

GS/MS 분석에 의한 천일염의 향기성분

나종민 · 김영섭 · 김세나 · 김정봉 · 김행란 · 조영숙 · 윤향식* · †김소영
농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 기능성식품과, *충청북도농업기술원

Aroma Profiling of Sun-dried Salt by GC/MS Analysis

Jong Min Na, Yong Xie Jin, Se Na Kim, Jung Bong Kim, Haeng Ran Kim,
Young Suk Cho, Hyang Sik Yoon* and †So-Young Kim

Division of Functional Food & Nutrition, Division of Functional Food & Nutrition, Department of Agrofood Resources,
National Academy of Agricultural Sciences, Rural Development Administration (RDA), Suwon 441-853, Korea
*Chungcheongbuk-do, Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon 363-883, Korea

Abstract

Aroma compounds in sun-dried salt according to saltern material and packaging box were extracted by the headspace and were isolated by using GC-MS. These compounds were identified including ketones, heterocyclic compounds and six other compounds. Major aroma compounds in salts were identified as 4-methyl-2-pentanone, 5-methyl-3-hexanone, 4-methyl-3-penten-2-one, 2-hexanol, benzothiazole, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-phenol, and 1,3,5-tri-tert-butyl benzene. However, we found no significant differences according to the saltern materials in three salts. Salts stored in *Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) had more diverse aroma profiling than those in *Pinus densiflora* and *Paulownia coreana*. We consider that it need to research the development of high value added products for new aromatic salt.

Key words: sun-dried salt, aroma compound, *Chamaecyparis obtusa*, headspace

서 론

소금은 인체의 혈액 중 약 0.9%를 차지하고 있을 뿐만 아니라, 여러 소화액, 임파액 등의 각종 체액의 성분이며, 삼투압 조절에 있어서 가장 중요한 존재이며, 근 수축 및 산-염기 평형 등 생리기능에 관여하는 생체조절 물질로서 사람이 살아가는데 있어 필수적인 물질이다(Bae DH 2007). 또한 식품의 저장성과 풍미에 중요한 영향을 주기 때문에 대부분의 식품 특히, 김치, 된장, 젓갈과 같은 발효 식품에 사용되고 있다(Kang 등 1997). 천일염에는 쓴맛과 떫은맛을 내는 간수가 포함되어 있으나(Han GJ 등 2011), 저장 시 간수가 제거됨에 따라 맛이 좋아진다.

일반적으로 우리나라에서 생산되는 천일염은 포대라고 불

리는 비닐 소재의 포장재에 보관 및 유통되며, 포장재에는 유성의 잉크로 기입된다. 이 잉크는 천일염을 포장하여 저장을 하게 되면 간수가 제거될 때 녹아서 천일염에 유입될 가능성이 있기 때문에 위생적으로 문제가 발생할 수 있다. 이에 최근에는 유해물질 안전 문제로 인해 식품포장 용기로 인증된 폴리에틸렌(PE, Polyethylene) 재료로 만든 비닐 안에 소포장을 해서 1, 5 또는 10 kg 단위로 담아 판매 유통되고 있다. 하지만, 무색, 무취의 특징을 가지고 있는 소금의 경우, 장기간 보관하면서 소금 자체에 화학적인 이취가 발생하는 사례가 있어, 이를 해결하기 위한 친환경 소재를 사용한 포장용기 개발이 필요하다. 이에 우리나라에서 생산되고 있거나, 소금창고 자재로 이용되고 있는 나무 자재를 이용하여 소금 용기로서 이용가능성을 검토하고자 한다. 오동나무(*Paulownia coreana*)

† Corresponding author: So-Young Kim, Division of Functional Food & Nutrition, Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Sciences, Rural Development Administration (RDA), Suwon 441-853, Korea. Tel: +82-31-299-0513; Fax: +82-31-299-0504 E-mail: foodksy@korea.kr

