

역삼투압법에 의한 양파착즙액의 휘발성 성분 변화

심재언^{1,*} · 전명희¹ · 이대희¹ · 김영석² · 이상미² · 최정민² · 장은지²

¹샘표식품 주식회사, ²이화여대 식품공학과

Reverse osmosis causes change in volatile compounds in onion juice

Zen Shim^{1,*}, Myeong-Hee Jeon¹, Dae-Hee Lee¹, Yong-Seok Kim², Sang-Mi Lee², Jung-Min Choi², and Eun-Ji Jang²

¹Sempio Fermentation Research Center

²Department of Food Science and Technology, Ewha Womans University

Abstract Reverse osmosis (RO) was applied to onion juice to produce concentrated onion juice with improved flavor. The volatile compound profiles of concentrated onion juice and onion juice were compared using solvent-assisted flavor evaporation followed by gas chromatography-mass spectrometry. Onion juice and RO-concentrated onion juice contained 48 and 62 distinct volatile compounds, respectively, and included alcohols, aldehydes, esters, terpenes, furans, ketones, acids, hydrocarbons, and sulfur-containing compounds. The RO-concentrated onion juice contained a greater number of volatile flavor compounds than did onion juice. Notably, sulfur-containing compounds, which are characteristic volatile flavor compounds in raw onions, were more abundant in the RO-concentrated onion juice than in onion juice. The volatile compound composition indicates that RO-concentration produces good quality onion juice.

Keywords: onion juice, reverse osmosis, volatile compounds, concentration, non-thermal process

서 론

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과에 속하는 다년초로서 특유의 맛과 향을 지닌 채소 중의 하나이며, 음식조리 및 가공식품 제조에 있어서 향신료 및 천연조미료로 널리 사용되고 있다.

양파의 생산시기는 5월에서 7월 사이이며 수확 후 저장되면서 사용된다. 그러나 수분함량이 90% 정도인 양파는 저장기간 중 발아·발근 등으로 인하여 품질저하가 심하며 특히 적절하지 못한 저장조건에서는 맛과 향기의 손실이 심하고 *Botrytis*, *Fusarium*, *Erwinia*, *Bacillus* 및 *Pseudomonas* 등의 부패균에 의하여 부패가 된다(Suh, 2002). 저장중의 부패 및 조직연화 등으로 상당량의 양파가 버려지게 되고 이는 양파수급과 가격안정성에도 영향을 줄 수 있다.

식품산업에서는 양파의 저장성 확보와 유통 중 발생하는 상기의 문제점들을 개선하기 위해 양파 가공제품들이 개발되었다. 양파를 열풍건조분말, 동결건조분말, 액기스, oleoresin 및 essential oil 등의 형태로 가공하여 이용하고 있다(Kang 등, 2007; Kim 등, 2005). 건조양파분말은 일반적으로 열풍건조 또는 동결건조를 이용하여 건조시킨 후 분쇄하여 열풍건조분말, 동결건조분말을 제조한다. 양파 가공 공정 중에 열이 가열되어 제조되는 열풍건조분말은 양파 고유의 향미성분 변성 및 손실, 갈변을 초래하고, 동결건조분말의 경우에는 높은 가공처리 비용이 발생하여 원료의

경제성이 낮아지는 문제점이 있다. 또한 양파액기스는 가열농축을 통하여 제조되는 과정으로 향미특성의 변성 및 손실이 있으며, oleoresin과 essential oil은 농산물 가격이 낮은 해외에서 대부분 수입하고 있다. 따라서, 기존의 양파가공제품의 문제점을 개선하고 양파 고유의 향미를 유지하면서 저장 및 유통성이 확보된 국내산 양파의 가공품 개발이 필요한 실정이다. 그러나, 현재 국내 식품산업에서 사용하는 기존의 가공처리 방법으로는 이용하는데 한계가 있다.

