 함량계산-공시재료 중 ferulic acid 유사체를 γ -oryzanol로 환산했을 때의 함량(X_1)과 ferulic acid로 환산했을 때의 함량(X_2)을 다음 식에 따라 계산하였다.

$$X_1(\text{mg/g})=620/164 \times Y \times 100 \times 4 \times 1/1000 \times 1/4=0.504 \times Y$$

$$X_2(\text{mg/g})=Y \times 100 \times 4 \times 1/1000 \times 1/3=0.133 \times Y$$

유색미의 안토시아닌의 추출-흑미인 수원 425호와 상해향혈나 품종의 L_1 , L_2 및 L_3 를 대상으로 하였다. 유색미는 안토시아닌을 함유하므로 중성의 메타놀에는 잘 추출되지 않으므로 시료 0.5g을 1%-HCl성 MeOH 20ml에 가하여 50℃로 온도를 고정하고 초음파로 추출하였다.

추출물의 흡광도 측정 - 이를 여과한 다음 1%-HCl성 MeOH로 20배 희석시키고 UV spectrophotometer로 200nm~600nm에서 scanning 하여 고정된 파장 529 nm에서 측정하였다.

유색미의 안토시아닌 성분의 검량선 작성-흑미로부터 Whatmann 3 MM의 paper를 사용하여 PPC를 행하였고 cyanidin-3-O- β -D-glucoside를 분리 하였다. 이 화합물의 75.0 $\mu\text{g/ml}$, 37.5 $\mu\text{g/ml}$ 및 18.8 $\mu\text{g/ml}$ 용액을 제조하고 흡광도를 측정하여 각각 1.566, 0.791 및 0.406의 값을 얻었다. 이의 회귀직선 방정식을 구하면 $Y(\mu\text{g/ml})=48.39 \times ABS + 0.01$ 의 식이 얻어진다. 여기서 Y는 용액 중 안토시아닌의 농도이다.

유색미 중 안토시아닌의 함량계산-식물재료 중 cyanidin-3-O- β -D-glucoside의 함량(X_3)를 다음 식에 따라 계산하였다.

$$X_3(\text{mg/g})=1/1000 \times 400 \times Y=0.4 \times Y$$

결과 및 고찰

그림 2는 ferulic acid의 농도 50.0 $\mu\text{g/ml}$, 25.0 $\mu\text{g/ml}$, 12.5 $\mu\text{g/ml}$, 6.3 $\mu\text{g/ml}$ 에서 UV spectrum을 측정된 것이다. 이로부터 ferulic acid의 검량선을 작성했을 때 그 함량에 관계된 방정식 $Y(\mu\text{g/ml})=80.31 \times ABS + 0.65$ (여기

Table 1. γ -Oryzanol content in the L_1 layer of the seed of *Oryza sativa*.

Rice Variety	sample (g)	ABS	Y($\mu\text{g/ml}$)	γ -oryzanol ($\mu\text{g/g}$)	Ferulic acid ($\mu\text{g/g}$)
Seogsando	3	1.638	132.2	66.6	17.5
Sanjo	3	1.772	142.6	71.8	9.54
Daigolbyeo	3	1.927	155.4	78.4	20.6
Pyeongyangdo	3	1.738	140.3	70.7	18.7
Obaegjo	3	1.777	143.4	72.3	19.0
Olwaedo	3	0.612	49.8	25.1	6.62
Jojeongdo	3	2.249	181.3	91.4	24.1
Yuweoldo	3	1.462	118.1	59.5	15.7
Hangmibyeyo 1	3	1.249	101.3	51.1	13.5
Migagari	3	1.462	118.1	59.6	15.7
IR 841-76-1	3	1.831	147.7	74.4	19.6
Suweon 425	3	1.980	159.7	80.5	21.2
Sanghaechanghyeolna	3	1.874	151.2	76.2	20.1
Nonglimna 1 ho	3	1.880	151.6	76.4	20.2
Hwasunchalbyeo	3	2.410	194.2	97.9	25.8

Y value was calculated from calibration curve. γ -oryzanol content is the value when all the ferulic acid are considered to be present in the form of γ -oryzanol. Ferulic acid content is the value when all the ester bonds of the γ -oryzanol are considered to be cleaved.