는 현삼과(Scrophulariaceae)의 오동나무속에 속하는 낙엽교목으로 관상수 및 밀원자원에 쓰고, 목재, 기구재 및 약기재로 쓰며, 민간에서 음창, 오립, 구충, 두풍 및 종창 등에 약으로 쓴다(Si 등 2006). 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*)는 측백나무과(Cupressaceae)에 속하는 상록침엽수로 크기는 높이가 40 m, 지름은 2 m에 이른다. 편백나무에서 추출한 정유성분들은 스트레스 완화와 심리적 안정에 효과가 있다고 알려져 있다(Lee 등 2012). 침엽수의 대표적인 수종의 하나인 소나무(*Pinus densiflora*)는 중국, 일본, 우리나라 전역에 널리 자생하며, 소나무 잎은 주로 약재로 사용된다(Hwang 등 2000).

향기성분은 대부분 휘발성성분이며, 휘발성성분을 분석할 때에는 Gas chromatography(GC)를 이용하는데, 이는 시료의 수분이 없어야 분석 가능하기 때문에 보통 시료를 건조시킨다. 그러므로 추출과정에서 열과 수분에 의해 변성되거나 건조로 인해 사라진 향기성분의 정확한 동정은 불가능하다(Cho 등 2003). 소금에 대한 향기성분 분석에 관한 선행 연구는 없지만, Solid-phase microextraction(SPME)을 이용하여 식품을 분석한 연구는 강낭콩, 고추, 바닐라(Lee JH 2006; Barra 등 2007; Mazida 등 2005; De Jager 등 2008)와 같은 식품 자체에 대한 향기성분 분석을 수행하여 보고한 연구는 많이 있다.

본 연구에서는 바닥소재에 따른 천일염의 향기성분과 오동나무, 편백나무 그리고 소나무를 이용하여 만든 저장용기에 천일염을 보관할 때 저장 중에 천일염 향기성분 변화를 보고자 headspace를 이용하여 GC-MS로 분석을 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재료

바닥소재에 따른 향기성분 분석을 위한 천일염 시료는 전라남도 해남군에서 염전 바닥이 갯벌로 다져진 염전에서 생산된 토판염(Haenam S1)과 PVC 장판인 염전에서 생산된 장판염(Haenam S2)을 사용하였고, 전라남도 신안군에서 염전 바닥이 PVC 장판으로 된 염전에서 생산된 천일염인 PVC 장판염(Shinan S3)과 친환경 자재인 PP 장판으로 된 염전에서 생산된 PP 장판염(Shinan S4)을 사용하였다. 저장용기에 따른 향기성분은 전라남도 신안군에서 2009년 7월과 8월 사이에 생산된 국내산 천일염 두 종류(S3, S4)를 1년간 저장창고에서 간수를 제거시킨 후 오동나무, 편백나무 그리고 소나무로 만들어진 약 25 kg 용량의 상자에서 20°C, 6개월간 실내에서 보관한 것을 분석 시료로 사용하였다.

2. 향기성분의 Headspace 추출

천일염 시료는 약 10 g을 headspace용 20 ml vial에 담아 headspace autosampler(Agilent 7694E, Agilent Technologies, Wil-

mington, DE, USA)로 추출하였다. 추출조건은 80°C 온도에서 30분 동안 평형화 시켰으며, GC/MS에 상부공간의 향기성분 추출액 1 ml를 1분 동안 주입하였다. 각 시료량에 내부표준물질 4-methyl-2-pentanol을 50 ppm이 되도록 첨가하여 혼합 후 분석하였다.

3. GC/MS 분석

소금 중 추출된 향기성분은 GC/MS를 이용하여 정성 분석을 실시하였다. GC/MS는 HP-6890N/5973(USA, Agilent Co.)을 이용하였고, 컬럼은 FFAP(30 m×25 μm×0.2 μm, Agilent Technologies)를 사용하였다. 오븐 온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 5°C로 220°C까지 상승시켰으며, 이 온도에서 20분간 유지하였다. 주입구의 온도는 250°C로 하였으며, carrier gas는 헬륨(He) gas를 이용하였고, 컬럼유속은 1 ml/min로 하였다. 화합물의 동정은 GC-MS로 얻는 mass spectrum을 Wiley 275L data base로 검색하여 동정하였다(Jeong 등 2012). 그리고 정량분석을 위하여 각 화합물의 함량은 50 ppm 농도의 내부표준물질(4-methyl-2-pentanol)을 이용하여 정량하였다.

