

유색미 지용성 성분들의 변이원성 · 항변이원성 · 항산화 효과에 대한 상관관계

신수영 · 강미영 · 남석현^{1,*}

경북대학교 식품영양학과, ¹아주대학교 생명과학과

(2003년 4월 28일 접수, 2003년 7월 2일 수리)

유색미 19품종에서 염화메틸렌으로 추출한 각 성분들의 항변이원성 및 항산화 효과간의 상관성을 검토하였다. 항변이원성은 (3,β,22Z)-acetate-stigmasta-5,22-dien-3-ol, 24-oxocholesterol acetate, 6(E),8(E)-heptadiene 및 eicosane의 함량과 정의 상관성이 있었다. 항산화 효과 중 DPPH radical에 대한 전자공여능은 (24R,25S)-aplysterylacetate의 함량과 정의 상관성이 있었고, hydroxy radical 소거활성은 tetradecanoic acid 및 methyl ester-hexadecanoic acid, (3,β,24S)-stigmast-5-en-3-ol 들의 함량과는 각각 부의 상관성이 있었다. 또한 지질과산화 억제효과는 (3,β,24S)-stigmast-5-en-3-ol 함량과는 정의 상관을 그리고 3',3'-dimethylspiro [acridane-9,1'-indane] 및 (3,β)-24-methylene-9,19-cyclolanostan-3-ol 등의 함량과는 부의 상관성이 있었다.

Key words: 유색미, 염화메틸렌, 항변이원성, 항산화성, 상관성

서 론

유색미 미강층 추출물은 일반미 품종에 비해서 항산화 활성이 우수하며,¹⁾ 이를 뒷받침하는 특이적인 항산화성분으로서 cyanidin 3-O-β-D-glucoside 및 peonodine 3-O-β-D-glucoside 등의 색소성분이 분리되어 주목을 받아 왔다.^{2,3)} 실제로 우리는 일부 품종의 유색미 에탄올 추출물이나 색소 분획의 항산화성을 측정 한 결과, 항산화 활성, 항변이원성, DNA와의 산화적 손상에 대한 억제활성, 및 발암 promotion에 대한 억제활성과 같은 유색미의 건강 기능성이 일반 취반용 쌀보다 전반적으로 우수함을 보고한 바 있다.^{4,5,6)} 이와 같은 사실은 유색미가 건강 기능성 쌀 가공 식품소재로서 이용될 가능성이 높은 농업자원을 시사하고 있다. 그렇지만, 이와 같은 항변이원성이나 항암활성을 중심으로 한 총체적인 건강기능성의 측정에 관한 연구의 진전과는 다르게,⁷⁾ 색소성분을 제외하고는 유색미의 생리활성의 발현에 어떠한 성분이 관여하고 있는지에 대한 연구는 수행되어 있지 않다. 이에 본 연구는 유색미의 생리활성 효과를 나타내는 성분을 밝히기 위한 기초적인 자료를 얻고자, 국내 · 외에서 수집 · 재배한 19종류 유색미에서 제조한 염화메틸렌 분획이 함유한 성분에 대하여 GC-MS를 이용한 성분분석을 수행하였다. 이 분석에 근거하여 품종별 유색미의 DPPH radical에 대한 전자공여능, hydroxy radical 소거활성, 지질과산화 억제활성 및 항변이원 활성과 주된 함유 성분들과의 상관성을 각각 검증함으로써, 장차 건강기능성이 높은 유색미 품종을 육성하는 생화학적 지표를 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

시료. 유색미 19품종을 서울대학교 농학과로부터 제공받았다. 실험에 사용된 모든 화합물들은 Sigma사(St. Louis, Mo, USA)에서 구입하여 정제하지 않고 사용하였다. 유색미 추출물의 제조방법은 간단히 다음과 같다. 즉, 쌀가루에 5배량의 70% 에탄올을 첨가하여 80°C에서 3시간 동안 reflux 하는 과정으로 에탄올 추출물을 제조하였다. 또한, 지용성 성분은 유색미 쌀가루에 5배량의 CH₂Cl₂를 첨가하고 6시간 교반과정을 통하여 추출하였다.

