

# 복분자 발사믹식초 제조를 위한 식초증류공정 도입 가능성 분석

성지연<sup>1</sup>, 이익희<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>극동대학교 임상병리학과 교수, 미생물자원연구소, <sup>2</sup>극동대학교 미디어영상제작학과 교수, 발효연구소

## Analysis of distillation process adoptability for *Rubus coreanus* balsamic vinegar production

Ji-Youn Sung<sup>1</sup>, Ikheui Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Department of Biomedical Laboratory Science, Microbiological Resource Research Institute, Far East University

<sup>2</sup>Professor, Department of Media & Visual Arts, Fermentation Research Laboratory, Far East University

**요약** 본 연구에서는 보다 간단하고 신속한 공정으로 생산량 증가 및 비용절감을 도모할 수 있는 한국형 복분자 발사믹 식초 생산공정 개발을 위한 증류과정 도입가능성을 알아보았다. 증류과정을 통해 생산된 농축식초분획의 발사믹식초로서의 활용가능성과 증류식초분획의 증류식초로서의 활용가능성을 파악하기 위해 증류과정에서 얻어진 식초 분획을 대상으로 총산도, 산도pH 및 비중을 측정하였다. 총산도가 서로 다른 4종류의 식초(총산도: 4.42, 4.84, 5.61, 및 6.35)를 60%까지 증류했을 때 농축식초분획의 총산도는 증류 전 식초보다 평균 38.1% 증가하였다. 특히 최종 농축식초분획의 총산도 및 산도pH는 발사믹식초와 유사한 것으로 나타났다. 한편 증류식초분획 역시 총산도가 증가하여 최종 분획의 총산도는 각각 4.41%, 4.95%, 5.88%, 및 6.72% 이었으며 증류식초로 활용이 가능할 것으로 판단되었다. 본 연구에서는 증류공정을 통해 식초를 효과적으로 농축시킬 수 있을 뿐 만 아니라 동시에 증류식초를 생산할 수 있음을 확인하였다. 그러나 식초분획별로 유기산 함량 및 항산화활성 측정 등 추가적인 생화학적 특성 분석이 이루어져야 증류공정 도입여부를 결정할 수 있을 것으로 사료된다.

**주제어** : 농축식초, 발사믹식초, 복분자, 증류식초, 증류

**Abstract** In our study, we evaluated possibility of distillation process introduction for *Korean Rubus coreanus* balsamic vinegar production development, has a less complicated and more rapid process leading to higher production volumes and cost savings. In order to investigate the applicability of concentrated vinegar fraction (CVF) and distilled vinegar fraction (DVF) obtained from the distillation process as balsamic and distillation vinegar, acidity, pH, and specific gravity (S.G.) were measured for the vinegar fraction obtained from the distillation process. The acidity of final CVF (60% of initial volume) obtained 4 types of vinegar (acidity: 4.42, 4.84, 5.61, and 6.35) were increased mean 38.1%, compared to initial acidities. Especially, acidity and pH of the final CVF was similar to balsamic vinegar. In addition, acidity of DVF also increased and it of the final fraction was 4.41%, 4.95%, 5.88%, and 6.72%, respectively. And it was suggested that the final DVF could be used as distilled vinegar. In this study, it was confirmed that vinegar can be effectively concentrated through the distillation process, and distilled vinegar can be produced at the same time. However, it is thought that the introduction of the distillation process can be decided only after additional biochemical characteristics such as organic acid content and antioxidant activity measurement for each vinegar fraction are analyzed.

**Key Words** : Concentrated vinegar, Balsamic vinegar, *Rubus coreanus*, Distilled vinegar, Distillation

\*This study was supported by 2021 "Research Development Project" of Gochang County's Agricultural Technology Center (No.20212300743).

