

쑥 추출물 함유 음료와 미세캡슐의 제조 및 저장 중 휘발성분 변화

박민희 · 김미자 · 조완일¹ · 장판식² · 이재환*

서울과학기술대학교 식품공학과, ¹(주)센소메트릭스, ²서울대학교 농생명공학부 식품생명공학과

Volatile Changes in Beverages and Encapsulated Powders Containing an *Artemisia* Extract during Production and Storage

Min Hee Park, Mi-Ja Kim, Wan-Il Cho¹, Pahn-Shick Chang², and JaeHwan Lee*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

¹Sensometrics Co., Ltd.

²Center for Agricultural Biomaterials, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Abstract Volatile profiles of beverages and encapsulated powders containing *Artemisia princeps* Pampan extracts were analyzed by solid-phase microextraction-gas chromatography/mass spectrometry during production and storage. Beverages containing 0.32 and 0.64% extracts were stored at room temperature for 8 weeks and 60°C for 8 days, respectively. Encapsulated particles were stored at room temperature and 60°C for 8 days. Total volatiles in beverages decreased significantly during storage, irrespective of storage condition ($p < 0.05$). Terpenoids, including cymene, thujone, and β -myrcene, were major volatiles in beverages, and some volatiles including ethylfuran, vinylfuran, and 2-furfural increased in 60°C samples only. Total volatiles in microcapsules at room temperature were not significant different for 8 days ($p > 0.05$), whereas those at 60°C increased by 16.5 times. Limonene was the most detected volatile in microcapsules, and aldehydes such as hexanal, pentanal, and octanal, and furans such as 2-butylfuran and 2-pentylfuran increased in the 60°C samples, which may have originated from oxidized lipids used in the microcapsules.

Keywords: volatile analysis, *Artemisia princeps* Pampan, beverages, microencapsulation, solid phase microextraction

서 론

쑥(*Artemisia* species)은 국화과(Compositae) 다년생 식물로 주로 동아시아 지역 및 유럽 지역에서 자생하며 차, 떡, 빵 등에 식용 및 식품첨가물, 천연색소 등의 소재로 사용되어 왔다(1-3). 쑥의 일반 성분은 수분(76.0%), 조섬유(14.5%), 단백질(4.7%), 지방(1.9%)으로 구성되어 있고, 이 외에 비타민, 무기질, 알칼로이드, 펠수지방산, 섬유소 등을 함유하고 있다(4). 쑥은 다양한 flavonoid 들을 함유하고 있으며 동맥경화완화(2), 항산화효과(5-8), 항미생물 작용(7) 및 항암(8) 등의 생리활성이 보고되었다. 또한 참쑥, 인진쑥, 사자발쑥 추출물의 비만억제효능이 보고되었다(9).

쑥 및 쑥 추출물의 휘발성 성분에 대한 보고로는 수증기 증류 및 ether 용매를 활용한 정유성분 분석(2,10), solid phase microextraction(SPME)을 활용한 비유기용매추출법(11) 등이 보고되었다. 쑥 휘발성 향미성분들은 쑥의 종류와 추출방법에 따라 상이하지만 대부분 cineol, thujone, camphor, borneol, terpinene, terpineol, caryophyllene 등의 terpenoid류가 주요 휘발성 성분으로 보고되었

다(10-12). 하지만 쑥추출물을 실제 음료로 제조하거나 가공식품 소재화 등의 실용화를 통한 휘발성 성분 변화에 관한 연구는 보고되지 않았다.

본 연구에서는 쑥 휘발성 성분의 안정성을 증가시키고 식품소재화 하기 위해 미세캡슐(microencapsulation)기법을 도입하였다. 미세캡슐기법은 특정 물질을 외부 환경으로부터 보호하거나 원하는 시점에서 방출시킬 목적으로 피복물질을 사용하여 마이크로미터 크기의 캡슐로 제조하는 기술이다(13,14). 식품 분야에서는 첨가물, 유용물질 또는 미생물 등을 캡슐화 하여 식품의 산화방지 및 보존성 향상, 안정화, 이취 차단, 액상식품의 고형화, 방출 속도 조절 등의 목적으로 활용되어왔다(15,16).

본 연구의 목적은 참쑥 추출물 함유 음료 및 미세캡슐을 제조하고, 이들의 저장 온도 및 기간에 따른 휘발성 성분변화를 확인하는 것이다. 식품 matrix와 저장 온도에 따른 쑥 휘발성분 변화를 확인하여 쑥 추출물의 식품소재로서의 활용가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

쑥(*Artemisia princeps* Pampan)은 2009년도 강화도에서 재배된 것을 구입하여 사용하였다. 휘발성 성분 분석에 사용된 SPME manual holder, 75 μ m carboxen/polydimethylsiloxane(CAR/PDMS) SPME fiber 및 *n*-paraffin(C5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16)은 Supelco, Inc.(Bellefonte, PA, USA)에서 구입하였다.