변이원성 · 항변이원성 · 항산화성 측정. 변이원성 및 항변이원성은 *E. coli* PQ 37을 지시균주로 사용하는 SOS chromotest 기법^{8,9)}을 이용하여 반응 당 4 mg의 시료 첨가조건에서 측정하였으며, 여기서 R-factor는 β-galactosidase unit에 대한 alkaline phosphatase unit에 대한 비율로 계산하였다. DPPH radical에 대한 전자공여능과 Fenton 반응으로 발생시킨 OH radical의 소거활성 및 linoleic acid의 자동산화에 대한 억제활성은 이미 보고된 방법⁸⁾에 의하여 측정하였다.

성분 분석. Hewlett-Packard사의 HP 6890 series GC system에 의한 gas chromatography를 통하여 CH₂Cl₂ 추출분획에 함유된 성분들을 분석하였다. 분리관은 DB-5(30 m×0.24 mm, film thickness: 0.25 μm)를 사용하였고, 오븐 온도는 50°C에서 2분간 유지한 후, 250°C까지 분당 10°C씩 승온하여, 250°C에서 10분간 유지하였다. 질량분석기(MS)는 JMS-700 (JEOL, Japan)을 사용하였고, ion source chamber 온도는 230°C, ionizing voltage는 70 eV, scanning mass range는 50-500 amu 등의 조건 하에서 시료를 측정하였다. 여기서 얻어진 각 성분들에 대한 mass spectrum 결과를 HP59970C Chemstation data system에 의한 Wiley 138 database의 검색 및 문헌상의 mass spectral data^{10,11)}의 RI와 비교하며 구성성분들을 확인하였다.

*연락처

Phone: 82-31-219-2619, Fax: 82-31-219-1615
E-mail: shnam@ajou.ac.kr

통계처리. 실험결과는 3회 반복실험의 평균치로 나타내었고, SPSS software package를 이용하여 유의성을 검증하였다. GC-MS를 통해 밝혀진 엽화페틸렌 추출분획의 성분들과 항산화 및 항변이원성간의 상관관계로 SPSS PC+(ver. 10.0)를 이용하여 Pearson의 상관계수를 측정하였다.

결과 및 고찰

유색미의 변이원성·항변이원성 및 항산화 효과. 유색미 구성 성분의 변이원성 유발여부를 측정하기 위하여 *E. coli* PQ 37균주를 대상으로 항상 일정하게 발현되는 효소인 alkaline phosphatase 활성과 함께, 유색미 시료의 첨가에 따른 변이원 mitomycin C 유도 SOS 반응의 지표인 β-galactosidase 활성을 측정하였고, alkaline phosphatase 활성에 대한 β-galactosidase 활성의 비율(R factor)로 부터 변이원성 유발정도 또는 변이원성 억제 정도를 정량화 하였다. Table 1에 제시한 바와 같이, DK-1, SC-5, IR 17491-5-4-3-3, LK 1D-2-12-1, LK 1B-2-1-1의 5품종 추출물을 첨가하면 R-factor 값이 control인 1.36 보다 큰 수치를 나타내는 것으로 보아, 이들 품종은 오히려 변이원성 유발물질에 함유하는 것으로 보인다. 반면, 나머지 품종에서는 항변이원성이 나타났는데, 특히 LK 1-3-6-12-1-1은 38% 정도의 높은 변이원에 대한 억제효과를 보였다. 또한, 대표적

인 항산화제인 ascorbic acid(0.1 mg), α-tocopherol(0.1 mg), BHT(0.1 mg)의 전자공여능, hydroxyl radical 소거활성, 지질과산화 억제활성을 측정함으로써, 유색미 에탄올 추출물 2 mg이 나타내는 전반적인 항산화 효능을 알 수 있었다(Table 1). DPPH radical에 대한 전자공여능은 모든 유색미 품종들이 80% 이상의 높은 활성을 가지고 있었으며, 특히 HP 833-1-1-1-B-1-1-1가 100%를 넘는 가장 높은 활성을 나타내고 있었다. 이에 비해서 hydroxyl radical 소거활성은 DK-1, IR 1544-38-2-2-1-2-2, SC-45 등의 활성이 높았으며, DV 85, DZ 78, 등은 상당히 낮은 활성을 나타내고 있었고, LK 2-7-12-1-1은 오히려 산화제로서의 역할을 하는 것으로 나타났다. 또한 linoleic acid의 자동산화에 대한 억제효과는 RGS No.336 > LK 1B-2-1-1, LK 1B-4-12-1-1 > LK 1A-2-12-1-1, LK 2-7-12-1 등의 순이었으며, Elwee > Jumlalocal-1 > SC-45 > DV-85, Muthumanikam 등의 순으로 오히려 강한 산화제로서 작용하고 있다는 결과를 얻었다.