\*Corresponding Author : Ikheui Lee(ihlee@kdu.ac.kr)

Received July 8, 2021

Accepted September 20, 2021

Revised July 23, 2021

Published September 28, 2021

## 1. 서론

복분자(*Rubus coreanus* Miquel)는 중국과 일본 그리고 우리나라 중·남부지방에서 자생하는 장미과(Rosaceae)에 속하는 다년생 낙엽 활엽성 관목이다. 한 방에서는 검붉은색을 띠는 덜 익은 상태의 복분자 열매를 건조시켜 다양한 방법으로 이용한다. 복분자 열매에는 환원당, 단백질, 지방, 식이섬유, 다양한 유기산, 비타민 C, 칼륨, 철 등의 영양성분과 catechin, gallic acid, quercetin, tannin 등의 유용성분이 풍부하게 함유되어 있다[1-3]. 이러한 유용성분들에 기인하여 복분자 열매는 다양한 생리활성기능을 나타낸다. 면역세포(B and T lymphocyte)의 cytokine 분비량 증가 및 대식세포의 TNF- $\alpha$  생성량 증가를 통해 면역활성을 증가시키고, nitric oxide 생성억제 및 superoxide dismutase를 포함한 항산화 효소계 활성을 상승시켜 항산화활성을 증대시킨다. 또한 testosterone 호르몬 분비를 촉진시키고, B형 간염바이러스의 증식을 억제하며, 탄수화물분해효소 및 지방분해효소의 작용을 저해하여 체중조절효과를 나타낸다. 이러한 복분자 열매를 기능성 식품으로 개발하기 위해 최근 많은 연구가 이루어지고 있고 그중 하나가 복분자를 이용한 양조식초 생산이다[4].

Acetic acid를 포함하는 수용액인 양조식초는 다양한 과일산, 색을 내는 물질, 염과 독특한 풍미와 향을 결정하는 발효산물을 포함한다. 식초는 음식에 첨가되는 기초산미료로 샐러드 드레싱, 마요네즈, 겨자, 케첩, 빵, 통조림 등 많은 가공식품에 사용된다. 또 낮은 산도pH로 미생물의 생장을 지연시키기 때문에 식품 보존과 상처 및 감염 치료에 사용되기도 한다. 게다가 식초는 혈당, 콜레스테롤 및 체지방을 감소시켜 당뇨병 및 성인병 예방에 효과적이고 피로물질인 젖산의 분비를 방지하거나 분해하여 피로 해소에 도움이 되는 것으로 보고되고 있다[5]. 이렇듯 식초의 기능성이 부각 되면서 천연 양조식초 수요는 점차 증가하게 되었고 식초 시장은 더욱 다양화되고 고급화되고 있다.

양조식초는 원재료 및 제조공정에 따라 그 종류가 매우 다양한데 전세계적으로 많이 생산되고 있는 식초에는 발사믹식초(balsamic vinegar), 사탕수수식초(cane vinegar), 샴페인식초(champagne vinegar), 사과식초(cider vinegar), 코코넛식초(coconut vinegar), 증류식초(distilled vinegar), 맥아식초(malt vinegar), 막걸리식초(rice wine vinegar), 셰리식초(sherry vinegar), 스피릿식초(spirit vinegar), 백식초(white vinegar), 와

인 또는 포도식초(wine vinegar or grape vinegar) 등이 있다[5]. 이들 중 유기산이 다량 함유되어 있고 강력한 항산화활성 및 독특한 풍미와 향미를 가지고 있는 발사믹식초는 대표적인 고급 양조식초로 소비자들에게 건강기능식품으로 주목을 받고 있다. 전통적인 발사믹식초(TBV, traditional balsamic vinegar)는 이탈리아 모데나 레지오 에밀리아 마을에서 생산되는 식초로 단맛이 강한 포도 착즙액을 목질과 크기가 다른 나무통에 여러 번 옮겨 담아 숙성시킨 고급 식초이다. 숙성은 식초를 1~2년 간격으로 점점 더 작은 나무통으로 옮기면서 진행되는데 이 과정에서 나무통이 한번 교체될 때마다 식초의 부피가 약 20~30%씩 줄어든다. 효모와 초산균에 의한 발효와 장기간 나무통을 이용한 숙성과정을 통해 자연적으로 식초가 농축되는데 이때 당, 유기산, 폴리페놀성 화합물의 농도가 증가되고, 점도, 밀도, 당도, 총산도가 증가 반면 수분활성도와 산도pH가 낮아지게 된다[6,7].