Table 2. γ -Oryzanol content in the L₂ layer of the seed of *Oryza sativa*.

Rice Variety	sample (g)	ABS	Y(μ g/ml)	γ -oryzanol (μ g/g)	Ferulic acid (μ g/g)
Seogsando	3	0.435	35.6	17.9	4.73
Sanjo	3	0.426	34.9	17.6	4.64
Daigolbyeon	3	0.511	41.7	21.0	2.80
Pyeongyangdo	3	0.319	26.3	13.3	3.50
Obaegjo	3	0.227	18.9	9.5	2.51
Olwaedo	3	1.128	91.2	46.0	12.13
Jojeongdo	3	1.637	51.8	26.1	6.89
Yuweoldo	3	0.581	47.3	23.8	6.30
Hangmibyeon 1	3	0.187	15.6	7.9	2.07
Migagari	3	0.333	27.4	13.8	3.64
IR 841-76-1	3	0.482	39.4	19.9	5.24
Suweon 425	3	1.527	123.3	62.1	16.40
Sanghaehanghyeolna	3	1.081	87.5	44.1	11.64
Nonglimna 1 ho	3	1.277	103.2	52.0	13.86
Hwasunchalbyeon	3	0.717	58.2	29.3	7.74

Y value was calculated from calibration curve. γ -oryzanol content is the value when all the ferulic acid are considered to be present in the form of γ -oryzanol. Ferulic acid content is the value when all the ester bonds of the γ -oryzanol are considered to be cleaved.

Table 3. γ -Oryzanol content in the L₃ layer of the seed of *Oryza sativa*.

Rice Variety	sample (g)	ABS	Y(μ g/ml)	γ -oryzanol (μ g/g)	Ferulic acid (μ g/g)
Seogsando	3	0.024	2.58	1.30	0.34
Sanjo	3	0.014	1.77	0.89	0.24
Daigolbyeon	3	0.858	69.60	35.1	9.26
Pyeongyangdo	3	0.139	11.81	5.95	1.57
Obaegjo	3	0.105	9.08	4.58	1.21
Olwaedo	3	0.103	8.92	4.50	1.19
Jojeongdo	3	0.070	5.62	2.83	0.75
Yuweoldo	3	0.080	7.64	3.85	1.02
Hangmibyeon 1	3	0.089	7.80	3.93	1.04
Migagari	3	0.057	5.23	2.64	0.70
IR 841-76-1	3	0.087	7.64	3.85	1.02
Suweon 425	3	0.089	7.80	3.93	1.04
Sanghaehanghyeolna	3	0.088	7.71	3.89	1.03
Nonglimna 1 ho	3	0.113	9.73	4.90	1.29
Hwasunchalbyeon	3	0.079	6.99	3.52	0.93

Y value was calculated from calibration curve. γ -oryzanol content is the value when all the ferulic acid are considered to be present in the form of γ -oryzanol. Ferulic acid content is the value when all the ester bonds of the γ -oryzanol are considered to be cleaved.

Table 4. Anthocyanin content in L₁, L₂ and L₃ layers of colored rice.