유색미 품종별 지용성 분획의 성분분포. GC-MS chromatogram peak들의 retention time으로부터 확인한 결과, 19 품종의 유색미에서 추출된 엽화페틸렌 분획은 최소한 38가지의 화합물로 구성되어 있었다. Table 2에 품종별 유색미의 성분들의 탄소수가 적은 순서대로 나열하였으며, 각 성분의 함량 비율을 각각 제시하였다. 유색미 품종 중에서 Pamkhari 203는 23개의 peak가 동정되어 가장 많은 종류의 화합물로 구성된 품

Table 1. Antimutagenic and antioxidative effects of 70% ethanol extracts from 19 cultivars of colored rice seeds

Cultivars	Antimutagenicity				Antioxidative activity			
	R-factor	%	DPPH Radical Scavenging Activity		OH Radical Scavenging Activity		Lipid Peroxidation	
			Absorbance 517 nm	%	Absorbance 517 nm	%	Absorbance 517 nm	%
Control	0.14	100	1.059 ± 0.054	0	0.210 ± 0.009	0	0.235 ± 0.058	0
	1.36	0						
Ascorbic acid	-	-	0.079 ± 0.005	92.5	0.132 ± 0.137	49.4	-	-
α-Tocopherol	-	-	0.115 ± 0.003	89.2	0.129 ± 0.031	51.7	-	-
BHT	-	-	0.097 ± 0.003	90.8	0.090 ± 0.053	76.3	0.115 ± 0.065	51.0
DK 1	1.43	-5.74	0.130 ± 0.020	87.7	0.013 ± 0.016	125	0.238 ± 0.021	-1.47
SC-5	1.37	-0.81	0.153 ± 0.011	85.5	0.024 ± 0.005	118	0.201 ± 0.014	14.2
B-89-11-2	1.30	4.92	0.138 ± 0.029	87.0	0.098 ± 0.041	71.5	0.261 ± 0.052	-11.1
Muthumanikam	1.21	12.3	0.138 ± 0.026	87.0	0.097 ± 0.035	72.0	0.286 ± 0.053	-22.0
IR 1544-38-2-2-1-2-2	1.34	1.64	0.130 ± 0.008	87.7	0.020 ± 0.017	120	0.209 ± 0.017	10.8
Jumlalocal-1	1.25	9.02	0.145 ± 0.024	86.3	0.113 ± 0.03	61.3	0.316 ± 0.082	-34.7
DV 85	1.22	11.5	0.119 ± 0.018	88.7	0.205 ± 0.070	2.79	0.282 ± 0.042	-20.3
Elwee	1.28	6.56	0.110 ± 0.014	89.6	0.094 ± 0.036	70.3	0.351 ± 0.104	-49.7
IR 17491-5-4-3-3	1.51	-12.3	0.129 ± 0.004	87.8	0.121 ± 0.045	56.3	0.263 ± 0.016	-12.1
Kele	1.33	2.46	0.135 ± 0.019	87.3	0.156 ± 0.030	34.1	0.237 ± 0.019	-0.974
HP 833-1-3-1-1-1	1.28	6.56	0.056 ± 0.003	94.8	0.106 ± 0.043	66.2	0.198 ± 0.043	15.6
HP 883-1-1-1-B-1-1-1	1.22	11.5	-0.162 ± 0.029	115.3	0.150 ± 0.026	38.2	0.194 ± 0.042	17.3
LK 1A-2-12-1-1	1.29	5.74	0.117 ± 0.018	88.9	0.152 ± 0.027	36.9	0.121 ± 0.032	48.4
LK 1-3-6-12-1-1	0.90	37.7	0.117 ± 0.027	88.9	0.176 ± 0.058	21.4	0.220 ± 0.054	6.14
LK 1D-2-12-1	1.38	-1.64	0.145 ± 0.019	86.3	0.177 ± 0.016	20.7	0.204 ± 0.008	12.9
LK 2-7-12-1-1	1.36	0	0.091 ± 0.015	91.4	0.221 ± 0.011	-7.16	0.134 ± 0.034	42.9
LK 1B-4-12-1-1	1.51	-12.3	0.207 ± 0.107	80.4	0.165 ± 0.023	28.7	0.108 ± 0.030	54.0
LK 1B-2-1-1	1.26	8.20	0.123 ± 0.014	88.4	0.162 ± 0.014	30.1	0.106 ± 0.027	54.9
RGS No.336	1.27	7.28	0.131 ± 0.015	87.7	0.123 ± 0.056	54.8	0.101 ± 0.028	57.1