결과 및 고찰

1. 바닥소재에 따른 향기성분

바닥소재에 따른 천일염의 향기성분의 정성 및 정량분석은 Table 1에 나타내었다. 네 가지의 천일염은 4-methyl-2-pentanone, 5-methyl-3-hexanone, 4-methyl-3-penten-2-one 등의 케톤류, 2-hexanol 등의 알콜류, benzothiazole 등의 방향족 화합물류 그리고 2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol, 1,3,5-tri-tert-butyl benzene 등의 방향족 화합물류가 공통적으로 검출되었으며, 갯벌을 다져서 단단하게 만들어서 바닥소재로 사용하여 생산된 토판염은 PVC 장판을 바닥소재로 사용하여 생산된 장판염보다 유기물 함량, 바닥재의 오염물질 혼입 등 품질적인 측면에서 우수하다고 알려져 있는데, 이번 향기 성분 분석 결과에서는 그다지 큰 차이를 보이지 않았다. 친환경 바닥소재인 PP 장판염과 PVC 장판염에서는 케톤류의 methyl isobutyl ketone이 검출되었다. 이는 해남지역에서 생산된 장판염과 토판염에서는 검출되지 않았고, 신안지역에서 생산된 PVC 장판염과 PP 장판염에서 검출되었기 때문에, 바닥소재에 따른 향기성분의 차이보다는 생산지역에 따른 토양 및 해수 등 주변 환경에 따라 차이가 나타난 것으로 생각된다.

2. 저장용기에 따른 향기성분

저장용기에 따른 천일염의 향기성분의 정성 및 정량분석은 Table 2와 Table 3에 각각 나타내었다. 먼저 최근 시설이 개선된 소금보관창고에 주로 이용되고 있는 자재인 편백나

Table 1. Aromatic compounds in sun-dried salt by floor materials

Sources	R.T.	Compounds	Peak area	Conc. (ppm)
Internal standard	7.54	4-Methyl-2-pentanol	11787936	50.000
Haenam S1	3.34	Unknown 2	6096	0.023
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	58559	0.225
	4.85	5-Methyl-3-hexanone	6596	0.025
	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	66268	0.254
	9.11	2-Hexanol	15290	0.059
	27.39	Benzothiazole	10946	0.042
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	8470	0.033
	36.32	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	9205	0.035
Haenam S2	3.34	Unknown 2	6698	0.026
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	63345	0.243
	4.83	5-Methyl-3-hexanone	6173	0.024
	6.45	4-Methyl-3-penten-2-one	70496	0.271
	9.10	2-Hexanol	16614	0.064
	27.41	Benzothiazole	32455	0.125
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	1558600	5.981
	36.26	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	1372632	5.267
Shinan S3	1.58	Unknown 1	3133	0.012
	3.34	Unknown 2	6354	0.024
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	63634	0.244
	4.84	5-Methyl-3-hexanone	7625	0.029
	5.00	Methyl isobutyl ketone	3506	0.013
	5.54	Unknown 3	3862	0.000
	6.04	4-Methyl-2-hexanone	5029	0.019
	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	68800	0.264
	8.35	Unknown 4	2893	0.011
	9.11	2-Hexanol	15555	0.060
	9.59	Unknown 5	2432	0.009
	15.93	Unknown 6	29441	0.113
	27.40	Benzothiazole	4474	0.017
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	8824	0.034
36.33	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	7457	0.029	
Shinan S4	1.58	Unknown 1	2840	0.011
	3.33	Unknown 2	6489	0.025
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	82951	0.318
	4.84	5-Methyl-3-hexanone	6828	0.026
	5.01	Methyl isobutyl ketone	2788	0.011
	5.55	Unknown 3	3580	0.014
	6.03	4-Methyl-2-hexanone	4756	0.018
	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	58925	0.226
	8.34	Unknown 4	2594	0.010
	9.11	2-Hexanol	11752	0.045
	9.58	Unknown 5	2022	0.008
	15.93	Unknown 6	20135	0.077
	27.39	Benzothiazole	3556	0.014
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	7053	0.027
36.32	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	7628	0.029	