*Corresponding author: JaeHwan Lee, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea
Tel: 82-2-970-6739
Fax: 82-2-976-6460
E-mail: jhlee@seoultech.ac.kr
Received January 23, 2011; revised March 10, 2011; accepted March 14, 2011

Table 1. Composition of beverages containing extracts of *Artemisia princeps* Pampan

	Low concentration of <i>A. princeps</i> Pampan extract (S1) (%)	High concentration of <i>A. princeps</i> Pampan extract (S2) (%)
Liquid fructose	14.3	15.0
Honey	1.0	1.0
Maltodextrin	0.45	0.45
Pear concentrates	0.333	0.333
<i>A. princeps</i> Pampan extract	0.32	0.64
Xanthan gum	0.02	0.02
Citric acid	0.04	0.04
Enzymatically modified stevia	0.0026	0.0026
Mugwort flavor 91131	0.04	0.04
Mugwort flavor 91132	0.08	0.08
H ₂ O	83.41	82.39

쑥추출물 함유 음료 제조

음료 제조는 산업체(주) 보락)에서 음료를 제조하는 공정을 활용하였다. 간단히, 쑥 100 kg과 물 1,200 kg을 혼합 후 95°C에서 5시간 동안 열수 추출하였다. 추출액과 잔사를 분리하여 50°C로 냉각하고, 침전을 방지하기 위해 pectinase 효소를 용해조에 투입해 24시간 방치하였다. 혼합물에 구조도를 여과보조제로 이용하여 여과하고 65°C 이하에서 농축하여 60°Bx로 제조하였으며, 95°C에서 40분씩 2회 살균하여 사용하였다. 쑥추출물 함유 음료는 상업적으로 판매되고 있는 기능성 음료제조법을 기반으로 예비연구로 실시된 관능검사를 통해 결정된 조성 및 비율로 Table 1과 같이 혼합 및 제조되었다. 조합원료액은 0.2 µm 필터로 여과 처리 후, 98°C에서 90초간 열처리 하였다. 쑥 추출물이 0.32, 0.64% 함유된 음료를 각각 S1, S2로 명명하였다. 쑥 추출물 함유 음료 S1, S2에서 각각을 50 mL 채취하고 100 mL 시료병에 밀봉하여 상온 및 60°C에서 저장하였다. 상온시료는 0, 1, 2, 4, 8 주 동안, 60°C 시료군은 건식오븐(Sanyo, Tokyo, Japan)에서 0, 1, 2, 4, 8일 동안 저장하였다. 시료는 각 처리군당 3반복 하였다.

미세캡슐제조

미세캡슐화를 위한 쑥 추출물은 동결건조된 쑥 50 g을 70% 에탄올 1000 mL와 혼합후 rocking shaker(CR300, FinePCR Co., Seoul, Korea)에서 20 rpm으로 24시간 동안 진탕하였다. 쑥 혼합물을 8000×g로 30분간 원심분리하여 상등액을 0.45 µm 필터로 여과하여 추출물을 제조하였다. 모든 추출공정은 암실에서 이루어졌으며 4°C를 유지하였다.

쑥 추출물을 증심물질로 하고 1차 및 2차 유효제를 활용하여 이중층 미세캡슐을 제조하였다. 1차 피복물질은 경화 카놀라유를, 2차 피복물질은 sweet potato starch와 isomalt를 혼합한 2차 피복물질을 사용하였다. 미세캡슐화된 쑥은 동결건조기(FD8512, Ilshin Biobase Co. Ltd., Bucheon, Korea)로 분말화하였다. 미세캡슐제조 공정에 대한 구체적인 조건은 추후 보고할 예정이다. 미세캡슐 시료 1 g을 10 mL 시료병에 밀봉하여 상온 및 60°C에서 0, 1, 3, 8일 동안 저장하였다. 시료는 각 처리군당 3반복 하였다.

휘발성 성분 분석

쑥 음료 및 쑥 미세캡슐의 저장 중 휘발성 성분 분석은 Lee

등(17)의 조건을 이용하여 SPME법으로 분석하였다. 쑥음료 및 미세캡슐 시료를 밀봉시킨 시료병을 상온에서 10분 동안 방치시켜 headspace내 휘발성 물질의 평형을 유도한 후, SPME fiber를 시료병 내에 노출시켜 쑥의 휘발성 물질을 30분간 포집하였다. 이때, 온도는 향온수조(RW-0525G, Lab Camp, Bucheon, Korea)를 이용하여 30°C로 유지하였다.

CAR/PDMS SPME fiber에 포집된 휘발성 물질은 gas chromatography(GC)(Agilent 6890, Agilent Technology, Palo alto, CA, USA)-mass spectrometry(MS)(Agilent 5973, Agilent technology)에 의해 분리 및 동정되었다. 고정상은 HP-5(30 m×0.32 mm ID, 0.25 µm film) 컬럼을, 이동상은 헬륨으로, flow rate는 0.6 mL/분이었다. GC오븐은 0에서 2분까지 40°C로 유지시킨 뒤, 160°C까지 6°C/분의 속도로 승온하였고 160°C에서 220°C까지 10°C/분의 속도로 증가시켰다. MS 분석 조건은 70 eV, 230°C ion source 및 150°C quadrupole 온도를 사용하였다. SPME fiber는 250°C 주입구(injector)에서 2분간 노출시켰다. 각 휘발성 물질은 NIST Mass spectra library와 *n*-paraffin 및 Kovat index를 이용한 retention indices(RI)값, 표준물질을 활용한 retention time 등을 비교하여 동정하였다. 예비실험으로 음료 제조 시 활용된 인공쑥향도 동일한 조건으로 휘발성 성분을 분석하였다.

통계처리

측정된 휘발성 물질의 결과는 평균값±표준편차도 표시하였다. 본 논문에서의 모든 결과값은 SPSS program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산 분석하였으며, 다중비교법인 Duncan's multiple range test를 사용하여 유의차가 있는 경우에는 $p < 0.05$ 유의수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

쑥 추출물 함유 음료의 휘발성 성분 변화

상온 및 60°C에서 저장한 쑥 추출물 함유 음료의 총 휘발성 성분 함량은 Fig. 1에 나타내었다. 저장 초기 쑥 추출물 함유 음료 S1, S2의 총 휘발성 성분 함량은 각각 1.52±0.04, 3.13±0.08 ($\times 10^9$ ion counts)으로, S2가 S1에 비해 약 2.05배 높았다. 이는 쑥 추출물 함유 음료 S1(추출물 0.32% 함유)보다 S2(추출물 0.64% 함유)에 쑥 추출물이 2배 더 첨가되어 총 휘발성 성분 함량이 더 높게 검출된 것으로 예상된다. 쑥 추출물 함유 음료 S1과 S2를 상온에서 8주간 저장한 후의 총 휘발성 성분 함량은 각각 0.39±0.03, 0.58±0.00($\times 10^9$ ion counts)로 초기 휘발성 성분 함량에 비해 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 쑥 추출물 함유 음료 S1과 S2를 60°C에서 8일간 저장한 경우 각각 0.41±0.10, 0.92±0.08($\times 10^9$ ion counts)의 휘발성 성분 함량을 나타내어 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$).

