건조 조건이 오미자의 휘발성 terpene류 및 색도에 미치는 영향

김윤제 · 이영근* · 최영환¹ · 김용철¹부산대학교 생명융합과학부, ¹부산대학교 생명자원과학부

Received March 28, 2008 / Accepted August 20, 2008

Effects of Drying Conditions on the Profile of Volatile Terpenoid and Colour of Schizandra Fruit (*Schizandra Chinensis fructus*). Yun-Je Kim, Young-Guen Lee*, Young-Whan Choi¹ and Yong-Chul Kim¹. ¹School of Applied Life Science, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea, ²School of Life Source Science, Pusan National University, Miryang 627-702, Korea - Schizandra fruit (*Schizandra chinensis fructus*) were dried by three processes, 50°C (50HAD), 70°C hot air (70HAD) and freeze drying process (FRD). Terpenoid were collected by SDE(Simultaneous Steam Distillation-Extraction) and followed by GC-MSD analysis. Also colour profile of each dried samples were measured by Hunter colorimeter. From fresh schizandra fruit, were detected 15 kinds of monoterpene, 28 kinds of sesquiterpene and 7 kinds of terpene alcohol. Myrcene(56.97 µg/g) and γ-terpinene(58.49 µg/g) were the major monoterpenes, β-elemene(120.16 µg/g), α-bergamotene (103.45 µg/g), γ-selinene (75.97 µg/g), β-cubebene(66.69 µg/g), aristolene (51.25 µg/g) and α-ylangene(28.06 µg/g) were the sesquiterpenes, and T-muurolol (96.45 µg/g) and terpinen-4-ol(46.02 µg/g) were the terpene alcohols. The dried samples lost more than half of terpenoid content of fresh schizandra fruit during early stage of drying process, and then the level of terpenoid content was not significantly changed. The content of sesquiterpenes appeared to increase until 6 day of FRD. The amount of residual terpene alcohols contained in schizandra fruit dried by FRD was more than those remained after drying by other processes, and schizandra fruit dried by 70HAD exhibited the least residual terpene alcohols. Brightness parameter L* decreased with the rise in the level of drying temperature, to which redness parameter a* and yellowness b* appeared to be similar.

Key words : Schizandra fruit, terpenoid, drying process, colour

서론

오미자(*Schizandra chinensis fructus*)는 목련과에 속하는 식물로 6-7월에 꽃을 피우고 9-10월에 짙은 홍색의 열매를 맺는데, 한방에서는 진신석약, 진정, 진해, 해열작용 및 간장보호, 혈압강하, 술의 해독 등의 작용을 가지는 것으로 알려져 있으며, 근래 천연식품에 대한 기능성 연구의 활성화에 의하여 항산화[9,12,14], 항균[12,17,23], 알코올 해독작용[22] 및 간장 보호[7] 등의 약리적 효능을 가지는 것으로 보고가 되었다. 이러한 효능을 유발하는 오미자의 주요 성분으로서 schizandrin, gomisins A 및 gomisins N 등의 리그난계 화합물들 [7,27]로 추정함으로써 오미자에 대한 연구는 주로 리그난류를 비롯하여, 그 밖에 유기산, 아미노산 등의 일반성분 [16,21,28] 및 용매추출물의 항산화활성[9,12,14] 등에 집중되었다. 그러나, 근래 오미자에는 타 식물체에서 밝혀 낸 것 보다 훨씬 다양한 종류의 terpene류가 함유되어 있는 것으로 밝혀졌다[15,16]. Terpene류는 isoprene골격을 가지는 5 탄소 단위로부터 파생되어, C5 단위의 연속적 부가반응에 의하여 monoterpene (C10), sesquiterpene (C15), diterpene류(C20)

를 합성하며, triterpene류(C30)는 2개의 C15 단위, 그리고 tetraterpene류(C40)는 2개의 C20 단위가 연결되어 형성된다. 이 중 휘발성인 mono와 sesquiterpene류가 식물 정유(essential oil) 성분의 주성분으로서 독특한 향을 발현하며, 곤충에 대한 기피효과 및 독성[4] 및 타 식물에 대한 배타작용[13] 등의 생태학적 효능을 발휘하는 것으로 이미 알려져 있으며, 근래에는 항균활성, 고혈압완화, 염증억제 및 천식완화 등의 다양한 생리적 및 약리적 기능성들을 가질[2,6,19,20,31] 뿐만 아니라 항암효과도 뛰어난 것으로[26,29,34] 확인되었다.