Table 2. Aromatic compounds in sun-dried salt (S3) by wood container

Sources	R.T.	Compounds	Peak area	Conc. (ppm)
Internal standard	7.54	4-Methyl-2-pentanol	11787936	50.000
	1.57	Unknown 1	4261	0.016
	3.34	Unknown 2	7513	0.029
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	58029	0.223
	4.84	5-Methyl-3-hexanone	8038	0.031
	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	88269	0.339
	9.10	2-Hexanol	17287	0.066
	15.97	Unknown 6	11111	0.043
	21.95	3-(3-Methyl-1-butenyl)-(E)-cyclohexene	16827	0.065
<i>Chamaceyparis obtusa</i>	23.06	α -Amorphene	25112	0.096
	29.25	Unknown 7	4431	0.017
	29.37	γ -Cadinene	7288	0.028
	31.39	δ -Cadinene	102519	0.393
	31.69	t-Cadinol	129884	0.498
	31.92	Copaene	61527	0.236
	32.51	α -Cadinol	283146	1.087
	34.02	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	7540	0.029
	36.32	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	6675	0.026
	1.58	Unknown 1	3897	0.015
	3.34	Unknown 2	6375	0.024
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	46273	0.178
	4.84	5-Methyl-3-hexanone	7180	0.028
	5.00	Methyl isobutyl ketone	2554	0.010
	5.53	Unknown 3	3934	0.015
	6.04	4-Methyl-2-hexanone	5167	0.020
<i>Paulownia coreana</i>	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	71476	0.274
	9.10	2-Hexanol	16232	0.062
	15.99	Unknown 6	4095	0.016
	27.39	Benzothiazole	2625	0.010
	34.03	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	6068	0.023
	36.33	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	7036	0.027
	37.86	Unknown 8	2728	0.010
	1.58	Unknown 1	3813	0.015
	3.34	Unknown 2	7190	0.028
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	53575	0.206
	4.85	5-Methyl-3-hexanone	7288	0.028
	5.53	Unknown 3	4543	0.017
	6.04	4-Methyl-2-hexanone	6091	0.023
<i>Pinus densiflora</i>	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	88836	0.341
	9.10	2-Hexanol	19393	0.074
	15.96	Unknown 6	4016	0.015
	27.39	Benzothiazole	2612	0.010
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	7342	0.028
	36.32	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	7471	0.029

Table 3. Aromatic compounds in sun-dried salt (S4) by wood container

Sources	R.T.	Compounds	Peak area	Conc. (ppm)
Internal standard	7.54	4-Methyl-2-pentanol	11787936	50.000
	1.58	Unknown 1	4262	0.016
	3.34	Unknown 2	5236	0.020
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	40461	0.155
	4.84	5-Methyl-3-hexanone	5578	0.021
	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	67020	0.257
	9.10	2-Hexanol	15597	0.060
	15.94	Unknown 6	5094	0.020
	21.95	3-(3-Methyl-1-butenyl)-(E)-cyclohexene	7431	0.029
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	23.06	α -Amorphene	40560	0.156
	29.25	Unknown 7	5349	0.021
	29.38	γ -Cadinene	8553	0.033
	31.39	δ -Cadinene	122113	0.469
	31.69	t-Cadinol	156092	0.599
	31.93	Copaene	72794	0.279
	32.51	α -Cadinol	111953	0.430
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	6916	0.027
	36.32	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	7067	0.027
	1.58	Unknown 1	5093	0.020
	3.34	Unknown 2	6172	0.024
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	51364	0.197
	4.85	5-Methyl-3-hexanone	7881	0.030
	5.01	Methyl isobutyl ketone	3443	0.013
	5.54	Unknown 3	4227	0.016
	6.04	4-Methyl-2-hexanone	5606	0.022
<i>Paulownia coreana</i>	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	75005	0.288
	9.11	2-Hexanol	15250	0.059
	15.95	Unknown 6	17494	0.067
	27.40	Benzothiazole	3138	0.012
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	6455	0.025
	36.32	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	5124	0.020
	37.88	Unknown 8	8637	0.033
	1.58	Unknown 1	5037	0.019
	3.34	Unknown 2	5892	0.023
	3.56	4-Methyl-2-pentanone	55424	0.213
	4.84	5-Methyl-3-hexanone	7150	0.027
	5.56	Unknown 3	3734	0.014
	6.04	4-Methyl-2-hexanone	4206	0.016
<i>Pinus densiflora</i>	6.46	4-Methyl-3-penten-2-one	69189	0.265
	9.11	2-Hexanol	16022	0.061
	15.95	Unknown 6	4704	0.018
	27.39	Benzothiazole	2846	0.011
	34.04	2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol	6164	0.024
	36.33	1,3,5-Tri-tert-butyl benzene	5634	0.022