쑥 추출물 함유 음료의 주요 휘발성 성분 변화 및 향미분석은 Table 2에 나타내었다. 상온 및 60°C에서 저장한 쑥 추출물 함유 음료 S1, S2의 주요 휘발성 성분의 종류는 유사하였으나, 음료 제조 시 쑥 추출물의 상이한 배합비로 인해 함량의 차이를 나타내었다. 쑥 추출물 함유 음료의 주요 휘발성 성분으로 *p*-cymene 이 가장 많이 검출되었으며, S2가 S1에 비해 2.3배 많이 검출되었다. 이밖에 thujone, β -myrcene, bornyl acetate, γ -terpinene, α -terpinolene, *t*- β -ocimene, α -caryophyllene, *t*-caryophyllene, α -terpineneol, α -pinene, camphene 등의 terpenoid계 물질이 동정되었다. 음료 제조 시 첨가한 인공쑥향의 휘발성 성분을 측정된 예비실험 결과, thujone, myrcene, cymene, caryophyllene, α -pinene, cam-

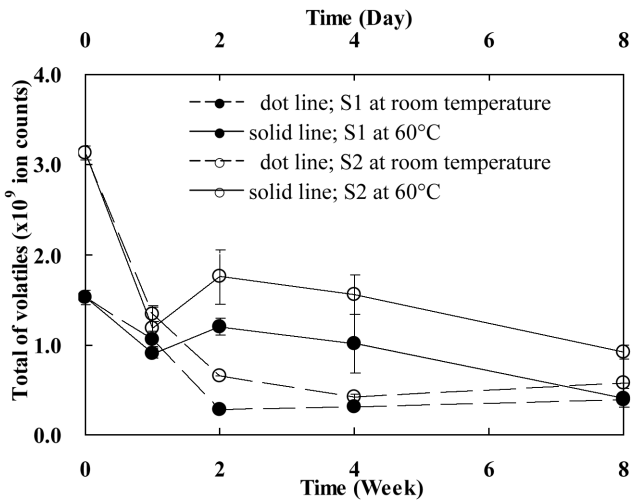


Fig. 1. Changes in total peak areas of volatiles from beverages containing extracts of *Artemisia princeps* Pampan during storage at room temperature and 60°C. Units of X-axis for samples stored at room temperature and at 60°C are time (week) and time (day), respectively.

phor, β -ionone 등의 성분이 검출되었다. Thujone과 myrcene, α -pinene은 Park 등(11)이 보고한 쑥의 무처리, 수증기 증류 시료군 유래 휘발성 성분 결과에서 검출되었으며 caryophyllene은 Jang 등(2)의 연구에서 보고되었다. Cymene, thujone, myrcene 등은 탄소수가 10개인 monoterpene류로 과일향, 소나무 등의 향을 나타내며, cymene의 경우 α -terpinene 및 γ -terpinene의 탈수과정 및 재조합과정에 의해 생성됨이 보고되었다(18). Caryophyllene은 탄소수가 15개인 sesquiterpene류로 monoterpene류 보다 향이 약하고 함량이 적으나 풍미에 큰 영향을 미친다(4). Sesquiterpene류들은 살균, 제초 등에 유용한 것으로 알려져 있으며, 이 중 caryophyllene은 항돌연변이 효과(3), 세균과 곰팡이에 대한 항균효과(19)를 나타내는 것으로 보고되었다. 그러나 쑥의 정유성분 중 독성이 강한 성분으로 알려진 thujone의 경우, caryophyllene, cineole, farnesol 등과 혼합하여 사용되는 경우 항돌연변이 효과를 나타내지 못하는 것으로 알려져 쑥의 정유성분 사용시 thujone을 제거하거나 감소시키는 방법이 연구되고 있다(3).

저장 조건이 60°C인 경우, 쑥 추출물 함유 음료 S1과 S2 두 음료 제품군 모두 상온 저장과 유사한 terpenoid계 성분이 동정되었으며, 이 외에 ethylfuran, vinylfuran, 2-furfural이 검출되었다. Hexenyl caproate, ionone 등의 기타 성분은 식품의약품안전청에서 착향의 목적으로 사용되는 식품첨가물로 분류되는 물질로 쑥 음료 제조 시 첨가된 인공쑥향에서 검출되었다. 저장기간이 지남에 따라 상온과 60°C에서 저장한 각각의 쑥 추출물 함유 음료의 주요 성분으로 검출된 terpenoid류의 성분들은 감소하는 경향을 나타내었다. 상온에서 1주간 저장 시료(Table 2-A, S1-1)가 60°C에서 8일간 저장한 시료(Table 2-B, S1-8)보다 휘발성 성분함량이 높았다. 그러나 60°C에서 저장한 쑥 추출물 함유 음료 S1과 S2에서만 검출되었던 furan성분은 저장기간이 지남에 따라 검출량이 증가하였다. Terpenoid계 이외의 hexenyl caproate, ionone 등 또한 감소하는 경향을 보였으며, 초기 검출되었던 2-hexenal은 저장 시 감소하였다. Chung (18)에 의하면 *Artemisia capillaris*의 정유성분을 GC-MS분석하여 동정된 쑥의 휘발성 성분 중 aldehyde류는 저장온도, 저장기간이 증가할수록 그 함량이 감소함을 보고하였다.

