

주정을 첨가한 양파식초 제조에서 Flavonoids의 함량변화

천경선 · 강성국 · 강성구¹ · 정순택 · 박양균[†]

목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터, ¹순천대학교 식품과학부

Changes of the Flavonoids in Onion Vinegar Fermented with Onion Juice and Ethanol

Kyung-Sun Cheun, Seong-Gook Kang, Seong-Koo Kang¹, Soon-Teck Jung and Yang-Kyun Park[†]

Department of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center,
Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea,

¹Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Chonnam 540-742, Korea

Abstract

To produce a flavonoid-enriched vinegar from onion, vinegar fermentations of onion juice, extraction of flavonoids from onion-dry scale, and change of the flavonoids in vinegar were investigated. Alcohol and vinegar fermentations from the onion juice were effectively improved by using the onion juice heated at 80 °C for 10 min. When various types of onion juices were used for onion vinegar production, the vinegar fermentation of heat-treated onion juice containing 4% ethyl alcohol showed maximal acid production. Flavonoid compounds in onion vinegar made from fresh onion juice was larger than the other onion vinegar. To produce a flavonoid-enriched vinegar, when it was examined the 0.5% onion-dry scale was added to 6% acetic acid, optimum extraction time was 90 min. And by adding 0.5% onion-dry scale to onion vinegar, quercetin monoglucoside and quercetin contents increased.

Key words : onion, vinegar, flavonoid, quercetin, fermentation

서 론

양파(*Allium cepa* L.)는 세계 각지에서 채소로 재배되고 있으며, 매운맛의 정도에 따라 단맛을 띤 양파와 매운맛을 띤 양파로 크게 분류된다. 양파의 성분 중에는 quercetin, quercitrin, rutin 등의 flavonoid계 색소와 황 함유 화합물인 allyl propyl disulfide 등이 함유되어 항산화작용을 가지고 있는 것으로 알려져 있으며(1,2), 고대 이집트, 그리스, 페르시아, 로마, 인도, 중국 등 (1)에서는 식품의 향신 조미료 외에 마늘과 함께 약재로 널리 애용되어 해열, 구충, 해독, 장염, 종양 치료에 사용해 왔다(3,4). 양파 가식부에는 quercetin 4'-glucoside, quercetin 3,4'-diglucoside, quercetin aglycone, isorhamnetin 등의 flavonoids가 있으며, 이중 80%

이상이 quercetin 4'-glucoside와 quercetin 3,4'-diglucoside이다. 양파의 종류와 부위에 따른 flavonoids의 함량은 차이가 커서 황색, 적색 및 백색 양파의 가식부에는 20 - 50 mg%이며, 특히 비가식부인 양파의 마른 껍질에는 가식부의 70배 정도가 함유되어 있다(5).

식초는 동서양을 막론하고 오래전부터 이용되어 온 발효 식품으로 우리 식생활과 밀접한 관계를 가져왔다. 식초는 수세기를 통해 여러 가지 원료를 사용하여 많은 종류의 식초가 만들어져 왔고, 새로운 과일이나 채소를 이용하여 식초를 제조하고자 하는 연구(6-10)에서 최근에는 식초발효액에 다양한 부재료를 첨가함으로써 식품의 기능성을 향상시키려는 시도로 발전되고 있는 실정이다.

양파를 원료로 하는 식초제조는 일본에서 시작되어(11-13) 국내에서도 연구(9,10)되었으며, 양파에는 전분질과 당류의 함량이 적어서 식초제조를 위한 알콜 생성을 위해서는 보당을 하게 된다(9-13). Park 등(9)은 양파를 80°C에서 10분

[†]Corresponding author. E-mail : ykpark@mokpo.ac.kr,
Phone : 82-61-450-2422, Fax : 82-61-454-1521