무 통에서 보관된 천일염의 경우 3-(3-methyl-1-butenyl)-(E)-cyclohexene, α -amorphene, γ -cadinene, δ -cadinene, t-cadinol, copaene 그리고 α -cadinol이 검출되었으며, Jeong 등(2012)의 논문에서도 편백나무로부터의 cadinol과 같은 고유의 향기 성분이 검출된 사실이 보고되었고, Lee 등(2004)의 논문에서 처럼 바질 잎에서도 볼 수 있는 α -amorphene와 같은 성분들도 검출되었다. 따라서 우리가 제작한 편백나무 통에서 향기 성분이 용출, 전이되어 천일염에서도 동일한 편백나무 향기가 검출되어, 다른 나무 소재보다 편백나무로 소금 용기를 제작한다면 안정적으로 향이 보존될 것으로 판단된다. 반면, 소나무에서는 보관하지 않은 천일염과 거의 유사한 성분이 검출되었고, 오동나무에서 보관된 천일염에서는 unknown 8 성분만이 검출되었지만, 이 성분에 관한 정확한 화학명을 밝히기 위한 연구가 향후 필요하다.

또한 저장용기에 따른 천일염의 향기성분에서도 바닥소에 따른 천일염 원료 자체의 향기성분에서 benzothiazole을 제외한 4-methyl-2-pentanone, 5-methyl-3-hexanone, 4-methyl-3-penten-2-one, 2-hexanol, 2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol, 1,3,5-tri-tert-butyl benzene과 같이 동일한 성분들이 검출되었으며, 이는 바닥소재 또는 저장용기에 따른 향기성분이 아닌 천일염이 가지고 있는 고유 향기성분이라고 판단된다.

따라서 본 연구 결과를 토대로 편백나무로 보관했던 천일염이 오동나무나 소나무로 보관했던 천일염보다 향기성분을 많이 함유하고 있어 천일염 속으로 좋은 영향을 주었다고 판단되며, 이는 천일염에 독특한 향을 부여함으로써 천일염 포장재 안전성 문제 해결 방안 마련 및 고부가가치 상품화 기술 개발을 위한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

요 약

바닥소재에 따른 천일염의 향기성분은 네 가지 종류의 천일염에서는 4-methyl-2-pentanone, 5-methyl-3-hexanone, 4-methyl-3-penten-2-one, 2-hexanol, benzothiazole, 2,4-bis-(1,1-dimethylethyl)-phenol, 1,3,5-tri-tert-butyl benzene 등 케톤류, 알콜류 그리고 방향족 화합물류와 같은 공통된 향기성분이 검출되었다. 친환경소재로 알려진 토판염, 일반적으로 알려져 있는 천일염인 PVC 장판염과 그리고 친환경소재의 PP 장판염의 차이를 구별할 수 있는 향기성분은 검출되지 않았으며, 신안군에서 생산된 천일염에서만 methyl isobutyl ketone 성분이 검출되어 생산지역에 따라 차이가 있었다. 편백나무에 보관했던 천일염의 향기성분은 오동나무와 소나무에 보관했던 천일염의 향기성분보다 다양한 종류가 검출되었으며, 이는 저장용기의 나무소재에 따라 천일염에 이행된 향기성분이 다르기 때문으로 생각된다. 이와 같이 독특한 향기성분을 천일염에