Rice Variety	Suweon 425			Sanghaehanghyeolna			
	Layer	ABS (μ g/ml)	Y (mg/g)	anthocyanin	ABS (μ g/ml)	Y (mg/g)	anthocyanin
L ₁	L ₁	1.204	57.46	23.0	1.536	74.34	29.7
L ₂	L ₂	1.001	47.64	19.1	0.803	31.21	12.5
L ₃	L ₃	0.00	0.01	0.0	0.00	0.28	0.1

Y value was calculated from calibration curve($Y=48.39 \times ABS+0.01$)

서 ABS는 흡광도)의 직선 방정식이 얻어졌다(그림 1). 따라서, 미강의 단위 중량당 함량(mg/g)을 얻기 위하여 계산식을 유도했을 때 cycloartenol ferulic ester로 환산했을 때 $X_1(\text{mg/g})=0.504 \times Y$ 의 관계식이 얻어지며 $X_2(\text{mg/g})=0.133 \times Y$ 의 관계식이 얻어졌다. 그런데, 일반적으로 쌀 중에서 항산화 물질인 ferulic acid는 유리상태로도 존재하고 γ -oryzanol에서 같이 결합상태로도 존재한다. 본 실험에서는 에테르와 같이 저극성 용매로 지질만을 추출하는 용매를 사용하지 않고 넓은 범위의 물질을 추출하는 methanol을 사용하였다. 따라서, 유리 ferulic acid로서는 X_1 을 참고해야하고 γ -oryzanol로서는 X_2 를 참고해야 한다. 이하에 기술하는 것은 총 ferulic acid에 관계된 X_1 에 대하여만 논한다.

저자 등은 γ -oryzanol을 UV spectrometry법에 따라 정량할 수 있다고 보고한 바 있다(곽 등, 1997). L_1 층에서 ferulic acid 유사체 함량이 높게 나타난 품종은 화선찰벼(25.8mg/g), 조정도(24.2mg/g), 수원 425(21.2mg/g), 대골벼(20.6mg/g), 농립나 1호(20.2mg/g)이었으며(이상 높은 함량 순), 중간정도의 높은 함량을 나타내는 품종은 상해향혈나(20.1mg/g), IR-841-76-1(19.6mg/g), 오백조(19.0mg/g), 석산도(17.5mg/g)의 순으로 나타났으며 낮은 함량을 나타내는 품종은 미야가리(15.7mg/g), 유월도(15.6mg/g), 향미벼 1호(13.5mg/g), 산조(9.54mg/g), 울왜도(6.62mg/g)의 순으로 나타났다(표1). 본 결과로부터 특기할만한 것은 향미벼 1호를 제외한 찰벼인 농립나 1호, 화선찰벼와 유색미 및 향미 등에서는 중정도 이상의 함량을 나타내었다는 것이다. 만생종이라 할 수 있는 석산도, 산조 등은 상대적으로 낮은 함량을 나타내었다.

쌀의 중심으로부터 92% 이상의 층을 L_1 층이라 하였고 81~91% 사이의 층을 L_2 층이라 하였고 80% 이하의 층을 L_3 층이라 하였다. Ferulic acid 유사체의 함량 비율을 전체 15품종에 대하여 층별로 고려해보면 L_2 층은 L_1 층에 비하여 38.9% 정도의 수준이고(표2) L_3 층은 L_1 층에 비하여 8.5% 정도의 수준으로 함유되어 있었다(표3). 즉, 이들 성분이 내측으로 갈수록 급속히 감소하는 것을 알 수 있었다. 또, 일반적으로 쌀의 표면으로부터 깊이가 20% 이상 도정되면 항산화 물질이 극소량만 남는다는 것을 보여주고 있다. 한편, L_2 층에서도 10mg/g 이상으로 비교적 많은

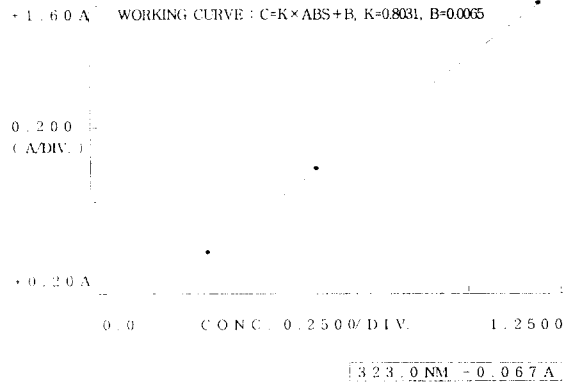


Fig. 1. Calibration curve of ferulic acid.