간 열처리하여 착즙한 액을 14 Brix로 보당하여 5.8% 알콜 함량의 양파주를 얻고, 이를 양파 착즙액으로 희석하여 6.7% 초산농도의 양파식초를 제조하였다. 또한 Shin 등(10)은 양파 착즙액을 농축한 것과 보당한 것의 알콜 및 초산발효에서 농축과 보당에 따른 식초의 품질에는 큰 차이가 없다고 보고하였다. 이들 연구들에서는 양파식초를 제조하기 위해서 양파즙을 농축하여 당 함량을 높이거나 보당이 필요하다고 하며 알콜 및 초산발효 효율을 높이는 연구였으나 양파에 풍부한 기능성물질인 flavonoids와 유허화합물에 관한 연구는 없는 실정이다. 양파에 함유된 유허화합물은 전구물질로 되어 있다가 세포가 파괴되면서 매운맛과 냄새 물질로 변하므로 양파 착즙액 제조에서 착즙전후의 열처리에 따라 유허화합물에 의한 풍미가 달라질 수 있다.

양파에 함유된 유허화합물이 발효에 의해 이취를 발생할 수 있다는 가정하에서 양파식초 제조에서 보당하여 알콜 및 초산 발효하는 것 대신에 알콜발효 없이 에탄올을 첨가하여 초산발효만 행하는 방법도 가능할 것이다. 양파의 냄새를 줄이고 기능성을 향상시킨 식초제조의 연구가 필요하다고 사료되므로 본 연구에서는 우선 양파식초 제조에서 flavonoids의 함량변화를 연구하기 위해서 수행하였으며, 양파즙에 보당하여 알콜 발효하는 대신에 알콜 발효 없이 양파즙에 주정을 첨가한 양파식초의 제조에서 flavonoid 물질의 함량변화, flavonoids를 강화한 양파식초의 제조방법 및 이들 물질의 초산에 대한 안정성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

양파는 2003년에 수확된 것을 현대영농조합으로부터 제공받아서 상부와 하부의 뿌리부분을 절단하고 박피한 다음에 파쇄 착즙(9)하여 사용하였다.

양파즙을 이용한 알콜발효

양파즙을 이용한 알콜 발효는 Park 등(9)의 방법에 따라 행하였다. 즉, 주모제조는 양파즙을 설탕으로 보당하여 14 Brix, pH 6.2로 조절하고 121℃에서 15분 멸균한 후 양파즙액에 대하여 *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 9763) 전배양액을 5% (v/v) 접종하여 30℃에서 48시간 배양하여 사용하였다. 알콜 발효는 양파즙을 pH 6.2, 14 Brix로 조정한 후 80℃에서 10분간 열처리한 다음 30℃로 냉각시키고 주모를 술덧에 대하여 5% (v/v) 첨가하여 30℃에서 6일 동안 배양하여 5.8% 알콜 함량의 양파주를 제조하였다(9).

양파식초의 제조

식초제조는 알콜 함량 5.8%의 양파주를 이용하여 제조한 양파식초(A)와 열처리하여 착즙한 양파즙(B), 생양파즙(C) 및 생양파즙을 80℃에서 10분간 중탕 열처리한 양파즙

(D)에 4%의 주정을 첨가하여 양파식초(B, C, D)를 제조하였다(Table 1). 기본 발효조건은 Park 등(9)의 방법에 따라 행하였으며, 종초 첨가량 5% (v/v), 초기산도 2%, ethanol 4%, 발효온도 30℃에서 20일 동안 5 L glass jar에서 정치발효 하였다.

Table 1. Various preparations for onion vinegars

Sample	Preparations of onion juice	Alcohol fermentation	Ethanol addition for vinegar fermentation
A	Sliced onion (80℃, 10 min) → Juice	Yes	0
B	Sliced onion (80℃, 10 min) → Juice	No	4%
C	Onion juice	No	4%
D	Onion juice (80℃, 10 min)	No	4%

양파식초의 이화학적 특성

초산발효 중의 이화학적 특성 변화를 조사(14,15)하였으며, 알콜은 비중법으로, 산도는 적정법으로, 색도는 색차계 (Chromameter CR 200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다.