이에 식품 산업에서 양파 고유의 향미특성이 변성 및 손실하지 않은 양파농축액을 제조하기 위한 기술 개발이 필요하였고, 본 연구에서는 그 해결방법으로 역삼투압법(reverse osmosis)을 주목하였다. 역삼투압법은 과일농축액 및 해산물농축액 제조법에 관한 연구가 있으며(Fogarassy 등, 2015; Jayarajah와 Lee, 1999, Souza 등, 2013; Khongnakorn 등, 2016; Pravin 등, 2012), 와인 및 과일, 낙농관련 제품에 일부 적용하는 제조 방법에 관한 연구였다(Kang 등, 1997; Kim 등, 1988; Lee 등, 1992; Lee 등, 2000). 또한 생강을 액화추출물로 제조한 연구는 관능적으로 향미 품질을 평가한 연구이었다(Jeong 등, 1999). 역삼투압법을 활용한 채소 농축액에는 향기성분의 비교 분석이 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 분쇄하여 얻어진 양파착즙액을 이용하여 역삼투압법을 적용 후 양파 고유의 향미특성을 유지하는 양파농축액을 제조하고, 양파착즙액과 양파농축액의 향미특성을 비교 분석하는 기초 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

양파는 전라남도 무안에서 생산하여 수확 직후의 것을 구입하여 뿌리 부분을 제거하고 세척하여 초파기로 분쇄 후, filter-press

*Corresponding author: Zen Shim, Sempio Fermentation Research Center, Cheongju, Chungbuk 28156, Korea
Tel: +82-43-249-6731

Fax: +82-43-238-8575

E-mail: sjaen@sempio.com

Received November 19, 2018; revised January 25, 2019;

accepted January 25, 2019

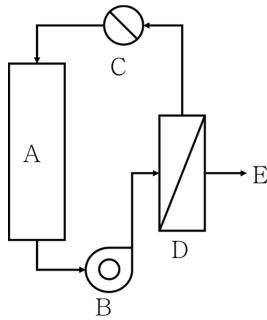


Fig. 1. Schematic diagram of batch MF and RO system. A: Feed tank, B: Feed pump, C: Pressure regulator, D: Membrane module, E: Permeate

(SCFP-630, Seoul, Korea)로 착즙하여 사용하였다.

Micro-filtration

Filter-press로 여과된 양파착즙액(4.5 °Bx)을 Fig. 1과 같은 장치에서 분자량 500,000 이하 여과막(Table 1)으로 여과하여 투과액(permeate)을 회수하였다. Feeding solution의 압력은 2.0 bar 이내로 공급하였다.

Reverse osmosis concentration

양파착즙액의 농축은 투과액을 Fig. 1의 장치에 분자량 100 이하 여과막(Table 1)으로 feeding tank에서 양파농축액이 30 °Bx될 때까지 농축하였다. 이 때의 feeding solution의 압력은 80.0 bar 이내로 공급하였다.

Solvent-assisted flavor evaporation (SAFE)

양파착즙액과 농축액을 각각 100 g을 SAFE장치에 넣고 40°C, 5.8×10^{-5} torr에서 3시간동안 증류하여 추출하였다. 이 때 내부표준물질로 500 ppm 3-heptanol (99%, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 100 µL를 사용하였다. 500 mL의 삼각플라스크에 SAFE추출액을 취하여 재 증류한 methylene chloride (J.T Baker, Phillipsburg, NJ, USA) 150 mL를 넣고 400 rpm에서 1시간 교반하였다. 추출액을 -20°C에서 12시간 냉동시켜 수분을 제거한 후 용매 층을 3g의 anhydrous sodium sulfate (Duksan Pure Chemicals, Co., Ltd., Ansan, Korea)에 통과시켜 여분의 수분을 제거하고 수분이 제거된 추출액은 질소 가스를 이용하여 100 µL까지 농축하여 분석시료로 사용하였다. 추출은 3회 실시하였다

Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

양파착즙액과 농축액의 휘발성 향기성분은 GC-MS (Trace 1310/ISQ single quadrupole, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)를 사용하여 동정하였다. 컬럼은 DB-FFAP (30 m×0.25 mm i.d., 0.25 µm thickness, Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA)을 사용하였고 오븐 온도는 40°C에서 5분간 유지 후 4°C/분의 속도로 200°C까지 올린 다음 200°C에서 10분간 유지하였다. 주입구와 검출기 온도는 200°C와 250°C로 하였으며 운반 기체(He)의 유속은 0.8 mL/분으로 하였다. 이온화 전압은 70 eV, 그리고 분석할 m/z 는 35-350으로 하였으며 분석액은 1 µL를 50:1 분할비로 GC에 주입하였다.

휘발성 향기성분의 동정과 정량

휘발성 향기성분 동정은 Wiley mass spectral database 9th with

Table 1. Specification of the membrane module used in micro filtration and reverse osmosis

Specification	Micro filtration	Reverse osmosis
Material	Polyethersulfone (PES)	Polyamide
Pressure (bar)	2	80
Cutoff molecular weight	500,000	100
Manufacture	Merck	Koch

NIST11에 의하여 비교 분석하였고, 머무름 지수(retention index, RI)는 외부표준물질로 *n*-paraffins (C_8 - C_{22})를 비교하여 계산하였다. 정량은 내부표준물질로 사용한 3-heptanol의 peak area에 대한 각 성분들의 peak area로 계산하여 3회 반복 결과의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

유리당 정량

유리당 함량은 양파착즙액과 농축액을 50% ethanol로 각각 25 배, 50배 희석하여 Beckman HPLC (Ramsey, MN, USA)로 분석하였다. HPLC 분석조건은 column으로 Shodex Asahipak NH2P-50-4E (5 µm, 4.6×250 mm, Tokyo, Japan)을 사용하였고 검출기는 RID를 사용하였으며, 이동상은 75% acetonitrile을 1.0 mL/min 속도로 흘려주었고 30 µL를 주입하여 분석하였다. 외부표준물질로는 fructose, glucose, sucrose, lactose, maltose를 사용하였다.

결과 및 고찰

역삼투압법에 의한 양파착즙액의 휘발성 성분

역삼투압법을 통하여 양파착즙액의 휘발성 성분의 변화를 비교하기 위해 양파를 filter-press로 착즙한 것과 이를 역삼투압 농축한 것을 SAFE법으로 추출하고 GC-MS로 분석하였다(Fig. 2, Table 2). 양파착즙액에서는 총 48종(alcohol류 8종, aldehyde류 3종, terpene류 1종, furan류 2종, ketone류 1종, acid류 2종, hydrocarbon류 14종, sulfur-containing compound류 17종)의 휘발성 성분이 동정되었으며, 역삼투압법으로 농축된 양파착즙액은 총 62종(alcohol류 12종, aldehyde류 3종, ester류 1종, terpene류 1종, furan류 1종, ketone류 4종, acid류 6종, hydrocarbon류 16종, sulfur-containing compound류 18종)의 휘발성 성분이 동정되었다. 양파착즙액과 이를 역삼투압법으로 농축한 양파농축액에서 동정된 개별화합물에 대한 종류는 정성적으로 큰 차이를 보이지 않으며, 동정된 휘발성 성분은 양파착즙액보다 양파농축액에서 14종이 좀 더 검출되었다. 특히, 양파의 특징적인 향기성분으로 알려져 있는 11종(dimethyl disulfide, no. 47; allyl propyl sulfide, no. 48; methyl ethyl disulfide, no. 49; ethyl propyl sulfide, no. 53; methyl 2-propenyl disulfide, no. 55; methyl propenyl disulfide, no. 56; dimethyl trisulfide, no. 57; allyl propyl disulfide, no. 58; allyl disulfide, no. 59; propyl trisulfide, no. 61; dimethyl tetrasulfide, no. 63)이 검출되었으며(Boelens 등, 1971; Park 등, 2001; Song 등, 2009), 분자량이 상대적으로 작은 dimethyl disulfide (no. 47)는 polyamide재질의 막공정에서 투과하지 못함을 보였으며, 분자량이 100 이상의 휘발성 성분에 대하여 큰 변화 없이 동정되었다. 또한 생양파에서 검출되는 pentanol, hexanol 등의 alcohol류가 정성되었는데(Kim 등, 2005), 향미특성이 sweet, fruity, green 등으로 표현되는 2-methylpentanol (no. 5)와 sweet, fatty, fruity 등으로 표현되는 2-ethylhexanol (no. 10)이 검출되어 있어 생양파의 달콤한 향미 성분을 기여하는 주요화합물로 추정된다.