Table 2. CH₂Cl₂ soluble components identified from 19 cultivars of colored rice seeds

Compounds	Chuchung	DK 1	SC-5	B-89-11-2	Muthu manikam	IR 1544-38-2-2-1-2-2	Jumlah okal-1	DV 85	Elwee	IR 17491-5-4-3-3	Kele	(units: %)	
Methyl ester-4-methyl-benzenesulfonic acid (C ₈ H ₁₀ O ₃ S)										0.92			
(E,E)-2,4-Decadienal (C ₁₀ H ₁₆ O)	1.09	0.85		6.59	1.47	3.08	6.58	2.84	2.72	7.58	1.47		
(E)-2-Decenal (C ₁₀ H ₁₈ O)		0.13		1.47	1.73	0.94	3.09	1.21	0.56	1.54	1.08		
Diethyl ester-1,2-benzenedicarboxylic acid (C ₁₂ H ₁₄ O ₄)			0.68			0.76		0.91		1.00	0.32		
2,4-Bis(1,1-dimethylethyl)-phenol (C ₁₄ H ₂₀ O)	8.55					1.31		0.86		0.29			
Tetradecanoic acid (C ₁₄ H ₂₈ O ₂)								0.48		0.57	0.30		
1-Tetradecanol (C ₁₄ H ₃₀ O)				2.50		0.61							
2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol (C ₁₅ H ₂₄ O)				0.67		0.94		0.49		0.44	0.52		
Pentadecane (C ₁₅ H ₃₂)				22.45	92.55	26.39	22.04	25.38	10.49	23.99	21.08		
Hexadecanoic acid (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)		26.20	21.46										
Dibutyl ester-1,2-benzenedicarboxylic acid (C ₁₆ H ₂₂ O ₄)	25.42												
1-(2'-aminobenzyl)-7-methoxyisoquinolin-8-ol (C ₁₇ H ₁₆ O ₂ N ₂)							0.87						
6(E),8(E)-Heptadecadiene (C ₁₇ H ₃₂)	11.9												
1-Mercapto-2-heptadecanone (C ₁₇ H ₃₄ OS)	6.75							0.38		0.49	0.48		
1-Heptadecene (C ₁₇ H ₃₄)						1.79	1.62	1.40		1.77	0.98		
Methyl ester-hexadecanoic acid (C ₁₇ H ₃₄ O ₂)							1.83						
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z) (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)									32.71				
6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone (C ₁₈ H ₃₆ O)				1.21		1.16		0.63		0.82	0.34		
Methyl ester-9,12-octadecadienoic acid (Z,Z) (C ₁₉ H ₃₄ O ₂)						0.93	3.26	0.96		1.64	0.99		
Methyl ester-9-octadecenoic acid (Z) (C ₁₉ H ₃₆ O ₂)	45.3	0.45	0.36		1.02	1.48	2.98	1.47	2.49	2.48	1.07		
Nonadecane (C ₁₉ H ₄₀)				4.91		3.01		0.80		0.26	0.40		
Neophytadiene (C ₂₀ H ₃₈)													
N,N-Dimethyl-9-octadecenamide (C ₂₀ H ₃₉ ON)								1.22					
Eicosane (C ₂₀ H ₄₂)					1.78								
3-Hydroxypropyl ester-oleic acid (C ₂₁ H ₄₀ O ₃)													
2-Hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl-9-octadecenoic acid (C ₂₁ H ₄₀ O ₄)													
Heneicosane (C ₂₁ H ₄₄)				2.13		2.72	45.85	52.78		50.00			
3',3'-Dimethylspiro[acridane-9,1'-indane] (C ₂₃ H ₂₁ N)								0.79	9.83	0.41	0.31		
Bis(2-ethylhexyl) ester-1,2-benzenedicarboxylic acid (C ₂₄ H ₃₈ O ₄)													
2,6,10,14,18-Pentamethyl-eicosane (C ₂₅ H ₅₂)	0.53	0.31	0.92	3.46	1.46	0.81				3.06	1.60		
11-Hexacosyne (C ₂₆ H ₅₀)				0.95									
23 S-Methylcholesterol (C ₂₈ H ₄₈ O)													
24-Oxcholesterol acetate (C ₂₉ H ₄₆ O ₃)													
(3.beta.,24S)-Stigmast-5-en-3-ol (C ₂₉ H ₄₈ O)													
2,6,10,15,19,23-Hexamethyl-2,6,10,14,18,22-tetracosahexaene (C ₃₀ H ₅₀)				1.90			8.77			2.56	8.43		
(3.beta.,22Z)-Acetate-stigmasta-5,22-dien-3-ol (C ₃₁ H ₅₀ O ₂)													
(3.beta.,)24-Methylene-9,19-cyclolanostan-3-ol (C ₃₁ H ₅₂ O)									41.20				
(24R,25S)-Aplystyrylacetate (C ₃₁ H ₅₂ O ₂)													
(Z)-9-Hexadecenyl ester-9-octadecenoic acid (Z) (C ₃₄ H ₆₄ O ₂)								1.60					
1-Pentatriacontanol (C ₃₅ H ₇₂ O)	71.53	76.57	76.57	49.57	2.19		3.11	5.81			59.88		