Flavonoid 성분 분석

초산발효중인 시료 2 mL를 취해 Sep-pak C₁₈ cartridge에 loading한 후 2 mL의 HPLC용 methanol : acetic acid : water (75:5:20) 용액으로 용출시켜 Millipore 0.45 μm filter를 통과시킨 후 HPLC (Jasco, Japan)로 quercetin 관련 물질을 분석하였다(16). Column은 Crestpack C₁₈ 4 mm × 150 mm를 사용하였고, 용매는 5% acetic acid(80%에서 0%)와 methanol(20%에서 100%)의 구배용매를 사용하여 1 mL/min로 25분간 분석하였다.

또한 6% 초산용액에 flavonoid 성분이 다량 함유된 양파의 마른 걸쭉질 10 mesh 분쇄물을 0.5% 첨가하여 20℃에서 140 rpm으로 교반하면서 30분 간격으로 시료를 채취하였다. 채취한 시료는 전처리한 후 HPLC로 분석하여 flavonoid 성분의 추출정도를 조사하였고, 그 결과를 초산발효가 종료된 각각의 양파식초에 적용하여 flavonoid 성분이 보강된 양파식초를 제조하였다.

초산농도에 따른 flavonoid 성분의 안정성 측정

분쇄한 생양파를 methanol : acetic acid : water (10:1:9) 용매에 잘 혼합하여 4℃에서 하룻밤 정치한 후 Whatman No. 1 여지로 감압여과하고 진공 농축하였다. 농축액을 미리 methanol과 증류수로 처리된 Sep-pak C₁₈ cartridge에 loading한 후 7.5% acetic acid가 포함된 methanol로 용출시켜 다시 진공 농축하고 최소한의 용매로 녹여 시료로 사용하였다. 한편 Sephadex LH-20을 methanol에 팽윤시켜

column(2.5 × 50 cm)에 충전하고 BioRad chromatography를 사용하여 시료를 용출 분획하였다(16). 용출조건으로 용매는 7.5% acetic acid가 포함된 methanol을 사용하였으며, flow rate 1 mL/min로 하여 test tube당 15 mL씩 받아 각 분획별로 진공 농축하였다. 분획중 양파식초에 함유된 flavonoid 성분을 확인한 다음에 초산농도를 0~10% 수준으로 처리한 각각의 산 농도에서 분획된 flavonoid인 quercetin diglucoside와 quercetin monoglucoside 별로 각각 산에 대한 안정성을 조사하였다.

결과 및 고찰

양파식초의 이화학적 특성

양파 알콜 발효액을 이용하여 제조한 양파식초(A)와 열처리하여 착즙한 양파즙(B), 생양파즙(C) 및 생양파즙을 중탕 열처리한 양파즙(D)에 4% 주정을 첨가하여 제조한 양파식초(B, C, D)의 산도변화는 Fig. 1과 같다. 80°C에서 10분간 열처리하여 착즙한 액에 주정을 첨가하여 제조한 양파식초(B)가 높은 초산 생성능을 보였으며, 다음은 양파를 열처리하여 착즙한 액을 알콜 발효 후 초산발효한 식초(A)가 발효과정 중의 초산 농도가 높았다. 각 양파식초의 이화학적 특성은 Table 2와 같으며, 초산발효 후의 최종산도는 A가 6.1, B가 6.6이었으며 pH와 산도는 상관관계가 있었다. 색도 L값은 양파식초 A가 가장 높은 값을 나타내었고, a값은 B가, b 값은 양파식초 A가 가장 낮고 양파식초 B가 가장 높았다.