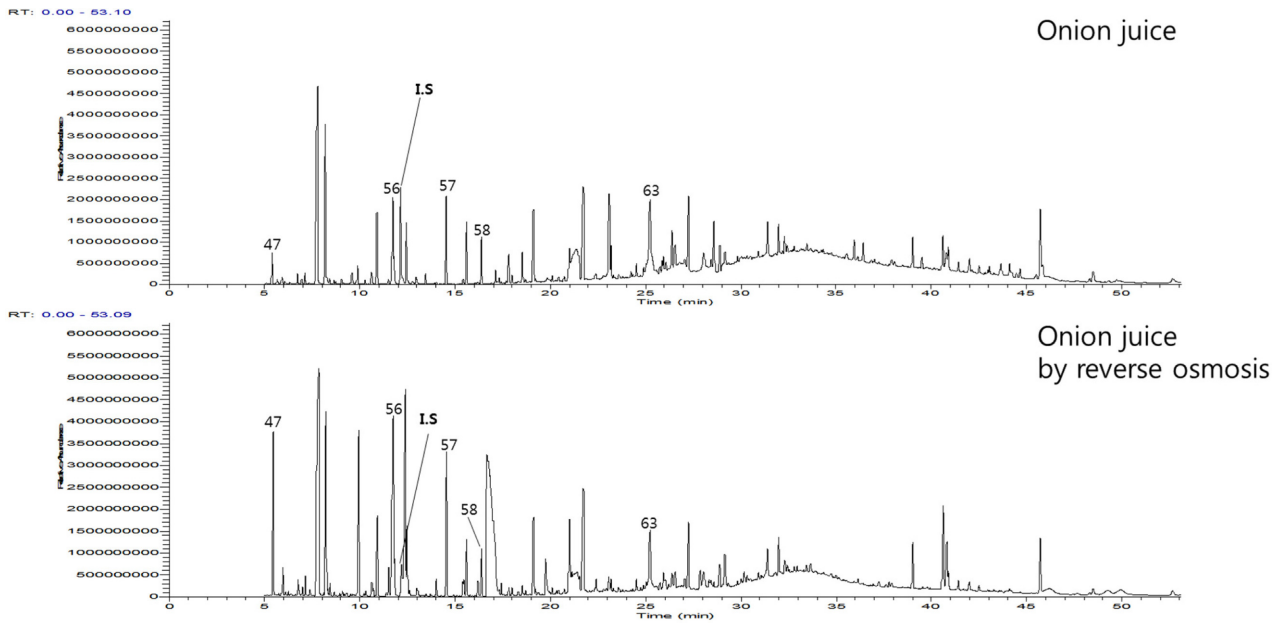


Fig. 2. GC-MS chromatogram of sulfur-containing compounds in onion juice & onion juice by reverse osmosis (I.S: internal standard)

Table 2. Comparison of volatile compounds of onion juice by reverse osmosis system