따라서, 리그난과 더불어 anthocyanin 색소와 다양한 terpene류를 풍부하게 함유하고 있는 오미자의 특성을 활용하여, 최근, 다양한 기능성 제품들의 개발을 시도하고 있으며, 실제 산업적 생산과정에서는 원료의 수급안정과 보관의 용이함을 이유로 수확한 오미자를 구입 후 건조하거나 생산지에서 건조한 제품을 구입하여 원료로 사용하고 있다. 그러나 오미자의 건조과정에서 리그난 등의 불휘발성 물질들의 손실은 비록 적을 것이지만 휘발성인 mono와 sesquiterpene류의 손실은 피할 수 없을 것으로 추정된다. 따라서 본 실험에서는 산업현장에서 실제 사용하고 있는 몇 가지 방법으로 오미자를 건조하였을 때 건조효율과 휘발성 terpene류의 함량변화 및 색도의 변화를 조사하여, 오미자를 이용한

*Corresponding author

Tel : +82-55-350-5354, Fax : +82-55-350-5359

E-mail : lyg5354@pusan.ac.kr

기능성제품 개발의 제조공정 확립의 기초자료로 삼고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 오미자는 경북 문경시 동로면에서 재배하여 2006년 9월 수확한 것을 구입하여 냉동 보관한 후, 가지, 잎 등 이물질과 모양이 고르지 못한 것을 제거하고 외관이 양호한 것을 선별하여 사용하였다. 그리고 각종 분석에 필요한 유기용매 및 일반시약은 Merck사(독일) 및 Junsei화학공업사(일본)의 특급 및 1급 시약들을, 그리고 휘발성화합물의 동정에 사용한 기타 표준품은 Sigma사의 제품을 사용하였다.

실험 방법

오미자의 건조과정은 50°C 및 70°C의 열풍건조기(Memmert, DE/ULE 400, USA)와 -70°C의 진공동결건조기(SFDSHM12, 삼원냉열)로 진행하였으며, 열풍건조는 각 1, 2, 3 및 4일간, 진공동결건조에서는 1, 2, 3, 4, 6, 8, 및 10일간 건조한 시료를 각각 채취하여 각 시료의 수분함량(dry base)을 105°C에서 상압가열건조법으로 측정하여 건조효율을 조사하였으며, 휘발성 terpene류의 분석은, 각 시료 50 g(wet base)을 증류수 200 ml과 함께 SDE (Simultaneous Steam Distillation -Extraction)연속추출장치의 2 L 둥근 플라스크에 넣고 정량분석을 위해 내부표준물질로서 1,000 ppm의 4-decanol 1 ml을 첨가하였다. 추출용매로는 diethyl ether 30ml를 사용하였으며 상압 하에서 3시간 동안 환류하여 휘발성 terpene류를 포집하고, 무수황산나트륨으로서 탈수시킨 후 35°C 회전감압농축기(Eyela, N-2NW, Japan)로 5 ml까지 농축하고 0.45 µm membrane filter(hydrophilic PTFE, Millipore, USA)로 여과한 것을 GC/MS 분석용 시험액으로 하였다. GC/MS의 분석은 GC/MS (HP 6890 series GC system+HP 5973 MSD, Hewlett Packard Co. USA)에서, HP-5 capillary column (5% phenyl methyl siloxane capillary, 30.0 m×250 µm i.d., 0.25 µm film thickness, Hewlett Packard Co. USA), carrier gas는 He (32.6 ml/min.), Split ratio 30:1, 오븐 온도조건 initial temp. (time) 70°C (5 min.), rate는 5°C/min., final temp. (time) 220°C (5 min.)이며, injection port temp. 250°C, interface temp. 240°C 및 70 eV의 ionization voltage의 조건으로 분석하였다.