Table 2. Continued

HP 833-1-3-1-1-1	HP 883-1-1-1-B-1-1-1	LK 1A-2-12-1-1	LK 1-3-6-12-1-1	LK 1D-2-12-1	LK 2-7-12-1-1	LK 1B-4-12-1-1	LK 1B-2-1-1	RGS No. 336
1.49	1.83	7.17	4.83	3.74	4.57	4.03	4.20	
0.34	1.26	8.55	3.72	1.53	1.25	0.83	1.31	
0.54	0.26			0.32		0.36	0.62	
	0.35			0.36			0.32	
0.44	0.31			0.55	0.74	0.60		0.73
0.33				0.26			0.52	
0.72	0.90			0.41	2.82	0.80	1.64	
33.62	26.79	29.45	19.13	26.49	23.26	26.18	20.96	33.15
								58.38
			0.80					
	0.35		1.35		0.42	0.34		
1.05	0.82	1.81	1.05	1.71	1.99	1.36	1.96	0.19
								1.76
0.31	0.35			0.21	0.39	0.24	0.57	0.16
0.87	0.60				1.50	1.21	1.67	
1.29	0.83	3.67	2.28	3.45	2.12	1.66	2.35	
0.19	0.41		1.26	1.85	2.27	1.15	0.77	
								0.10
								0.17
			0.70				0.52	
								0.59
		49.36		44.18	39.31	47.39	40.93	
0.24	0.78		0.75	0.76	1.26	0.54	0.60	
				0.67		0.60	2.37	
								4.42
3.02								
			22.66					
7.09	6.41			7.35	8.19	6.91	5.41	
				3.99	7.94	2.96	10.31	
			11.35					
	4.44							
48.47	53.32		30.14	2.16	1.95	2.84	2.96	0.35