No.	CAS No.	RI ¹⁾	Compounds	Relative peak area ²⁾		Ratio of concentration ³⁾	ID ⁴⁾
				Onion juice	Concentrated onion juice by RO system		
Alcohol							
1	71-36-3	1141	butanol	0.009±0.003	0.311±0.001	36.061	MS/RI
2	1569-50-2	1169	3-penten-2-ol	1.695±0.022	8.819±0.012	5.203	MS
3	123-51-3	1205	isoamyl alcohol	-	0.142±0.231	-	MS/RI
4	71-41-0	1248	pentanol	-	0.269±0.328	-	MS
5	105-30-6	1301	2-methylpentanol	-	11.741±1.432	-	MS
6	108-11-2	1304	4-methyl-2-pentanol	0.565±0.011	2.126±0.056	3.759	MS
7	4675-87-0	1320	2-methyl- 2-buten-1-ol	0.084±0.002	0.437±0.021	5.178	MS/RI
8	922-17-8	1335	3,4-hexanediol	0.099±0.001	0.083±0.018	0.830	MS
9	111-76-2	1396	2-butoxyethanol	0.040±0.031	1.013±0.226	25.509	MS
10	104-76-7	1488	2-ethylhexanol	0.021±0.108	0.158±0.064	7.662	MS
11	513-85-9	1577	2,3-butanediol	-	3.010±0.129	-	MS/RI
12	100-51-6	1875	benzyl alcohol	0.169±0.027	1.530±0.761	9.049	MS/RI
Aldehyde							
13	1115-11-3	<1100	2-methyl-2-butenal	0.063±0.069	0.969±0.027	15.357	MS/RI
14	78-85-3	1157	2-methyl-2-propenal	2.972±0.821	20.717±2.291	6.969	MS
15	111-71-7	1180	heptanal	0.001±0.000	-	-	MS/RI
Ester							
17	97-64-3	1342	propanoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester	-	0.077±0.002	-	MS/RI
Terpene							
18	138-86-3	1187	dl-limonene	0.019±0.002	0.031±0.001	1.618	MS/RI
Furan							
19	3777-69-3	1227	2-pentyl furan	0.002±0.000	-	-	MS/RI
20	33922-66-6	1988	2-hexyl-5-methyl-(2H)-furan-3-one	0.319±0.001	1.665±0.042	5.211	MS
16	100-52-7	1517	benzaldehyde	-	0.225±0.011	-	MS/RI
Ketone							
21	591-78-6	<1100	2-hexanone	-	0.005±0.001	-	MS/RI
22	25659-22-7	1160	4-hexen-2-one	0.003±0.001	0.026±0.001	7.739	MS
23	583-60-8	1420	2-methyl-cyclohexanone	-	0.576±0.011	-	MS
24	777-95-7	>2200	1,6-dioxacyclododecane-7,12-dione	-	2.196±0.162	-	MS