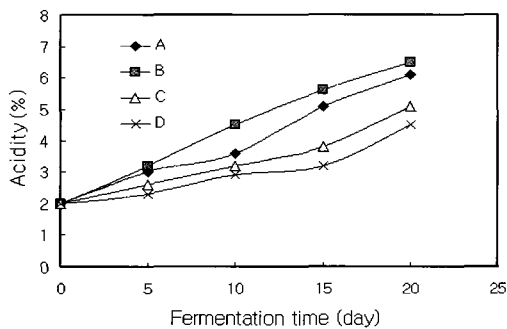


Fig. 1. Changes in acidity of various onion vinegars during vinegar fermentation.

A, B, C, and D : as explained in Table 1.

초산발효에 의한 flavonoids의 변화

처리조건을 달리하여 제조한 양파식초의 발효기간 중 flavonoid 성분의 변화는 Fig. 2와 같다. 양파식초의 total flavonoid 함량은 발효 초기에 5.8~18.0 mg%로 시료마다 차이가 컸다. 즉, 착즙 전에 80°C로 10분간 열처리한 후 주정을 첨가하여 제조한 양파식초(B)가 5.8 mg%로 가장 낮았고, 알콜 발효시켜 제조한 양파식초(A)는 13.8 mg%이

Table 2. Physicochemical characteristics of various onion vinegars

Sample ¹⁾	pH	Acidity (%)	Hunter Color		
			L	a	b
A	3.69	6.1	24.6	0.63	5.86
B	3.60	6.6	22.3	4.63	8.89
C	3.72	5.8	23.8	2.20	8.43
D	3.80	4.5	23.8	0.57	7.00

¹⁾A, B, C, D : as explained in Table 1.

었으며, 생양파즙(C)과 생양파즙을 80°C에서 10분간 중탕하여 주정을 첨가한 양파식초(D)간에는 차이가 적었으며 total flavonoid 함량이 가장 높았다.

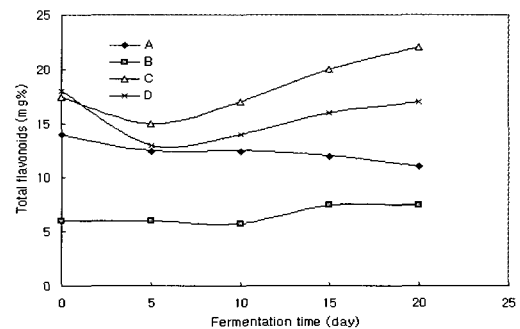


Fig. 2. Changes in total flavonoids of various onion vinegars during vinegar fermentation.

A, B, C, and D : as explained in Table 1.

Price 등(17)은 양파를 80°C로 열처리하여 flavonoid 성분 변화를 조사한 결과 quercetin diglucoside, quercetin monoglucoside 등의 배당체가 약 25% 감소하였는데 이는 열처리에 의한 분해보다는 가열수로 유출된 것으로 보았으나, Crozier 등(18)은 열처리한 양파가 뜨거운 물에 의해 양파조직에서 quercetin glycoside가 추출되어 열처리 중에 quercetin으로 분해되는 것으로 보고하였다.

전반적으로 발효 20일 동안 total flavonoid에 quercetin diglucoside가 가장 큰 영향을 끼쳤고, 알콜 발효한 양파식초(A)의 total flavonoid 함량은 발효기간 중 큰 변화가 없었으나 13.8 mg%에서 11.0 mg%로 다소 감소하였고, 이는 rutin과 quercetin diglucoside가 발효기간이 증가할수록 감소하여 영향을 끼친 것으로 판단된다(Fig. 3). 열처리한 양파 착즙액에 주정을 첨가한 양파식초(B)의 flavonoid는 발효 10일까지 quercetin diglucoside가 5.7 mg%에서 5.6 mg%로 거의 변화하지 않다가 발효 15일에 7.7 mg%로 증가하였다. 생양파즙으로 제조한 양파식초(C)는 발효기간이 경과할수록 total flavonoid가 17.2 mg%에서 최종 27.1 mg%로 크게 증가하였으나, 생양파즙을 중탕 열처리하여 만든 양파식초는 발효기간 동안 18.0 mg%에서 8.2 mg%로 감소하여 대조