각 화합물들의 동정은 mass spectrum을 해석한 결과를 토대로 Willey library 및 문헌을 참고하였으며, 각 화합물의 정량은 각 피크의 면적을 내부표준물질인 4-decanol과 비교하여 아래의 계산식으로 산출하였으며, 이때의 response factor는 1로 가정하였다.

화합물의 농도(µg/g)=[각 화합물의 피크면적×내부표준물질 첨가량(µg)×1,000]/{내부표준물질피크면적×시료량(mg)}

또한, 색도의 측정은 각 건조 조건에 따라 건조된 오미자를 분쇄기로 고르게 분쇄하여 Hunter colorimeter (Chroma meter CR-200, Minolta, Japan)로 하였으며, chromatic reference standard는 white C2-15222로 하였을 때 L=92.08, a=1.19, b=-0.706이었다. 측정치는 Hunter's color value 값인 L (white +100 ↔ 0 black), a (red +60 ↔ -60 green), b (yellow +60 ↔ -60 blue) 및 전체적인 색차를 나타내는 ΔE (total color difference value)값은 상법[1,10]에 따라 다음 식으로 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

결과 및 고찰

건조 효율

생오미자의 수분 함량은 75.48%이었으며, 각 건조 방법별 건조 효율을 비교한 결과 Fig. 1에서와 같이, 50°C와 70°C에서 4일간 열풍건조한 시료의 수분함량 제거율은 각각 88.75%, 93.15%이었으며, 10일간 동결건조한 시료는 88.04%이었다. 이와 같이 각 건조조건에 따른 수분함량은 열풍건조 70°C에서 건조한 시료가 단시간에 가장 높은 제거율을 보였다. 그러나 동결건조는 열풍건조와 유사한 수준의 수분 제거를 위해서는 10일 이상의 많은 건조시간이 소요되었다.

Terpene류의 조성

오미자의 휘발성 terpene류를 SDE (Simultaneous Steam Distillation -Extraction)연속추출장치로써 포집하고 GC/MS로 분석한 결과, Table 1과 같이 15종의 monoterpene류, 28종

Fig. 1. Removal ratio (%) of moisture content of fresh Schizandra fruit (moisture content; 75.48%) during three drying processes. Symbols represent as, 50 HAD; 50°C hot air drying, 70 HAD; 70°C hot air drying, FRD: freeze drying.

Table 1. Volatile terpenoid identified from fresh Schizandra fruit (*Schizandra chinensis fructus*) (w.b., µg/g)

Group	Terpenes	Content	Group	Terpenes	Content
Mono- terpenes	α -Pinene	23.61	Sesqui- terpenes	trans- β -Farnesene	38.03
	Camphene	19.59		γ -Selinene	75.97
	Sabinene	7.27		β -Cubebene	66.69
	β -Pinene	11.08		β -Selinene	30.33
	Myrcene	56.97		α -Bergamotene	103.45
	α -Phellandrene	10.52		α -Selinene	45.08
	δ -Carene	2.07		β -Himachalene	23.32
	α -Terpinene	21.88		Valencene	27.76
	β -Cymene	21.67		γ -Cadinene	7.38
	Limonene	20.66		7-epi- α -Selinene	4.66
	1,8-Cineole	5.91		δ -Cadinene	31.02
	cis-Ocimene	3.65		Aromadendrene	4.31
	trans- β -Ocimene	16.41		Acoradiene	3.94
	γ -Terpinene	58.49		α -Longipinene	4.73
	α -Terpinolene	13.44		α -Gurjunene	7.79
	sub total	293.22		Calarene	7.03
Sesqui- terpenes	δ -Elemene	5.93		δ -Selinene	20.27
	α -Ylangene	28.06		sub total	743.98
	α -Copaene	8.28	Terpene alcohols	L-Linalool	5.48
	β -Bourbonene	13.24		Borneol	4.92
	β -Elemene	120.16		Terpinen-4-ol	46.02
	Epizonaren	3.18		α -Terpineol	23.07
	Aristolene	51.25		Citronellol	11.15
	Naphthalene	3.77		Nerolidol	25.57
	Germacrene-D	1.41		T-Muurolol	96.45
	Germacrene-B	2.33		Sub total	212.66
	β -Patchoulene	4.61			