Table 2. Continued

No.	CAS No.	RI ¹⁾	Compounds	Relative peak area ²⁾		Ratio of concentration ³⁾	ID ⁴⁾
				Onion juice	Concentrated onion juice by RO system		
Acid							
25	79-09-4	1535	propionic acid	-	2.088±0.288	-	MS/RI
26	111-14-8	1950	heptanoic acid	-	0.089±0.006	-	MS/RI
27	124-07-2	2057	octanoic acid	-	0.393±0.026	-	MS/RI
28	112-05-0	2164	nonanoic acid	0.053±0.000	0.211±0.000	3.974	MS/RI
29	57-11-4	>2200	octadecanoic acid	-	0.489±0.005	-	MS/RI
30	544-63-8	>2200	tetradecanoic acid	0.142±0.004	0.001±0.000	0.003	MS
Hydrocarbon							
31	1120-21-4	1100	undecane	0.018±0.002	0.112±0.008	6.180	MS/RI
32	100-41-4	1120	ethylbenzene	0.075±0.005	0.689±0.007	9.127	MS/RI
33	106-42-3	1128	p-xylene	0.035±0.001	0.319±0.006	9.106	MS/RI
34	95-47-6	1134	o-Xylene	0.081±0.004	0.654±0.001	8.037	MS/RI
35	112-40-3	1201	dodecane	0.009±0.002	0.052±0.008	5.417	MS
36	592-47-2	1215	3-hexene	-	0.055±0.002	-	MS
37	629-59-4	1401	tetradecane	0.635±0.017	2.514±0.097	3.956	MS/RI
Hydrocarbon							
38	629-62-9	1500	pentadecane	0.029±0.070	0.159±0.059	5.488	MS/RI
39	25117-33-3	1547	5-Methylpentadecane	0.053±0.003	0.224±0.065	4.210	MS
40	1560-93-6	1558	2-Methylpentadecane	0.043±0.002	0.142±0.082	3.305	MS
41	2882-96-4	1568	3-Methylpentadecane	0.046±0.009	0.203±0.079	4.335	MS
42	544-76-3	1602	hexadecane	1.336±0.064	5.840±0.031	4.373	MS
43	629-78-7	1701	heptadecane	0.129±0.072	0.562±0.026	4.369	MS
44	593-45-3	1802	octadecane	0.957±0.031	3.346±0.191	3.495	MS
45	629-92-5	1901	nonadecane	-	0.134±0.030	-	MS/RI
46	112-95-8	2000	eicosane	0.177±0.008	0.609±0.007	3.429	MS/RI
Sulfur-containing compounds							
47	624-92-0	<1100	dimethyl disulfide	0.221±0.015	7.442±0.551	33.653	MS/RI
48	27817-67-0	1104	allyl propyl sulfide	0.000±0.000	0.113±0.001	1664.007	MS
49	20333-39-5	1138	methyl ethyl disulfide	0.001±0.000	0.008±0.000	11.843	MS
50	638-02-8	1184	2,5-dimethyl thiophene	0.025±0.000	0.136±0.001	5.530	MS
51	13153-11-2	1214	trimethylene sulfoxide	0.010±0.001	-	-	MS
52	2179-60-4	1227	methyl propyl disulfide	0.155±0.000	0.002±0.000	0.012	MS
53	4110-50-3	1233	ethyl propyl sulfide	0.003±0.000	0.109±0.001	38.464	MS
54	632-15-5	1246	3,4-dimethyl thiophene	0.012±0.001	0.484±0.000	42.054	MS
55	2179-58-0	1273	methyl 2-propenyl disulfide	0.049±0.002	1.030±0.005	20.800	MS
56	5905-47-5	1281	methyl propenyl disulfide	0.965±0.000	12.562±0.076	13.022	MS
57	3658-80-8	1368	dimethyl trisulfide	0.946±0.007	6.581±0.042	6.959	MS/RI
Sulfur-containing compounds							
58	2179-59-1	1426	allyl propyl disulfide	0.438±0.001	1.836±0.003	4.196	MS
59	2179-57-9	1477	allyl disulfide	0.068±0.004	0.320±0.006	4.716	MS
60	13882-12-7	1650	methyl methanethiosulfinate	0.987±0.006	0.575±0.001	0.582	MS
61	6028-61-1	1653	propyl trisulfide	0.290±0.016	0.500±0.011	1.722	MS
62	590-42-1	1715	isobutyl isothiocyanate	0.052±0.002	0.167±0.003	3.203	MS
63	5756-24-1	1727	dimethyl tetrasulfide	1.046±0.007	2.650±0.030	2.534	MS/RI
64	95-16-9	1945	benzothiazole	-	0.308±0.031	-	MS/RI
65	3354-41-4	>2200	4-methyl-3H-1,2-dithiole-3-thione	-	0.545±0.011	-	MS

¹⁾Retention indices were determined using *n*-paraffins C₈-C₂₂ as external references.²⁾Relative peak area (peak area of compounds/peak area of internal standard)³⁾Ratio of concentrated volatile compound (relative peak area of concentrated onion juice/relative peak area of onion juice)⁴⁾Tentative identification was performed as follows: MS, mass spectrum was consistent with that Wiley mass spectrum database (Wiley mass spectral database 9th with NIST11); RI, retention index was consistent with that of the literature.