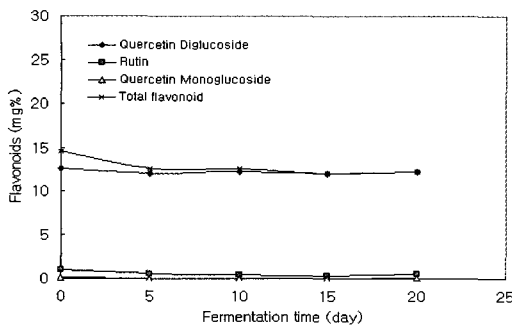


Fig. 3. Changes in flavonoids of onion vinegar A during vinegar fermentation.

A, B, C, and D : as explained in Table 1.

를 보였다(자료 미제시).

즉, 여러 양파식초 중 생양파즙을 이용하여 제조한 양파식초의 경우, flavonoid 성분중 quercetin diglucoside 함량이 크게 증가한 것은 발효 중에 생성되는 산의 농도 증가로 양파즙의 침전물에 존재하는 quercetin glucoside가 더 많이 용출되었기 때문으로 생각된다. 생양파즙을 중탕 열처리하여 만든 양파식초는 열처리에 의한 단백질 등의 변성으로 발효기간 중 상등액은 맑고 투명하지만 침전물이 생성되었다. 양파식초의 제조에 있어서 원료 양파의 열처리 유무 및 열처리 시기에 따라 flavonoid 함량에 영향을 미치는 정도가 차이가 있음을 시사하였다.

양파 껍질에서 flavonoid의 추출

6% 초산용액에 0.5% 양파껍질을 첨가하여 추출시간의 경과에 따른 flavonoid 함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 양파껍질을 초산용액으로 추출하였을 때 quercetin monoglucoside와 quercetin만이 용출되었고, 추출시간 30분에 quercetin monoglucoside는 0.59 mg%, quercetin은 0.39 mg% 이었다. 추출시간 90분에는 quercetin monoglucoside와 quercetin 함량이 각각 0.66, 0.49 mg%로 최대를 보였으며, 90분 이후에는 추출시간의 경과에 따른 변화가 없었다.

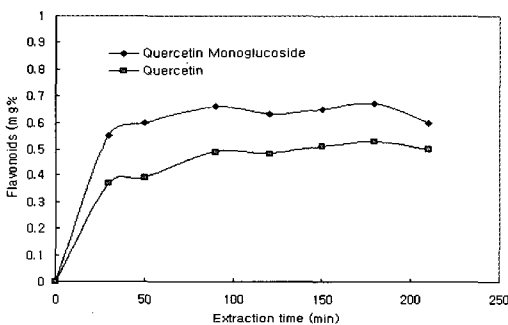


Fig. 4. Effects of extraction time on the contents of quercetin monoglucoside and quercetin in 6% acetic acid added with 0.5% onion-dry scale.

양파껍질 첨가에 의한 양파식초 중 flavonoid 함량 변화

각각의 완성된 양파식초에 양파껍질을 0.5% 첨가하고 90분간 추출하였을때의 flavonoid 함량변화는 Table 3과 같다. 양파껍질을 양파식초 A-D에 첨가하였을 때 quercetin monoglucoside와 quercetin이 증가하는 경향이었으며, 특히 quercetin은 양파식초 100 mL당 0 µg이었는데 껍질을 첨가한 후엔 48~63 µg 증가하였다. Quercetin은 항산화작용, 관상 심장질환, 고혈압 및 당뇨병 예방 등에 효과가 큰 생리활성 물질(16-19)로 알려져 있는데 quercetin이 많이 함유되어 있는 양파껍질을 양파식초 등의 식품에 첨가하여 이용한다면 기능성 식품소재로 활용도가 높을 것으로 사료된다.