중이었으며, SC-5는 5개의 peak가 동정되어 화합물의 구성이 가장 단순한 품종임이 나타났다. 유색미 품종들에서 특징적으로 다량 함유되어 있는 성분은 C₁₆H₂₁O₂[Hexadecanoic acid], C₂₁H₄₀O₄[2-Hydroxy-1-(hydroxy methyl) ethyl-9-octadecenoic acid], C₃₄H₆₄O₂[(Z)-9-Hexadecenyl ester-9-octadecenoic acid]들이며, 일반미 품종인 추청의 경우, 다량 함유되어 있는 물질은 C₁₆H₂₂O₄[Dibutyl ester-1,2-benzenedicarboxylic acid], C₁₉H₃₆O₂[Methyl-ester-9,12-Octadecenoic acid], C₁₇H₃₄OS[1-Mercapto-2-heptadecanone]으로서 유색미 품종과는 다른 성분의 분포 양상을 나타내고 있었다.

지용성 성분들과 생리활성 효과 간의 상관관계. 유색미 엽 화페틸렌 추출분획들의 각 성분(38종류)들과 19품종 품종별 유색미들의 항변이원성, 항산화성들 간의 상관관계를 검토하였다. Table 3에 나타낸 바와 같이 항변이원성은 (3.β,22Z)-Acetate-stigmasta-5,22-dien-3-ol, 24-Oxocholesterol acetate,

6(E),8(E)-Heptadiene 및 Eicosane의 함량과는 정의 상관(p<0.01 또는 p<0.05)성이 있었다. 항산화 효과 중 DPPH radical에 대한 전자공여능과 (24R,25S)-Aplysterylacetate의 함량과 정의 상관(p<0.01)성이 있었으며, Fenton 반응으로 생성되는 hydroxyl radical에 대한 소거활성과 Tetradecanoic acid 및 Methyl ester-hexadecanoic acid, (3.β,24S)-Stigmast-5-en-3-ol 들의 함량과는 각각 부의 상관성(p<0.01, p<0.05)이 있었다. 한편 저질과산화 억제효과는 (3.β, 24S)-Stigmast-5-en-3-ol 함량과는 정의 상관(p<0.05)을 나타냈지만, 3',3'-Dimethylspiro[acridane-9,1'-indane] 및 (3.β)-24-Methylene-9,19-cyclolanostan-3-ol 등의 함량과는 부의 상관(p<0.05)성을 보였다.

유색미는 일반 취반미에 비하여 항산화성과 같은 건강기능성이 월등히 우수하다는 사실이 알려져 있어서, 향후 보다 건강기능성이 강화된 유색미의 육성이 요구된다고 하겠다. 그러나 품종 육성을 위한 건강기능성 지표가 뚜렷하지 않은 것이 현실

Table 3. Correlation coefficients and relevant characters among CH₂Cl₂ soluble components from 19 cultivars of colored rice seeds

	Relevants characters	Correlation coefficient
Antimutagenicity	- 6(E),8(E)-Heptadiene (C ₁₇ H ₃₂)	0.586**
	- Eicosane (C ₂₀ H ₄₂)	0.517*
	- 24-Oxcholesterol acetate (C ₂₉ H ₄₆ O ₃)	0.740**
	- (3β, 22Z)-Acetate-stigmasta-5,22-dien-3-ol (C ₃₁ H ₅₀ O ₂)	0.725**
DPPH radical scavenging activity	- (24R, 25S)-Aplysterylacetate (C ₃₁ H ₅₂ O ₂)	0.871**
Hydroxyl radical scavenging activity	- Tetradecanoic acid (C ₁₄ H ₂₈ O ₂)	-0.542**
	- Methyl ester-hexadecanoic acid (C ₁₇ H ₃₄ O ₂)	-0.525*
	- (3β, 24S)-Stigmast-5-en-3-ol (C ₂₉ H ₅₀ O)	-0.469*
Inhibition of lipid peroxidation	- 3',3'-Dimethylspiro[acridane-9,1'-indane] (C ₂₃ H ₂₁ N)	-0.460*
	- (3β, 24S)-Stigmast-5-en-3-ol (C ₂₉ H ₅₀ O)	0.504*
	- (3β)-24-Methylene-9,19-cyclolanostan-3-ol (C ₃₁ H ₅₂ O)	-0.483*