의 sesquiterpene류 및 7종의 terpene alcohol류가 확인되었으며, 또한 myrcene (56.97 µg/g)과 γ -terpinene (58.49 µg/g)이 monoterpene류, β -elemene (120.16 µg/g), α -bergamotene (103.45 µg/g), γ -selinene (75.97 µg/g), β -cubebene (66.69 µg/g), aristolene (51.25 µg/g) 및 α -ylangene (28.06 µg/g) 등이 sesquiterpene류, 그리고 T-muurolol (96.45 µg/g)과 terpinen-4-ol (46.02 µg/g)이 terpene alcohol류의 주성분이었다. 오미자의 terpene류 중 그 함량이 120.16 µg/g으로 가장 많은 β -elemene은 천연의 항암제로서 이미 널리 알려져 있는 약리 성분이며[26,29,34], terpinen-4-ol은 그람 양성균 및 음성균 박테리아에 항균활성을 가지고 있으며[3,33], 체내 염증 유발인자의 생성 억제[6], 흑색종 세포의 성장 억제[2] 및 고혈압의 완화[20] 등의 약리적 기능을 가지는 것으로 알려져 있다. 또한, 일명 eucalyptol로도 불리는 1,8-cineole은 오미자에 비록 5.91 µg/g의 미량으로 함유되어 있지만 기침 및 천식의 완화[11], 심장혈관 이완[19] 및 알코올로 인한 위장막손상 치유[31] 등의 여러 가지 약리적 기능을 가지는 것으로 밝혀져 있다.

전반적으로 휘발성 테르펜함량은 건조온도가 높을수록 감소하였으나 70°C에서 건조한 시료보다 50°C에서 건조한 시료의 함량이 적게 나타났으며, 이는 고온에서 건조 시 급속

하게 형성된 건조피막의 형성에 의하여 휘발이 억제되어 나타난 결과로 추정된다.

각 건조방법에서 terpene류의 함량변화를 Fig. 1, 2 및 3에서 보면, 생오미자에 비하여 건조개시 후 처음 측정된 1일(열풍건조) 또는 2일(동결건조)에 크게 감소하였으나, 50°C 열풍건조에서는 그 감소량이 비교적 적었다. 그리고 70°C 열풍건조의 경우 건조 1일에서 가장 급격한 감소를 보였으며 그 감소량의 대부분이 monoterpene류와 terpene alcohol류의 손실에 기인하여 휘발성이 큰 monoterpene류와 terpene alcohol류는 건조온도가 높을수록 손실량이 많은 것을 알 수 있었다. 그러나, 건조시간의 추가 경과에 따른 변화는 가장 미미하여 70°C의 고온의 경우 건조 1일에 휘발가능한 화합물들 대부분 이미 휘발된 것으로 추정되었다. 70°C 열풍건조에 비해 50°C 열풍 및 동결건조에서는 monoterpene류와 terpene alcohol류의 손실이 적으며 특히 동결건조에서는 terpene alcohol류와 sesquiterpene류의 함량이 건조 6일까지 증가하였으나 이후 감소하였는데 이는 결빙에 의한 세포파괴와 휘발의 복합적 관계에 의한 결과로 추정되었다. 또한, terpene alcohol류의 함량이 동결건조한 시료에서 가장 높은 결과는 동결 및 음건한 시료의 휘발성 향기성분에서는 alcohol류의 비

Fig. 2. Changes of the contents of volatile terpenoid groups of Schizandra fruit during hot air drying processes at 50°C and 70°C. Symbols represent as, 50 HAD: hot air drying process at 50°C, 70 HAD: hot air drying process at 70°C.