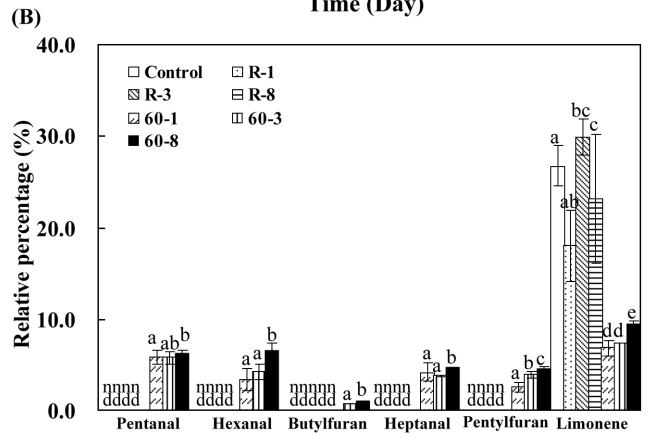
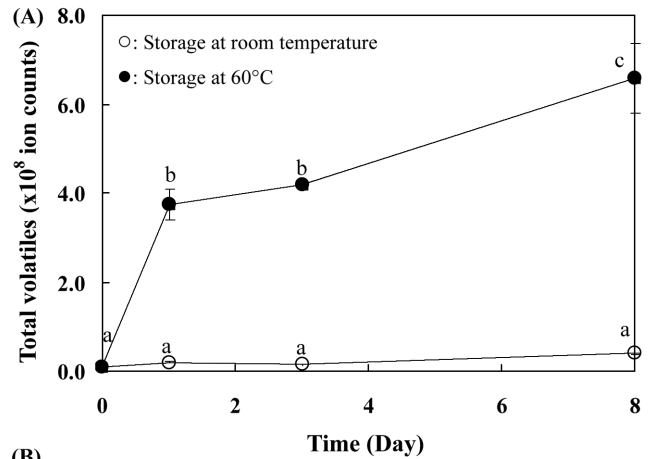


Fig. 2. Changes of total peak areas (A) and selected major volatiles (B) from encapsulated powders containing extracts of *Artemisia princeps* Pampan during storage at room temperature and 60°C. Different letters are significant at 0.05, among the same treatment (A) or the same compound (B). nd: not detected. Abbreviations are listed in Table 3.

쑥 추출물 함유 미세캡슐의 휘발성 성분 변화

상온 및 60°C에서 저장한 쑥 추출물 함유 미세캡슐의 총 휘발성 성분함량은 Fig. 2에 나타내었다. 저장하지 않은 쑥 추출물 함유 미세캡슐의 총 휘발성 성분함량은 $0.09 \pm 0.01 (\times 10^8)$ ion counts) 이었고 상온과 60°C에서 8일간 저장한 쑥 추출물 함유 미세캡슐의 총 휘발성 성분함량은 각각 0.40 ± 0.06 , $6.58 \pm 0.79 (\times 10^8)$ ion counts)이었다. 상온에서 저장된 쑥 추출물 함유 미세캡슐의 총 휘발성 성분함량의 유의적인 변화가 없었으나 60°C에서 저장한 시료는 저장 기간이 증가함에 따라 휘발성 성분함량이 상온저장 시료에 비해 약 16.5배 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이는 제조된 미세캡슐이 상온에서 상대적으로 안정하다는 것을 의미한다. 60°C에서는 저장기간이 증가함에 따라 미세캡슐이 불안정해져 내부에 포집된 쑥 성분이 외부로 방출되거나 피복물질 유래 휘발성 성분이 생성된 것이다. 미세캡슐화 수율을 측정하는 예비 실험결과, 0, 20, 40°C에서는 고 안정성을 보였지만 60°C에서 저장된 미세캡슐의 경우 안정성이 급격히 감소되는 것을 확인하였다. Jeong 등(20)은 참기름을 캡슐화하여 37°C에서 3일간 저장한 뒤, 휘발성 향기성분의 잔존함량을 측정할 결과 37.2-42.0%의 휘발성 향기성분을 보유되었다고 보고하였으나 쑥을 활용한 캡슐의 연구는 보고되지 않았다.

쑥 추출물 함유 미세캡슐의 주요 휘발성 성분변화 및 aroma description은 Table 3에 나타내었다. 상온 저장한 시료에서는

Table 2. Major volatiles from two kinds of beverages containing 0.32 (S1) and 0.64% (S2) *Artemisia princeps* Pampan during storage at room temperature (A) and 60°C (B)