Table 3. Comparison of sugar contents in onion juice and concentrated onion juice by RO system

Free sugar	Onion juice	Concentrated onion juice by RO system
fructose	1.79% (w/w)	10.61% (w/w)
glucose	2.04% (w/w)	11.93% (w/w)
sucrose	<1000 mg/kg	<1000 mg/kg
lactose	-	-
maltose	-	-

역삼투압 농축에 따른 양파착즙액의 휘발성 성분 함량변화

분쇄된 양파를 filter-press로 착즙한 시료의 고형분 함량은 4.5 °Bx였으며, 이것을 역삼투압 농축공정후에는 30 °Bx였다. 이 두 시료의 유리당을 측정 한 결과는 Table 3으로 정리하였으며, 유리당인 fructose와 glucose의 총합량은 3.83% (w/w)와 22.54% (w/w)이었다. 이것은 당함량으로만 보았을 때 약 5.9배의 농축도를 보였으며, 고형분 함량의 농축도(약 6.7배)와 차이를 보이지만, 양파착즙액과 양파농축액의 휘발성 성분의 함량을 비교할 때, 상대적으로 지표로 참고하였다. 분석된 휘발성 성분과 비교하면 양파착즙액에서 검출되지 않았던 휘발성 성분 16종(isoamyl alcohol, no. 3; pentanol, no. 4; 2-methylpentanol, no. 5; 2,3-butanediol, no. 11; benzaldehyde, no. 16; 2-hexanone, no. 21; 2-methyl-cyclohexanone, no. 23; 1,6-dioxacyclododecane-7,12-dione, no. 24; propionic acid, no. 25; heptanoic acid, no. 26; octanoic acid, no. 27; octadecanoic acid, no. 29; 3-hexene, no. 36; nonadecane, no. 45; benzothiazole, no. 64; methyl-3H-1,2-dithiole-3-thione, no. 65)이 양파농축액에서 추가로 검출되었다. 이는 농축과정 중 새로이 생성되었을 가능성도 있으나, 미량으로 존재하였다가 농축으로 인한 검출 가능성이 있어 보여진다. 이는 비가열 농축방법으로 미량의 성분분석을 위한 전처리 방법으로 가능함이 보였다. 한편, 휘발성 성분 3종(butanol, no. 1; 2-butoxyethanol, no. 9; 2-methyl-2-butenal, no. 13)함량은 양파농축액에서 약 15-35 배 증가하였고, 특히 양파의 특징적인 향기성분이라 할 수 있는 sulfur-containing compounds 11종(dimethyl disulfide, no. 47; allyl propyl sulfide, no. 48; methyl ethyl disulfide, no. 49; ethyl propyl sulfide, no. 53; methyl 2-propenyl disulfide, no. 55; methyl propenyl disulfide, no. 56; dimethyl trisulfide, no. 57; allyl propyl disulfide, no. 58; allyl disulfide, no. 59; propyl trisulfide, no. 61; dimethyl tetrasulfide, no. 63)은 각각 약 1.7-1,664배로 증가하였고, 이중 5종의 황화합물(dimethyl disulfide, no. 47; methyl propenyl disulfide, no. 56; dimethyl trisulfide, no. 57; allyl propyl disulfide, no. 58; dimethyl tetrasulfide, no. 63)은 chromatogram에서 확연한 차이를 보였으며, 양파의 휘발성 향기성분에 중요한 기여를 한다고 여겨지는 propyl-과 propenyl-, di-와 trisulfide 류를 확인되어 과거 분석된 연구들과 일치하였다(Boelens 등, 1971; Park 등, 2001; Song 등, 2009). 이러한 결과들은 과일, 와인 등에 적용한 연구(Fogarassy 등, 2015; Lee 등, 2000; Souza 등, 2013) 뿐만 아니라 채소와 같은 양파 고유의 향기성분을 유지하는 제조방법에 적용 가능함을 보였다.