Fig. 3. Changes of the contents of volatile terpenoid groups of Schizandra fruit during freeze drying process at -70°C. Symbols represent as, FRZ: freeze drying.

중이 많았다는 이 등[25]의 보고와 일치하였으며, 동결건조한 시료의 총terpene 함량은 열풍건조한 시료에 비하여 전반적으로 높게 나타나서 동결건조가 열에 의한 휘발성 향의 손실이 비교적 적은 건조방법으로 간주되었다. 김 등[15]은 SDE장치를 이용하여 오미자를 열풍건조하였을 때, monoterpene류와 terpene alcohol류는 감소하였으나, sesquiterpene류는 상대적으로 증가하는 경향을 보였다고 보고하였으며, Koller [18]는 thyme과 sage의 휘발성 향기성분을

50°C와 80°C의 열풍건조 및 동결건조하여 비교한 결과 동결건조와 50°C 열풍건조한 시료의 휘발성 향기패턴은 유사하게 나타났으나 80°C로 건조한 시료의 경우에는 패턴이 다르게 나타났다고 보고하여 건조조건이 휘발성 물질의 잔존 및 변화에 크게 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

색의 변화

50°C와 70°C 열풍건조, 그리고 -70°C의 동결건조과정 중 색의 변화를 측정하기 위하여 각각의 건조방법으로 건조한 오미자를 마쇄하여 L, a, b 및 ΔE 값을 측정하였으며, 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 건조방법에 따른 오미자의 색 변화는 L, a, b 값이 전체적으로 동결건조한 시료에서 가장 높았으며, 50°C, 70°C 열풍건조 순으로 낮았다. L값은 흑색의 0에서 백색의 100까지의 범위로 명암도를 나타내는 값으로, 각 건조방법에 따라 1일 건조한 시료의 L값은 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 건조기간이 경과할수록 건조조건에 따른 차이가 나타났다. 그러나 열풍건조 1일 이후, 동결건조 2일 이후의 L값은 유의적인 차이를 보이지 않아, 건조 초기에는 거의 일정한 값을 나타내어 건조기간에 따른 영향은 적은 것으로 사료된다. a값은 녹색(-60)과 적색(+60)을 나타내는 값으로, L값과 비슷한 양상을 보였으나 각 건조방법에 따른 a값의 차이는 L값의 것보다 더 컸다. 50°C 열풍건조한 시료는 건조2일 이후 서서히 감소하였고, 70°C 열풍건조한 시료는 건조 첫날부터 크게 감소하는 것으로 나타났으며, 동결건조한 시료는 건조기간이 길어짐에 따라 대체적으로 증가하는 경향을 보여, 건조 온도가 높아짐에 따라 적색도는 크게 감소하는 것으로 나타났다. Anthocyanin 색소는 온도가 높을 때 파괴 또는 갈변에 의해 퇴색되는데[5,24,30], 송 등[32]도 온도가 낮을수록 anthocyanin 색소의 잔존율이 높았다고 보고하였다. 또한 임 등[8]은 거베라 꽃의 분홍색 품종인 shirley 꽃 건조 시 anthocyanin색소의 흡광도는 온도가 높을수록 감소하는 경향을 보였으며, a값도 유의적으로 감소하는 것으로 나타났는데, 특히 60-70°C에서 크게 낮아져 적색 색소가 파괴되었다고 보고하였다. b값은 청색(-60)과 황색(+60)을 나타내는 값으로, 동결건조 초기 2일까지는 건조기간에 따라 큰 변화가 없는 50°C 열풍건조보다 낮았으나 서서히 증가하여 3일 이후에는 더 높게 나타났다. 또한 70°C 열풍건조한 시료의 b값은 감소하는 경향을 보였으며 건조기간이 경과할수록 그 감소속도는 조금씩 둔화되었다.