RI ¹⁾	Volatile compound	Aroma descriptions ²⁾	Peak area (×10 ⁷ ion counts)										
			S1-0	S1-1 ³⁾	S1-2	S1-4	S1-8	S2-0	S2-1	S2-2	S2-4	S2-8	
(A)													
862	2-Hexenal	Fruit, green, almond, herbal	3.3±0.1	ND ⁴⁾	ND	ND	ND	6.0±0.1	ND	ND	ND	ND	ND
923	α-Pinene	Fruit, green, camphoraceous	1.0±0.1	0.9±0.1	0.1±0.0	ND	ND	6.1±0.2	2.4±0.3	0.6±0.0	0.4±0.1	0.5±0.0	0.5±0.0
940	Camphene	Fruity, camphoraceous, oily	1.0±0.1	1.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	2.4±0.0	5.8±0.2	2.2±0.3	0.5±0.0	0.4±0.1	0.6±0.0	0.6±0.0
984	β-Myrcene	Musty, fruity, soapy, woody	7.0±0.4	7.4±1.9	1.6±0.5	1.4±0.1	1.3±0.4	16.1±1.7	10.0±3.1	4.1±1.2	1.5±0.5	2.1±0.2	2.1±0.2
1000	α-Phellandrene	-	1.5±0.1	1.3±0.2	0.4±0.2	0.6±0.1	ND	3.0±0.1	1.6±0.2	0.8±0.2	0.5±0.1	ND	ND
1013	α-Terpinene	Gasoline, ethereal, fruity	1.0±0.1	0.8±0.1	0.3±0.0	0.3±0.1	1.0±0.3	1.7±0.1	0.9±0.1	0.4±0.0	0.3±0.0	0.5±0.1	0.5±0.1
1028	p-Cymene	Fruity, fuel, herbal, spicy	33.4±1.0	32.8±2.7	9.5±0.0	9.0±0.1	8.7±0.6	78.0±5.8	39.7±2.5	17.7±0.2	10.5±1.1	14.5±0.5	14.5±0.5
1046	r-β-Ocimene	Herbaceous, mild, fruity	3.9±0.2	2.6±0.2	0.7±0.1	0.6±0.3	0.8±0.1	7.5±0.5	3.3±0.5	1.5±0.5	0.9±0.2	1.2±0.0	1.2±0.0
1059	γ-Terpinene	Terpene, herbaceous, fruity	4.0±0.1	2.7±0.2	0.6±0.1	ND	0.6±0.2	7.9±0.7	3.0±0.1	1.4±0.1	0.3±0.4	0.8±0.2	0.8±0.2
1090	α-Terpinolene	Woody, slightly anisic	3.7±0.2	2.1±0.1	0.3±0.0	0.3±0.0	0.5±0.1	6.4±0.4	2.4±0.0	0.8±0.1	0.4±0.1	0.6±0.1	0.6±0.1
1105	p-Isopropenyl toluene	-	1.8±0.1	1.2±0.2	ND	ND	ND	2.9±0.1	1.4±0.2	0.6±0.1	ND	0.3±0.0	0.3±0.0
1115	Thujone	-	23.8±0.5	23.7±0.4	8.0±0.4	7.9±1.2	9.7±0.5	50.8±0.4	24.9±1.1	15.9±0.9	17.1±1.5	21.3±0.2	21.3±0.2
1157	Camphor	Camphor, green, dry, leaf	2.6±0.0	2.8±0.0	1.3±0.0	2.4±0.2	2.5±0.2	4.9±0.2	2.5±0.2	2.1±0.2	1.8±0.3	3.0±0.0	3.0±0.0
1223	α-Terpineol	Anise, oily, fruity, minty	1.9±0.1	3.5±0.6	1.3±0.5	1.6±0.1	4.1±0.3	7.6±0.3	4.8±0.2	2.8±0.3	2.4±0.7	3.8±0.1	3.8±0.1
1291	Bornyl acetate	Camphor, herbal, balsamic	4.2±0.0	2.9±0.0	1.0±0.1	1.3±0.1	0.9±0.1	8.7±0.0	3.2±0.1	1.9±0.1	0.6±0.2	0.9±0.0	0.9±0.0
1381	β-Hexenyl caproate	-	19.4±0.2	1.7±0.2	ND	ND	ND	29.3±0.1	5.7±0.7	1.5±0.0	ND	ND	ND
1434	r-Caryophyllene	Green, spicy, terpene, fruity	2.6±0.0	0.7±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	7.7±0.1	2.1±0.1	0.8±0.1	0.6±0.1	0.6±0.1	0.2±0.0
1459	3,7-Dimethyl-2,6-octadienyl propionate	-	5.5±0.1	3.5±0.0	ND	ND	ND	6.8±0.3	2.0±0.2	ND	ND	ND	ND
1475	α-Caryophyllene	Oily, fruity, woody	3.2±0.0	1.3±0.1	0.6±0.2	0.8±0.1	ND	5.9±0.0	1.6±0.1	0.7±0.1	0.5±0.1	0.3±0.0	0.3±0.0
1482	3,7-Dimethyl-2,6-octadienyl acetate	-	9.2±0.1	1.2±0.0	ND	ND	ND	16.4±0.6	4.4±0.7	1.0±0.2	ND	ND	ND
1512	β-Ionone	-	7.7±0.1	0.7±0.0	0.5±0.0	ND	ND	9.5±0.3	4.6±0.5	1.3±0.0	ND	ND	ND
(B)													
701	2-Ethylfuran	Rubber, pungent, sweet	ND	ND	0.1±0.2	1.4±0.2	0.8±0.03	ND	0.2±0.0	0.5±0.1	0.5±0.1	0.3±0.1	0.3±0.1
726	2-Vinylfuran	-	ND	ND	1.9±0.2	1.3±0.6	0.6±0.0	ND	1.1±0.1	1.7±0.6	0.8±0.3	ND	ND
862	2-Hexenal	Fruit, green, almond, herbal	3.3±0.1	1.8±0.1	ND	ND	ND	6.0±0.1	0.7±1.0	0.4±0.5	ND	ND	ND
871	2-furfural	Woody, almond, fruity	ND	ND	ND	ND	0.2±0.0	ND	ND	ND	ND	6.9±0.4	6.9±0.4
915	Artemesia triene	-	ND	ND	1.0±0.3	0.9±0.3	0.6±0.1	ND	0.7±0.2	1.5±0.1	3.4±0.3	3.0±0.0	3.0±0.0
923	α-Pinene	Fruit, green, camphoraceous	1.0±0.1	ND	0.6±0.3	0.5±0.3	ND	6.1±0.2	1.7±0.2	1.6±0.0	2.2±0.1	1.3±0.0	1.3±0.0
940	Camphene	Fruity, camphoraceous, oily	1.0±0.1	1.7±0.0	2.6±0.6	1.7±0.5	0.4±0.1	5.8±0.2	2.5±0.2	3.5±0.0	4.0±0.2	1.9±0.1	1.9±0.1
984	β-Myrcene	Musty, fruity, soapy, woody	7.0±0.4	7.1±1.9	7.0±2.5	8.4±6.7	ND	16.1±1.7	9.4±0.9	15.5±7.3	12.8±5.3	5.9±1.7	5.9±1.7
1000	α-Phellandrene	-	1.5±0.1	1.5±0.3	2.0±0.6	1.9±1.0	ND	3.0±0.1	2.0±0.3	1.5±2.1	3.2±0.5	ND	ND
1013	α-Terpinene	Gasoline, ethereal, fruity	1.0±0.1	1.2±0.1	1.7±0.5	1.7±0.7	0.7±0.0	1.7±0.1	1.4±0.2	2.1±0.2	2.3±0.4	1.4±0.1	1.4±0.1
1028	p-Cymene	Fruity, fuel, herbal, spicy	33.4±1.0	25.7±1.6	35.6±5.2	26.3±12.0	11.2±2.7	78.0±5.8	33.6±7.0	49.1±8.4	42.3±7.5	21.1±2.9	21.1±2.9
1046	r-β-Ocimene	Herbaceous, mild, fruity	3.9±0.2	2.9±0.2	3.8±0.9	3.2±1.7	0.4±0.6	7.5±0.5	3.5±0.5	5.1±1.6	4.7±1.3	2.1±0.3	2.1±0.3
1059	γ-Terpinene	Terpene, herbaceous, fruity	4.0±0.1	2.7±0.2	3.5±0.9	2.4±1.1	0.5±0.1	7.9±0.7	3.2±0.4	4.0±0.5	3.6±0.7	1.7±0.0	1.7±0.0
1090	α-Terpinolene	Woody, slightly anisic	3.7±0.2	2.4±0.0	3.9±0.8	2.9±1.4	0.7±0.1	6.4±0.4	2.5±0.5	3.9±0.8	3.8±0.8	1.9±0.2	1.9±0.2