부여하는 것은 천일염 산업에 새로운 고부가가치를 창출할 수 있는 방법이라 판단되며, 소금 유통시장에서 적용가능성이 높은 연구가 수반되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ007465)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 천일염 시료를 제공해 주신 전라남도 신안군 신일염전에 감사드립니다.

참고문헌

- Bae DH. 2009. Hazardous contaminants in commercial salts. *Safe Food* 4:14-24
- Barra A, Baldovini N, Loiseau A-M, Albino L, Leseq C, Lizzani Cuvelier L. 2007. Chemical analysis of French beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by headspace solid phase microextraction (HS-SPME) and simultaneous distillation/extraction (SDE). *Food Chemistry* 101:1279-1284
- Cho MG, K H, Chae YA. 2003. Analysis of volatile compounds in leaves and fruits of *Zanthoxylum schinifolium* Siebold et Zucc & *Zanthoxylum piperitum* DC. by headspace SPME. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11:40-45
- De Jager LS, Perfetti GA, Diachenko GW. 2008. Comparison of headspace-SPME-GC-MS and LC-MS for the detection and quantification of coumarin, vanillin, and ethyl vanillin in vanilla extract products. *Food Chemistry* 107:1701-1709
- Han GJ, Choi HS, Lee SM, Lee EJ, Park SE, Park KY. 2011. Addition of starters in pasteurized brined *Baechu* cabbage increased *kimchi* quality and health functionality. *Korean J Food Nutr* 40:110-115
- Hwang BH, Cho JH, Ham SS, Kang HY. 2000. Chemical analysis of pinus leaves. *Korean J Food Nutr* 29:6-9
- Jeong JE, Shim BS, Oh DS, Yang EJ, Whi AJ, Yoou BS. 2012. Minerals and volatile flavor components in water and essential oil from *Chamaecyparis obtusa*. *Korean Forest Society* 1:746-746
- Jeong JY, Woo KS, Hwang IG, Yoon HS, Lee YR, Jeong HS. 2007. Effects of heat treatment and antioxidant activity of aroma on garlic harvested in different cultivation areas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1637-1642
- Kang KO, Kim WJ, Lim HS. 1997. Effect of temperature and NaCl concentration on the characteristics of *Baik Kimchi*. *Korean J Food Cookery* 13:569-577

- Lee DJ, Lee JY. 2004. Antioxidant activities of analysis of volatile composition in the leaves of *Ocimum basilicum*. *Korean J Intl Agri* 16:253-258
- Lee DS, Lim MS, Kwan SS, Kim SY, Park SN. 2012. Antioxidative activity and componential analysis of *Chamaecyparis obtusa* leaf extract. *Appl Chem Eng* 23:93-99
- Lee JH. 2006. Gas-phase analysis of indole, skatole and p-cresol from liverstock wastes using SPME [dissertation]. M.S. The University of Seoul. Seoul. Korea
- Mazida MM, Salleh MM, Osman H. 2005. Analysis of volatile aroma compounds of fresh chilli (*Capsicum annum*) during stages of maturity using solid phase microextraction (SPME). *Journal of Food Composition and Analysis* 18:427-437
- Si CL, Kim JK, Kwon DJ, Bae YS. 2006. Phenolic compounds from the fruits of *Paulownia coreana* Uyeki. *Mokchae Konghak* 34:79-85
- Yoon HS, Oh EH, Joo SJ, Kim KS, Jeong EK, Chang WB, Kim SJ. 2004. Aroma characteristics of *Pholiota adiposa* (Geumbongi) with different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 6:553-557

접 수 : 2012년 11월 29일
 최종수정 : 2012년 12월 18일
 채 택 : 2012년 12월 18일