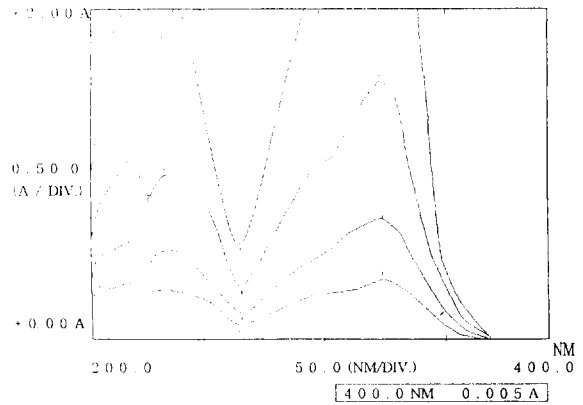


Fig. 2. UV spectra of ferulic acid in each concentration.

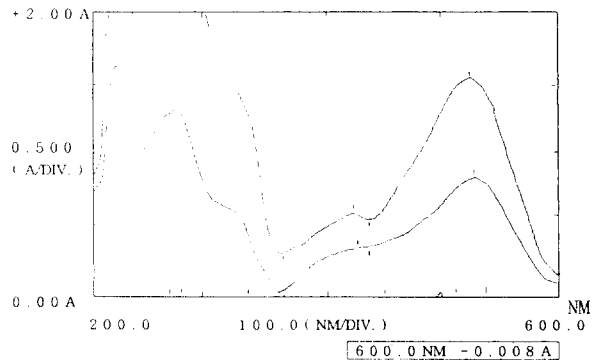


Fig. 3. UV spectra of coloured rice in each concentration.

함량을 나타내는 품종은 수원 425호(유색 향미벼), 농립나 1호(찰벼), 울왜도 등이었다. 그런데, 현미 식이의 문제점은 hemicellulose 등의 섬유질 때문에 소화의 문제점이 있다. 쌀의 섬유질은 소화되지 않은 채 장내에서 유산균의 기질이 되어 유산균의 증식제가 되어 정상 역할을 한다는 보고(靑江, 1988)도 있으나 소화에 관한 문제점이 맛의 문제점보다 식이의 기피 원인이 되고 있다. 그러므로, hemicellulose의 주된 존재 부위를 검토함으로써 적절한 수준에서 도정하는 연구가 진행되기를 기대한다. 즉, 위의 4 품종은 8% 정도 도정하더라도 항산화 물질이 상당히 함유된다는 사실을 이용할 수 있을 것이다.

저자 등(박 등, 1993)은 알레지 화피에서 delphinidin-3-O- β -rutinoside를 동정하고 이의 함량을 균락지별로 평가한 바 있다. 이와 유사한 방법으로 수원 425 품종으로부터 cyanidin-3-O- β -D-glucoside를 분리하고 농도에 따른 스펙트럼의 곡선을 얻은 다음(그림 3) 파장 529nm에서 흡광도 값을 구하였다. 회귀 직선 방정식을 얻었을 때 안토시아닌 함량에 관계된 방정식인 $Y(\mu\text{g/ml})=48.39 \times \text{ABS} + 0.01$ 의 식이 얻어졌다. 유색미 단위 중량당 함량에 관한 방정식 $X_1(\text{mg/g})=0.4 \times Y$ 의 식에 따라 그 함량을 계산하였다. 안토시아닌은 산성용액에서만 안정하고 추출되므로 상법에 따라 별도로 1%-hydrochloric acid methanol로 추출하여 그 함량을 평가한 결과 L_1 층에서는 상해향혈나(29.7mg/g)가 수원 425호(23.0mg/g)보다 높게 나타났으나 L_2 층에서는 수원 425호가 상해향혈나보다 훨씬 높게 나타났다. 즉, 안토시아닌 성분이 수원 425호는 L_1 층에 L_2 층의 83% 수준으로 존재하고 상해향혈나의 경우에는 L_2 층에 L_1 층의 42% 정도의 수준으로 존재하는 것으로 나타났다. 그리고, L_1 층에서는 안토시아닌이 존재하지 않았다(표4). 이상의 사실들로부터 안토시아닌은 수원 425호 쪽이 더 내면에 존재한다는 것을 알 수 있다. 그런데, 여기서 아주 흥미있는 사실은 전체의 안토시아닌 함량을 계산하면 수원 425호가 42.1mg/g이며 상해향혈나는 42.3mg/g으로서 거의 유사한 수치를 나타낸다는 사실이었다.