Table 2. Continued

RI ¹⁾	Volatile compound	Aroma descriptions ²⁾	Peak area ($\times 10^7$ ion counts)									
			S1-0	S1-1 ³⁾	S1-2	S1-4	S1-8	S2-0	S2-1	S2-2	S2-4	S2-8
1105	p-Isopropenyl toluene	-	1.8±0.1	0.8±1.2	2.4±0.3	2.0±1.0	1.0±0.2	2.9±0.1	1.9±0.3	3.1±0.7	2.7±0.5	1.6±0.3
1115	Thujone	-	23.8±0.5	12.6±1.2	18.3±2.7	12.8±0.8	7.1±1.1	50.8±0.4	12.8±4.8	15.4±0.3	18.3±1.0	14.0±0.1
1157	Camphor	Camphor, green, dry, leaf	2.6±0.0	2.5±0.0	3.5±0.0	2.8±0.6	1.5±0.3	4.9±0.2	2.4±0.0	3.1±0.3	3.6±0.2	2.7±0.0
1220	α -Ionene	-	ND	3.0±0.1	6.2±0.1	5.7±2.0	2.7±0.5	ND	3.9±1.6	9.7±2.3	10.8±1.6	7.6±0.4
1223	α -Terpineol	Anise, oily, fruity, minty	1.9±0.1	ND	ND	ND	ND	7.6±0.3	ND	ND	ND	ND
1291	Bornyl acetate	Camphor, herbal, balsamic	4.2±0.0	1.6±0.1	1.9±0.1	ND	0.6±0.1	8.7±0.0	2.0±0.7	2.4±0.1	2.2±0.1	1.8±0.1
1381	β -Hexenyl caproate	-	19.4±0.2	5.7±0.7	ND	ND	ND	29.3±0.1	7.1±0.8	3.2±4.6	ND	ND
1434	<i>r</i> -Caryophyllene	Green, spicy, terpene, fruity	2.6±0.0	0.3±0.0	0.3±0.1	ND	ND	7.7±0.1	1.2±0.5	ND	ND	ND
1459	3,7-Dimethyl-2,6-octadienyl propionate	-	3.7±0.0	0.4±0.0	ND	ND	ND	6.8±0.3	ND	ND	ND	ND
1475	α -Caryophyllene	Oily, fruity, woody	3.2±0.0	0.7±0.0	ND	ND	ND	5.9±0.0	3.6±0.6	3.9±0.2	0.4±0.0	0.8±0.2
1482	3,7-Dimethyl-2,6-octadienyl acetate	-	9.2±0.1	1.3±0.1	ND	ND	ND	16.4±0.6	ND	ND	ND	ND
1512	β -Ionone	-	7.7±0.1	2.6±0.0	2.6±0.1	1.4±0.3	0.8±0.0	9.5±0.3	3.6±1.0	3.6±0.2	1.7±0.0	1.0±0.1

¹⁾Retention indices (RI) were determined using *n*-paraffin as external references.

²⁾Aroma description adapted from website of was accessed at May 20, 2010.

³⁾S1-1 at room temperature indicates that S1 was stored for 1 week and S1-1 at 60°C indicates that S1 was stored for 1 day.

⁴⁾Not detected.