요 약

오미자의 건조공정에 의한 휘발성 terpene류와 색의 변화를 조사하기 위하여, 건조조건을 50°C와 70°C의 열풍건조, -70°C의 진공동결건조의 3종 건조방법으로 건조한 후 SDE 연속추출장치로 terpene류를 추출하여 GC/MS로 분석하고,

Table 2. Changes of Hunter color value and total color difference of Schizandra fruit powder on various drying conditions

Drying method	Drying Temp.	Days	Hunter color value ¹⁾			
			L	a	b	ΔE
Hot air drying	50°C	1	30.92 ^{a2)} ±0.54	31.80 ^{ab} ±0.52	19.43 ^a ±0.61	71.30 ^b ±0.61
		2	33.65 ^b ±0.20	34.75 ^c ±1.07	22.09 ^c ±0.25	71.13 ^b ±0.61
		3	33.96 ^b ±1.45	32.84 ^b ±0.81	21.10 ^b ±0.45	69.68 ^a ±1.39
		4	34.04 ^b ±0.67	31.05 ^a ±1.08	21.07 ^b ±0.91	68.81 ^a ±0.43
	70°C	1	30.27 ^c ±0.51	23.54 ^d ±0.73	18.94 ^c ±0.96	68.60 ^a ±0.87
		2	24.37 ^{ab} ±1.56	13.99 ^c ±0.33	12.64 ^b ±0.76	70.19 ^{ab} ±1.37
		3	23.79 ^{ab} ±1.13	11.90 ^b ±0.23	10.90 ^a ±0.76	70.09 ^{ab} ±0.95
		4	22.31 ^a ±0.90	10.43 ^a ±0.36	10.27 ^a ±0.77	71.23 ^b ±0.79
Freeze drying	-70°C	1	31.74 ^a ±1.03	33.91 ^a ±1.14	16.20 ^a ±0.32	70.69 ^a ±1.15
		2	34.21 ^b ±1.00	33.96 ^a ±0.32	19.59 ^b ±1.00	69.53 ^a ±0.80
		3	38.99 ^{cd} ±1.26	40.65 ^b ±1.83	23.11 ^c ±0.52	70.31 ^a ±2.11
		4	37.61 ^c ±0.91	43.79 ^{cd} ±1.86	24.02 ^d ±0.38	73.44 ^b ±1.61
		6	39.65 ^d ±1.14	44.98 ^{cd} ±0.37	25.16 ^e ±0.53	73.05 ^b ±1.04
		8	38.96 ^{cd} ±1.09	43.64 ^c ±0.79	25.15 ^e ±0.63	72.75 ^b ±0.80
		10	38.73 ^{cd} ±0.39	45.54 ^d ±0.69	25.66 ^e ±0.32	74.22 ^b ±0.74

¹⁾L=Lightness, a=redness, b=yellowness,

ΔE (total color difference value)= $\sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$

^{2)abcde} Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ significance level by Duncan's multiple range test.

각 건조된 오미자를 마쇄한 분말의 색도를 Hunter colorimeter로 측정하였다. 생오미자의 GC/MS 분석 결과, 15종의 monoterpene류, 28종의 sesquiterpene류 및 7종의 terpene alcohol류가 확인되었으며, 또한 myrcene (56.97 µg/g)과 γ-terpinene (58.49 µg/g)이 monoterpene류, β-elemene (120.16 µg/g), α-bergamotene (103.45 µg/g), γ-selinene (75.97 µg/g), β-cubebene (66.69 µg/g), aristolene (51.25 µg/g) 및 α-ylangene (28.06 µg/g) 등이 sesquiterpene류, 그리고 T-muurolool (96.45 µg/g)과 terpinen-4-ol (46.02 µg/g)이 terpene alcohol류의 주성분이었다. 건조과정의 초기에 생오미자 terpene류의 절반 이상이 감소되었으며, 이후 건조기간의 경과에 따른 추가적 감소는 아주 적었다. 또한 총 terpene류의 절반 이상을 차지하는 sesquiterpene류의 함량은 진공동결건조에서는 소량 증가하다 6일 이후 감소하는 패턴을 보였다. 그리고 terpene alcohol류는 진공동결건조한 시료에서 그 함량이 비교적 많이 남았으나, 고온인 70°C에서 열풍건조한 시료에서는 가장 적게 남아 있었다. 건조방법에 따른 L값은 동결건조, 50°C 열풍건조, 70°C 열풍건조 순서로 높았으며, a값 및 b값도 동결건조에서 가장 높았으며 70°C 열풍건조에서 가장 낮게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