Table 3. Changes in flavonoids of onion vinegars treated with 0.5% onion-dry scale and extracted for 90 min.

Samples ¹⁾	(unit : µg/100 mL)			
	Quercetin monoglucoside		Quercetin	
	Before	After	Before	After
A	38	141	0	48
B	84	175	0	51
C	726	830	0	60
D	1,156	1,258	0	63

¹⁾A, B, C, and D : as explained in Table 1.

초산농도에 따른 Quercetin 배당체 분획물의 함량과 안정성

양파에 존재하는 flavonoid를 Sephadex LH-20 column chromatography를 이용하여 각각의 flavonoid 성분으로 분획하여서 양파식초에 많이 포함된 quercetin diglucoside와 quercetin monoglucoside를 0~10% 초산농도로 처리하여 각각의 flavonoid 별로 초산농도에 따른 안정성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. Flavonoid 함량은 초산 첨가 전의 함량에 대한 상대적인 값으로 나타내었고, 함량차이는 첨가 1개월 후의 값을 초기값에서 빼주는 ΔE 값으로 나타내었다. Quercetin diglucoside는 초산함량이 8%가 되게 첨가할 때가

Table 4. Effect of acetic acid concentration on the stability of quercetin diglucoside and quercetin monoglucoside

Acetic acid concentration (%)	Quercetin diglucoside			Quercetin monoglucoside		
	Initial	After 1 month	ΔE ¹⁾	Initial	After 1 month	ΔE
	0	1.00	1.00	-	1.00	1.00
2	1.00	1.02	+0.02	1.00	0.87	-0.13
4	1.00	0.97	-0.03	1.00	0.72	-0.28
6	1.00	0.93	-0.07	1.00	0.78	-0.22
8	1.00	0.96	-0.04	1.00	0.76	-0.24
10	1.00	0.93	-0.07	1.00	0.55	-0.45

¹⁾ ΔE : after - initial.

지 약간 감소하여 0.90으로 거의 변화가 없었고, 10% 농도 일 때 0.87로 조금 감소하였다. 초산 처리한 quercetin diglucoside는 ΔE 값이 0.02~0.07로 나타났지만 quercetin monoglucoside는 0.13~0.45로 저장 후에는 산에 의한 영향으로 다소 감소하였으며, 특히 10%의 고농도에서는 ΔE 값이 0.45로 변화가 컸다. 이로서 quercetin diglucoside는 quercetin monoglucoside에 비해 산에서 안정함을 알 수 있었고 quercetin 배당체마다 산에 의한 영향이 차이가 있음을 알 수 있었다.