로서, 현재는 대표적인 유색미 색소인 cyanidin 3-O-β-D-glucoside 함량을 육성 지표로 사용하는 경향이 있다. 그러나 본 연구에서 지적한 것 같은 생리활성과 유의한 상관성을 가지는 지용성 분획의 성분들도 유색미 겨층이 가지는 건강기능성에 무시할 수 없는 역할을 가질 것으로 예상되기 때문에, 이들 화합물의 함량이 보다 우수한 기능성 유색미의 육성을 위한 지표로 사용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2000년-2002년도 과학재단 특정기초 연구비 지원 (과제번호: R01-1999-00165)에 의해서 이루어졌으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ramarathnam, N., Osawa, T., Namiki, M. and Kawakishi, S. (1988) Chemical studies on noyel antioxidants I. Isolation, fractionation and partial characterization. *J. Agric. Food Chem.* **36**, 723-727.
- Choi, S.W., Kang, W.W. and Osawa, T. (1994) Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Foods Biotechnol.* **3**, 131-135.
- Tsuda, T., Watanabe, M., Ohshima, K., Norinobu S., Kawakishi S., Choi, S.W. and Osawa, T. (1994) Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O-β-D-glucoside and cyanidin. *J. Agric. Food Chem.* **42**, 2407-2411.
- Kang, M.Y., Choi, Y.H., Nam, S.H. (1996) Inhibitory mechanism of colored rice bran extract against mutagenicity induced by chemical mutagen Mitomycin C. *Agri. Chem. Biotechnol.* **39**, 424-429.
- Nam, S.H. and Kang, M.Y. (1997) *In vitro* inhibitory effect of colored rice bran extracts carcinogenicity. *Agri. Chem. Biotechnol.* **40**, 307-312.
- Choi, S.W., Nam, S.H. and Choi, H.C. (1996) Antioxidative activity of ethanolic extracts of rice brans. *Foods Biotechnol.* **5**, 305-309.
- Nam, S.H. and Kang M.Y. (1998) Comparison of effect of rice bran extracts of the colored rice cultivars on carcinogenesis. *Agri. Chem. Biotechnol.* **41**, 78-83.
- Chang, S.M., Nam, S.H. and Kang, M.Y. (2002) Screening of the antioxidative activity, antimutagenicity and mutagenicity of the ethanolic extracts from legumes. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 1115-1122.
- Quilladet, R. and Hofnung, M. (1985) The SOS chromotest, A colorimetric bacterial assay for genotoxins; Procedures. *Mutation Res.* **147**, 65-78.
- Adama, R.P. (1995) *In identification of Essential oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*, Allured Publishing Co., IL., USA.
- Kovarts, E. (1965) Gas chromatographic characterization of organic substance in the retention index system. *Adv. chromatogr.* **1**, 229-247.

Correlation of Lipid Soluble Compounds of Colored Rices and its Mutagenicity, Antimutagenicity and Antioxidativity

Mi-Young Kang, Su-Young Shin and Seok Hyun Nam^{1*} (*Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701; ¹Department of Biological Science, Ajou University, Suwon 442-749*)

Abstracts: The fractions extracted with methylene chloride from colored rice seeds of 19 cultivars were prepared to examine the correlations of both antimutagenicity and antioxidantivity with physiological functionalities. The data revealed a positive correlation of the antimutagenicity with the content of (3,β,22Z)-Acetate-stigmasta-5,22-dien-3-ol, 24-Oxcholesterol acetate, 6(E),8(E)-Heptadiene, and Eicosane. For antioxidantivity, electron donating ability to DPPH radicals exhibited a positive correlation with the content of (24R,25S)-Aplysterolacetate, however, negative correlations were found between scavenging activity toward hydroxyl radicals and the content of either Tetradecanoic acid or Methyl ester-hexadecanoic acid, (3,β,24S)-Stigmast-5-en-3-ol, respectively. In addition, a positive correlation was detected between the inhibitory effect of the fractions and the content of (3,β,24S)-Stigmast-5-en-3-ol, however, a negative correlation with the content of 3,3'-Dimethylspiro [acridane-9,1'-indane], (3,β)-24-Methylene-9,19-cyclolanostan-3-ol, and some other compounds was observed, respectively.

Key words: colored rice, methylene chloride, antimutagenicity, antioxidantivity, correlation

*Corresponding author