References

- Berns, R. S. 2001. *Principles of color technology*. pp. 82-87, 3rd eds., John Wiley & Sons Inc. New York.
- Calcabrini, A., A. Stringaro, L. Toccaceli, S. Meschini, M. Marra, M. Colone, G. Salvatore, F. Mondello, G. Aracia and A. Molinari. 2004. Terpinen-4-ol, the main component of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil inhibits the *in vitro* growth of human melanoma cells. *J. Invest. Dermatol.* **122**, 349-360.
- Carson, C. F. and T. V. Riley. 1995. Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. Appl. Bacteriol.* **78**, 264-269.
- Edwards, P. B., W. J. Wanjura and W. V. Brown. 1993. Selective herbivory by Christmas beetles in response to intraspecific variation in *Eucalyptus* terpenoids. *Oecologia* **95**, 551-557.
- Flora, L. F. 1976. Time temperature on 'Muscadin' grape juice quality. *J. Food Sci.* **41**, 1312-1316.
- Hart, P. H., C. Brand, C. F. Carson, T. V. Riley, R. H. Prager and J. J. Finlay-Jones. 2000. Terpinen-4-ol, the main component of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflamm. Res.* **49**, 619-626.
- Hikino, H., Y. Kiso, H. Taguchi and Y. Ikeya. 1984. Antihepatotoxic actions of lignoids from *Schizandra chinensis* fruits. *Planta Medica*. **50**, 213-217.
- Im, M. H., Y. K. Yoo and Y. S. Park. 2003. Effects of drying conditions on changes of flower odor and diameter in *Gerbera hybrida* after drying. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* **44**,