요 약

비가열 방식의 역삼투압법으로 제조한 양파농축액의 휘발성 성분 변화를 알아보기 위하여 양파착즙액과 역삼투압 양파농축액

을 SAFE로 휘발성 성분을 추출하였고, 이를 GC-MS로 분석하였다. 양파착즙액과 양파농축액에서 각각 48종과 62종의 휘발성성분을 동정하였다, 휘발성 성분 중 sulfur-containing compounds를 19종 검출하였고. 양파의 특징적인 향기성분으로 알려진 11종은 약 1.7-1,664배로 증가하였으며, 또한 양파착즙액에서 검출되지 않았던 휘발성 성분이 양파농축액에서 14종이 검출되었다. 이는 역삼투압법을 이용한 양파 농축액이 향미성분의 변성이 적어, 양파 고유의 향미를 갖는 농축액 제조에 응용할 수 있으며, 미량의 휘발성 성분을 분석하는 전처리 방법으로 바람직한 영향을 줄 것으로 생각한다.

감사의 글

이 논문은 2017년 농림축산식품부 재원으로 농림식품기술기획평가원의 지원을 받아 수행한 연구임(과제고유번호: 317035-03, 농산물을 활용한 고부가가치 식물성 천연발효 조미소재 제품개발).

References

Boelens M, De Valois PJ, Wobben HJ, Van der Gen A. Volatile flavor compounds from onion. *J. Agr. Food Chem.* 19: 984-991 (1971)

Fogarassy E, Bekassy ME, Balla C, Vatai G. Concentration of apricot juice using complex membrane technology. *Acta Aliment Hung.* 44: 1556 (2015)

Jayarajah CN, Lee CM. Ultrafiltration/reverse osmosis concentration of lobster extract. *J. Food Sci.* 64: 93-98 (1999)

Jeong MC, Jeong SW, Lee YC. Quality of ginger powder as affected by concentration and dehydration method of ginger extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1589-1595 (1999)

Kang HA, Chang KS. Concentration of persimmon juice by reverse osmosis system. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 279-283 (1997)

Kang NS, Kim JH, Kim JK. Modification of quality characteristics of onion powder by hot-air, vacuum and freeze drying methods. *Korean J. Food Preserv.* 14: 61-66 (2007)

Khongnakorn W, Youravong W. Concentration and recovery of protein from tuna cooking juice by forward osmosis. *JESTEC* 11: 962-973 (2016)

Kim KH, Park HJ, Kim DM. Pre-concentration of apple juice with different reverse osmosis membranes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 419-425 (1988)

Kim JH, Seo HY, No KM, Han BJ, Lee SJ, Seo YS, Kim KS. Change of volatile odor components in onion by freeze-drying. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 230-235 (2005)

Lee SR, Lee KH, Chang KS, Lee SK. The change of aroma in wine treated with reverse osmosis system. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 17-24 (2000)

Lee SE, Lee BY, Jin JS, Kim DM, Kim KH. Rheological properties of Radish juice concentrates. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 261-265 (1992)

Park ER, Ko CN, Kim SH, Kim KS. Analysis of volatile organic components from fresh and decayed onions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 1011-1020 (2001)

Pravin G, Anil N, Ajay T. Reverse osmosis for fruit juice concentration-a review. *J. Food Sci. Technol.* 1: 23-36 (2012)

Song HP, Shim SL, Jung IS, Kim DH, Kim KS. Analysis of volatile organosulfur compounds in Korean *Allium* species. *Korean J. Food Preserv.* 16: 929-937 (2009)

Souza ALR, Pagni MM, Dornier M, Gomes FS, Tonon RV, Cabral LMC. Concentration of camu-camu juice by the coupling of reverse osmosis and osmotic evaporation processes. *J. Food Eng.* 119: 7-12 (2013)

Suh JK. Effects of pre-drying methods on onion bulb rot during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 9: 277-281 (2002)