요 약

양파의 냄새를 줄이고 기능성을 살린 식초의 제조를 위한 기초 연구의 일부로서 양파즙에 보당하여 알콜 발효하는 대신에 알콜 발효 없이 양파즙에 에탄올을 첨가한 양파식초의 제조에서 flavonoid 물질의 함량변화, flavonoids를 강화한 양파식초의 제조방법 및 이들 물질의 초산에 대한 안정성을 조사하였다. 양파즙의 식초발효에서 80℃, 10분 열처리하여 착즙한 양파액에 4% 에탄올을 첨가한 양파식초에서 초산생성량이 높았다. Flavonoids의 함량은 생양파즙을 사용한 식초에서 가장 많았다. 양파껍질의 flavonoid 성분 추출을 위해 6% 초산액에서 20℃, 140 rpm으로 교반추출시에 90 분 처리가 적절하였고, 이것을 양파식초에 첨가한 결과 quercetin monoglucoside와 quercetin의 함량이 증가하였다. 양파식초에서 flavonoids의 안정성은 quercetin diglucoside가 quercetin monoglucoside에 비해 안정하였고 quercetin 배당체마다 산에 의한 영향이 차이가 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구논문은 2002학년도 목포대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Yang, J., Meyers, K.J., van der Heide, J. and Lui, R.H. (2004) Varietal differences in phenolic content and antioxidant and antiproliferative activities of onions. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 6787-6793
2. Lee, Y.K. and Lee, H.S. (1990) Effects of onion and ginger on the lipid peroxidation and fatty acid composition of mackerel during frozen storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 19, 321-329
3. Park, P.S., Lee, B.R. and Lee, M.Y. (1993) Effect on onion diet on carbon tetrachloride toxicity of rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 20, 121-125
4. Sheo, H.J., Lim, H.J. and Jung, D.L. (1993) Effects of onion juice on toxicity of lead in rat. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 22, 138-143
5. Kang, S.K., Kim, Y.D., Hyun, K.H., Kim, Y.W., Song, B.H., Shin, S.C. and Park, Y.K. (1998) Development of separating techniques on quercetin-related substances in onion (*Allium cepa* L.). 1. Contents and stability of quercetin-related substances in onion. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 682-686
6. Kim, Y.D., Kang, S.H. and Kang, S.K. (1996) Studies on the acetic acid fermentation using *Maesil* juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 25, 695-700
7. Kim, S.K., Lee, G.D. and Chung, S.K. (2003) Monitoring on fermentation of persimmon vinegar from persimmon peel. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 642-647
8. Seo, J.H., Kim, Y.J. and Lee, K.S. (2003) Comparison of physicochemical characteristic of fruit vinegars produced from two-stage fermentation. *Food Indust. Nutr.*, 8, 40-44
9. Park, Y.K., Jung, S.T., Kang, S.G., Park, I.B., Cheun, K.S. and Kang, S.K. (1999) Production of a vinegar from onion. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 27, 75-79
10. Shin, J.S., Lee, O.S. and Jeong, Y.J. (2002) Changes in the components of onion vinegars by two stages fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 1079-1084
11. Masuda, T. (1994) Development and characteristics of onion vinegar. *Food Sci. (Japan)*, 33, 93-96
12. Horiuchi, J.I., Kanno, T. and Kobayashi, M. (2000) Effective onion vinegar production by a two-step fermentation system. *J. Biosci. Bioeng.*, 90, 289-293
13. Horiuchi, J.I., Kanno, T., Kobayashi, M. and Ebie, K. (2004) Biological approach for effective utilization of worthless onions-vinegar production and composting. *Resources, Conservation, and Recycling*, 40, 97-102
14. Jeong, Y.J., Seo, J.H., Park, N.Y., Shin, S.R. and Kim, K.S. (1999) Changes in the components of persimmon vinegars by two stages fermentation (II). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 233-238
15. Kim, D.H. (1999) Studies on the production of vinegar from fig. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 53-60
16. Lee, C.Y. and Park, Y.K. (1996) Identification of isorhamnetin-4-glucoside in onion. *J. Agric. Food Chem.*, 44, 34-36
17. Price, K.R., Bacon, J.R. and Rhodes, M.J.C. (1997) Effect

- of storage and domestic processing on the contents and composition of flavonoid glucosides in onion (*Allium cepa*). J. Agric. Food Chem., 45, 938-942
18. Crozier, A., Lean, M.E.J., McDonald, M.S. and Black, C. (1997) Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. J. Agric. Food Chem., 45, 590-594
19. Erlund, I. (2004) Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. Nutr. Res., 24, 851-874
20. Davis, W.L. and Matthew, S.B. (2000) Antioxidants and cancer III - Quercetin. Alternative Med. Rev., 5, 196-208
21. Boyer, J., Brown, D. and Lui, R.H. (2004) Uptake of quercetin and quercetin 3-glucoside from whole onion and apple peel extracts by Caco-2 cell monolayers. J. Agric. Food Chem., 52, 7172-7179
-
- (접수 2005년 9월 7일, 채택 2005년 11월 25일)