- 102-106.
9. Jang, E. H., Y. H. Pyo and M. S. Ahn. 1996. Antioxidant effect of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) extracts. *Korean J. Soc. Food Sci.* **12**, 372-376.
10. John, W. 1980. *Developments in food colour-1*. pp. 27-45. Applied Science Publishers Ltd., London.
11. Juergens, U. R., M. Stober, L. Schmidt-Schilling, T. Kleuver and H. Vetter. 1998. Antiinflammatory effects of eucalyptol (1,8-cineole) in bronchial asthma: inhibition of arachidonic acid metabolism in human blood monocytes ex vivo. *Eur. J. Med. Res.* **3**, 407-412.
12. Jung, G. T., I. O. Ju, J. S. Choi and J. S. Hong. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* RUPRECHT (Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 928-935.
13. Kil, B. S., K. W. Yun, S. Y. Lee and D. M. Han. 1994. Influence of chemicals from *Artemisia argyi* on the growth of selected species of plants and microorganisms. *Korean J. Ecol.* **17**, 23-35.
14. Kim, H. K., G. M. Na, S. H. Ye and H. S. Han. 2004. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Schizandra chinensis* extracts. *Korean J. Food Culture* **19**, 484-490.
15. Kim, K. S., J. S. Song and J. K. Bang. 2000. Changes in volatile compounds of *Schizandra chinensis* fruits according to drying and extracting methods. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **8**, 49-57.
16. Kim, O. C. and H. J. Jang. 1994. Volatile components of *Schizandra chinensis* Baillon. *Korean J. Agric. Chem. & Biotech.* **39**, 30-36.
17. Kim, Y. S., Y. S. Park and M. H. Lim. 2003. Antimicrobial activity of *Prunus mume* and *Schizandra chinensis* H-20 extracts and effects on quality of functional Kochujang. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**, 893-897.
18. Koller, W. D. 1988. Problems with the flavour of herbs and spices. In *Frontiers of Flavor*. Proceeding of the 5th international flavor conference. Charalambous, G. (Ed.), Elsevier Science Publishers Co., Inc., Amsterdam, Netherlands. 123.
19. Lahlou, S., A. F. Figueiredo, P. J. Caldas Magalhães and J. H. Leal-Cardoso. 2002. Cardiovascular effects of 1,8-cineole, a terpenoid oxide present in many plant essential oils, in normotensive rats. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **80**, 1125-1131.
20. Lahlou, S., L. F. Leal-Interaminense, J. H. Leal-Cardoso and G. P. Duarte. 2003. Antihypertensive effects of the essential oil of *Alpinia zerumbet* and its main constituent, terpinen-4-ol, in DOCA-salt hypertensive conscious rats. *Blackwell Publishing Fundamental & Clinical Pharmacology* **17**, 323-330.
21. Lee, J. S. and S. W. Lee. 1989. A study on the compositions of free sugars, lipids, and nonvolatile organic acids in parts of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J. Diet Culture* **4**, 177-179.
22. Lee, J. S. and S. W. Lee. 1990. Effect of extracts in fruits of Omija (*Schizandra chinensis* baillon) on alcohol metabolism. *Korean J. Diet. Culture* **5**, 259-263.
23. Lee, J. Y., Y. K. Min and H. Y. Kim. 2001. Isolation of antimicrobial substance from *Schizandra chinensis* Baillon and antimicrobial effect. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 389-394.
24. Lee, L. S. and J. W. Rhim. Thermal kinetics color changes of purple sweet potato anthocyanin pigment. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**, 497-501.
25. Lee, M. S. and H. S. Choi. 1996. Volatile flavor components of *Capsella bursa-pastoris* as influenced by drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 814-821.
26. Li, X., G. Wang, H. Ding, C. Cunningham, F. Chen, D. C. Flynn, E. Reed and Q. Q. Li. 2005. Antiproliferative effect of β -elemene in chemoresistant ovarian carcinoma cells is mediated through arrest of the cell cycle at the G2-M phase. *Cellular & Molecular Life Sci.* **62**, 894-904.
27. Nakajima, K., H. Taguchi, Y. Ikeya, T. Endo and I. Yosioka. 1983. The constituents of *Schizandra chinensis* Baillon. XIII. Quantitative analysis of lignans in the fruits of *Schizandra chinensis* Baillon by high performance liquid chromatography. *Japan J. Pharm. Soc.* **103**, 743-749.
28. Oh, S. L., S. S. Kim, B. Y. Min and D. H. Chung. 1990. Composition of free sugars, free amino acids, non-volatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M., *A. acutiloba* K., *S. chinensis* B. and *A. sessiliflorum* S. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 76-81.
29. Peng, X., Y. Zhao, X. Liang, L. Wu, S. Cui, A. Guo and W. Wang. 2006. Assessing the quality of RCTs on the effect of β -elemene, one ingredient of a Chinese herb, against malignant tumors. *Contemporary Clinical Trials* **27**, 70-82.
30. Ponting, J. D., D. W. Sanshuck and J. E. Brekke. 1960. Color measurement and deterioration in grape and berry juices and concentrates. *Food Res.* **25**, 471-476.
31. Santos, F. A. and V. S. N. Rao. 2001. 1,8-cineole, a food flavoring agent, prevents ethanol-induced gastric injury in rats. *Dig. Dis. Sci.* **46**, 331-337.
32. Song, C. E., Y. J. Park and B. G. Heo. 2001. Stability of anthocyanins from flowers of *Lycoris radiata* as natural colorants. *J. Life Sci. Nat. Res.* **23**, 27-32.
33. Southwell, I. A., A. J. Hayes, J. L. Markham and D. N. Leach. 1993. The search for optimally bioactive Australian tea tree oil. *Acta. Hort.* **334**, 265-275.
34. Wang, G., X. Li, F. Huang, J. Zhao, H. Ding, C. Cunningham, J. E. Coad, D. C. Flynn, E. Reed and Q. Q. Li. 2005. Antitumor effect of β -elemene in non-small-cell lung cancer cells is mediated via induction of cell cycle arrest and apoptotic cell death. *Cellular & Molecular Life Sci.* **62**, 881-893.