Table 3. Major volatiles from encapsulated powders containing *Artemisia princeps* Pampan during storage at room temperature and 60°C

RI ¹⁾	Volatile compound	Aroma descriptions ²⁾	Peak area ($\times 10^7$ ion counts)							
			Control	R-1	R-3	R-8	60-1 ³⁾	60-3	60-8	
<646	Ethanol	Ethanol-like, pungent, sweet	ND ⁴⁾	ND	ND	ND	ND	14.7±0.4	15.3±0.1	20.1±0.2
646	3-Methylbutanal	Fruity, almond, herbaceous	ND	ND	ND	0.3±0.0	0.5±0.1	0.6±0.0	0.6±0.0	2.4±0.1
699	Pentanal	Pungent, almond, herbal, malty	ND	ND	ND	ND	2.2±0.3	2.4±0.3	2.4±0.3	4.1±0.3
796	Hexanal	Green, tallowy, fishy, grassy	ND	ND	ND	ND	1.3±0.5	1.8±0.4	1.8±0.4	4.4±0.5
869	Xylene	Cold meat fat, oily, fat, pungent	0.2±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.6±0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	0.5±0.0
885	2-Butylfuran	-	ND	ND	ND	ND	ND	0.3±0.0	0.3±0.0	0.7±0.1
899	Heptanal	Dry fish, solvent, rancid, fruity	ND	ND	ND	ND	1.6±0.4	1.6±0.0	1.6±0.0	3.1±0.0
945	4,4-Dimethyl-1,2-pentene	-	ND	ND	ND	ND	1.0±0.1	1.4±0.0	1.4±0.0	2.9±0.1
987	2-Pentylfuran	Buttery, green bean-like	ND	ND	ND	ND	1.0±0.2	1.6±0.2	1.6±0.2	3.1±0.1
1003	Octanal	Stew, boiled meat, rancid, fruit	ND	ND	ND	ND	ND	1.6±0.0	1.6±0.0	3.2±0.1
1027	Limonene	Green, citrus, ethereal, fruit	0.2±0.0	0.4±0.1	0.5±0.0	0.9±0.3	2.6±0.3	3.1±0.0	3.1±0.0	6.2±0.2
1114	Nonanal	Green, fruity, waxy, soapy, fatty	ND	ND	ND	ND	0.7±0.3	0.8±0.1	0.8±0.1	2.2±0.5
1157	Camphor	Camphor, green, dry, leaf	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.0	ND	ND	ND	ND
1173	5,6-Dihydro-6-pentyl-2 <i>H</i> -pyran-2-one	-	0.1±0.0	0.1±0.0	0.1±0.1	0.4±0.0	1.4±0.2	2.7±0.0	2.7±0.0	7.3±0.2

¹⁾Retention indices (RI) were determined using *n*-paraffin as external references.

²⁾Aroma description adapted from website of was accessed at May 20, 2010.

³⁾Microcapsules stored at room temperature and 60°C for 1 day was designated as R-1 and 60-1, respectively.

⁴⁾Not detected.

terpenoid계인 limonene, xylene, camphor과 기타 1종이 검출되어 저장 전의 썩 추출물 함유 미세캡슐과 유사한 휘발성 성분을 나타내었다. 60°C에서 저장 미세캡슐의 경우 terpenoid류 2종 이외에 alcohol류 1종, aldehyde류 6종, furan류 2종, 기타 2종이 검출되었다. 상온 저장한 썩 추출물 함유 미세캡슐의 경우 감귤류향(citrus, fruit)을 나타내는 limonene이 가장 높은 함량을 나타내었고, xylene, camphor 순으로 그 함량이 높았다. Limonene의 함량은 60°C 저장에 의해 6.8배 증가하였으며, 이는 썩 추출물 함유 미세캡슐이 파괴되거나 불안정하여 캡슐화되어 있던 썩 휘발성 성분이 방출된 것으로 예상된다. 60°C 저장 시료에서는, 저장하지 않았거나 상온에 저장한 썩 추출물 함유 미세캡슐에서 검출되지 않았던 ethanol, hexanal, pentanal, octanal, heptanal, nonanal 등의 aldehyde류와 furan류인 butylfuran, 2-pentylfuran이 검출되었다. Aldehyde류와 furan류의 검출은 60°C 저장온도에 의해 미세캡슐제조에 사용되었던 유지성분이 산화되어 발생된 것으로 예상된다(21). Lee 등(17)은 linoleic acid의 지방산화시 hexanal, 2-pentylfuran 등이 생성되고, octanal, nonanal은 oleic acid의 산화생성물임을 보고하였다. 미세캡슐화된 식품소재를 사용 시에는 캡슐화된 target 물질 뿐 아니라 캡슐에 사용된 피복물질, 유화제 등의 영향을 고려해야 한다.

본 연구는 썩 추출물의 안정적인 식품소재로 활용하기 위해 음료와 미세캡슐제조 후 저장온도에 따른 휘발성 성분의 변화를 확인하였다. 저장기간이 증가할 수록, 저장온도가 높을수록 휘발성 성분 함량은 유의적으로 낮아졌으며 미세캡슐 소재의 경우 60°C에서 저장시 지방산화 유래 휘발성물질이 추가로 생성되었다. 썩 추출물 휘발성 성분의 미세캡슐화는 본 연구에서 처음으로 보고 되는 분야이다.