건강미의 품종 선발에 관하여 본 연구를 통하여 알 수 있는 사실은 항산화물질의 함량이 많은 차이를 나타낸다는 사실이며 몇몇 품종에서는 상당히 내면에도 이들 성분들을 함유하고 있다는 사실이다. 따

라서, 식이문화에서 기호성에 따라 찰벼, 향미벼, 유색미 등을 활용하면 실질적인 효과와 더불어 심리적 인 효과까지 얻을 수 있을 것이다.

본 연구 결과 수원 425호 품종은 유색향미이므로 홍색과 팝콘향을 느낄 수 있을 뿐만 아니라 상당히 내층에도 ferulic acid 유사체 및 안토시아닌 함량을 나타내므로 건강미로 개발할 것을 제안한다.

摘要

한국재래종 벼 및 유색향류미 등 15 품종을 사용하여 쌀의 층위별로 L_1 (중심부로부터 92% 외부 층), L_2 (쌀의 중심으로부터 81~91% 층), L_3 (쌀의 중심으로부터 80% 이하 층)에서 항산화물질인 ferulic acid 유사체 함량을 평가한 결과 이들은 주로 현미의 표면 부위에 존재하고 내층으로 갈수록 감소함을 밝혔다. 15품종 중에서 L_1 층에서 ferulic acid의 함량을 20mg/g 이상으로 높은 함량을 나타내는 품종은 화선찰벼(25.8mg/g), 조정도(24.2mg/g), 수원 425(21.2mg/g), 대골벼(20.6mg/g), 농립나 1호(20.2mg/g)이었다. 유색미인 수원 425와 상해향혈나의 안토시아닌 함량을 평가한 결과 전체의 안토시아닌 함량은 아주 유사하였으나 L_2 층의 함량은 수원 425호가 상해향혈나보다 현저히 높은 수치를 나타내었다. 따라서, 수원 425호는 L_2 층에도 안토시아닌과 ferulic acid 유사체를 상당량 함유할 뿐만 아니라 유색향미이기도 하므로 앞으로 유용성이 기대되며 연구대상의 품종이 될 것으로 생각되었다.

引用文獻

- 靑江誠一郎, 太田富貴雄, 綾野雄幸. 1998. 營食誌, 41:203.
 광태순, 박희준. 1997. 미강의 약리성분 감마-오리자놀의 정량. 한국약용작물학회지, 5(2): 113~118.
 大澤俊彦. 1993. 黒光色素の抗酸化性に關하여, 日本食品工業學會 1993年度大會(西宮)
 박희준, 이명선, 임상철. 1993. 알레지 화피에 함유된 안토시아닌 색소의 균락지별 함량 24: 251~254.
 上海科學技術出版社. 1985. 中藥大事典, 小學館, p.4717.
 Tanchotikul, U. and Hsieh, T., 1991. An improved method for quantification of 2-acetyl-1-pyrroline, a

“popcorn”-like aroma, in aromatic rice by high-resolution gas chromatography/mass spectrometry/selected ion monitoring, *J. Agric. Food Chem.* 39: 944~947.
Shinomiya, M., Morisaki, N., Matsuoka, N., Izumi, S.,

Saito, Y., Kumagai, A., Moritani, K. and Morita, S. 1983.
Effects of γ -oryzanol on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *Tohoku J. exp. Med.* 141: 191~197.