요 약

저장온도 및 기간에 따른 참썩(*Artemisia princeps* Pampan) 추출물을 함유한 음료 및 미세캡슐의 휘발성 성분변화를 SPME-GC/MS로 분석하였다. 썩 추출물을 0.32, 0.64% 함유한 음료 S1, S2는 상온에서 8주간, 60°C에서 8일간 저장하고 썩 추출물 함유 미세캡슐은 상온과 60°C에서 각각 8일간 저장하였으며 휘발성 성분을 측정하였다. 저장 기간이 증가할수록 썩 추출물 함유 음료의 총 휘발성 성분 함량은 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). Cymene, thujone, β -myrcene 등을 포함한 terpenoid류는 썩 추출물 함유 음료의 주요 휘발성 성분으로 동정되었으며, 60°C에서 저장한 썩 추출물 함유 음료에서는 추가적으로 ethylfuran, vinylfuran, 2-furfural의 furan류 성분이 증가하였다. 썩 추출물 함유 미세캡슐을 8일간 저장한 후, 총 휘발성 성분함량을 측정한 결과 상온에서 저장한 경우는 유의적인 변화가 없었으나 60°C에서 저장한 경우는 유의적으로 16.5배 증가하였다($p < 0.05$). 썩 추출물 함유 미세캡슐의 주요 휘발성 성분으로는 limonene이 가장 높았으며, 60°C에서 저장한 썩 추출물 함유 미세캡슐에서만 유지산화에 의한 hexanal, pentanal, octanal, heptanal, nonanal 등의 aldehyde류와 2-butylfuran, 2-pentylfuran과 같은 furan류가 추가로 검출되었다. 이는 미세캡슐제조 시 사용된 피복물질의 산화에서 유래한 것으로 예측된다.

감사의 글

이 연구는 농림기술관리센터의 연구지원(과제번호: 108055-02-CG000) 사업의 일환으로 시행되었으며 이에 감사 드립니다.

문 헌

- Rho TH, Seo GS. Growth characteristics and contents of chemical components in early cultured *Artemisia* sp. Korean J. Medicinal Crop Sci. 2: 95-100 (1994)
- Jang SB, Chang SY, Inn MK, Jeong JH, Yook CS. Studies on the components of essential oils in the aerial part of *Artemisia mongolica*. Bull. K. H. Pharma. Sci. 28: 45-49 (2000)
- Kim YS, Lee JH, Kim MN, Lee WG, Kim JO. Volatile flavor compounds from raw mugwort leaves and parched mugwort tea. Korean J. Food Nutr. 23: 261-267 (1994)
- Choi BB, Lee HJ, Bang SK. Studies on the volatiles flavor components and biochemical characterizations of *Artemisia princeps* and *A. argyi*. Korean J. Food Nutr. 18: 334-340 (2005)
- Lee SJ, Chung HY, Lee IK, Yoo ID. Isolation and identification of flavonoids from ethanol extracts of *Artemisia vulgaris* and their antioxidant activity. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 815-822 (1999)
- Lee GD, Kim JS, Bae JO, Yoon HS. Antioxidative effectiveness of water extract and ether extract in wormwood (*Artemisia montana* Pampan). Korean J. Food Nutr. 21: 17-22 (1992)
- Yun KW, Jeong HJ, Kim JH. The influence of the growth season on the antimicrobial and antioxidant activity in *Artemisia princeps* var. *Orientalis*. Ind. Crop Prod. 27: 69-74 (2008)
- Kwon MC, Kim CH, Kim HS, Lee SH, Chio GP, Park UY, You SG, Lee HY. Optimal extract condition for the enhancement of anticancer activities of *Artemisia princeps* Pampanini. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15: 233-240 (2007)
- Kim MJ, Park MH, Jeong MK, Yeo JD, Cho WI, Chang PS, Chung JH, Lee JH. Radical scavenging activity and *in vitro* anti-obesity ability in 3T3-L1 preadipocyte cells of *Artemisia princeps* Pampan Extract. Food Sci. Biotechnol. 19: 535-540 (2010)
- Cho YH, Chiang MH. Essential oil composition and antibacterial activity of *Artemisia capillaris*, *Artemisia argyi*, and *Artemisia princeps*. Korean J. Intl. Agri. 13: 313-320 (2001)
- Park MH, Kim MJ, Cho IL, Chang PS, Lee JH. Effects of treatments on the distribution of volatiles in *Artemisia princeps* Pampan. Korean J. Food Sci. Biotechnol. 41: 587-591 (2009)
- Lee SD, Park HH, Kim DW, Bang BH. Bioactive constituents and utilities of *Artemisia* sp. as medicinal herb and foodstuff. Korean J. Food Nutr. 13: 490-505 (2000)
- Cho YH, Shin DS, Park JY. Microencapsulation technology in food industry. Food Sci. Ind. 30: 98-111 (1997)
- Lee KW, Baick SC, Kim SK, Kim HU. Properties and yield of the microcapsules made with hydrogenated corn oil. Korean J. Dairy Sci. 20: 169-176 (1998)
- Lee SC, Rhim CH, Lee SC. Characteristics of spray dried polysaccharides for microencapsulation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1322-1326 (1997)
- Park BK, Lee JH, Shin HK, Lee JH, Chang PS. Optimization of conditions for the double layer microencapsulation of lactic acid bacteria. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 767-772 (2006)
- Lee JM, Kim DH, Chang PS, Lee JH. Headspace-solid phase microextraction (HP-SPME) analysis of oxidized volatiles from free fatty acids (FFA) and application for measuring hydrogen donating antioxidant activity. Food Chem. 105: 414-420 (2007)
- Chung MS. Changes in the volatile compounds of *Artemisia capillaris* essential oil during storage. Korean J. Food Cookery Sci. 23: 413-422 (2007)
- Kuratsune M. Benzo[a]pyrene content of certain pyrogenic materials. J. Natl. Cancer Inst. 16: 1485-1496 (1956)
- Jeong MC, Lee MK, Lee HA, Park JY. Low-temperature microencapsulation of sesame oil using fluidized bed granulation. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 27-31 (2009)
- Jeong MK, Lee JM, Lee JH. Correlation of volatiles and fatty acids in thermally oxidized fatty acid model systems using statistical approaches. Food Sci. Biotechnol. 19: 1233-1239 (2010)