발사믹식초는 1980년대 미국과 영국에 본격적으로 알려지기 시작했음에도 불구하고 매년 약 11억 유로 규모의 시장을 형성하고 있다. 2017년 조사된 바에 의하면 국내 수입발효식초 중 이탈리아(69.1%) 제품이 가장 많았으며 그 다음으로 미국(18.5%) 제품이 많은 것으로 나타났다. 이탈리아에서 수입되는 대표식초인 발사믹식초는 외식전문업체 뿐만 아니라 일반 가정에서 샐러드를 비롯한 각종 요리에 사용하면서 소비시장이 확장되었다. 미국으로부터 수입되고 있는 발사믹식초는 이탈리아 제품에 비해 단가가 낮아 수입량이 점점 증가하고 있다[8]. 그러나 전통적인 발사믹식초는 제품을 생산하기 위한 최소 숙성기간이 12년 이상으로 시간 소비적이고 노동 집약적이다. 이에 비해 생산량은 매우 적어 소비자가격이 높게 형성되고 있다. 따라서 고가의 발사믹식초 소비는 제한적일 수밖에 없어서 이를 극복하기 위해 상업적인 발사믹식초(industrial 또는 aceto balsamico of Modena)가 개발되었다. 지역적 또는 기술적 제약을 받지 않는 상업적인 발사믹식초는 숙성기간 및 원료가 제조회사마다 다르며 생산과정도 간단하다[9].

본 연구에서는 최소 12년 이상의 숙성기간을 통해 식초를 자연적으로 농축시키는 전통적인 발사믹식초 제조 공정과는 달리, 단기간 내에 식초를 농축시켜 발사믹식초를 생산하는 것이 가능한지 알아보았다. 식초의 주성분인 초산의 끓는점은 물의 끓는점보다 높아 식초를 증류하게 되면 수분은 증발되고 남아있는 식초의 초산 농도는 높아질 것으로 예상하였다. 아울러 증류분획 역시

증류시간이 길어짐에 따라 식초성분의 함유량이 증가하여 증류식초로 활용할 수 있을 것으로 예측하였다. 이를 확인하기 위해 먼저 기존의 방식대로 복분자 양조식초를 제조한 후 복분자 양조식초를 상압하에서 증류하여 농축식초분획(concentrated vinegar fraction, CVF)과 증류식초분획(distilled vinegar fraction, DVF)을 얻었다. 그리고 조건을 달리하여 만들어진 CVF와 DVF의 총산도, pH 및 비중의 비교분석을 통해 한국형 복분자 발사믹식초 생산 공정개발을 위한 증류과정 도입가능성을 알아보았다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

본 연구에서는 2019년 6~7월 전북 고창군에서 수확한 복분자(*Rubus coreanus* Miq)를 파쇄한 후 착즙하여 얻은 복분자원액을 원료로 사용하였다.

### 2.2 주모 및 씨초

주모는 복분자원액에 설탕을 첨가하여 초기 당도를 18 °Brix로 조절한 용액에 *Saccharomyces bayanus* (Prise de Mousse, Rilly-la-Montagne, France)를 접종한 후 30°C에서 48시간 정치 배양하여 제조하였다. 씨초는 주모와 동일한 방법으로 제조한 복분자 알코올 발효액을 여과한 후, 전북 고창의 한 농가에서 분리된 초산균을 접종하여 25~30°C에서 72시간 정치배양하여 제조하였다.

### 2.3 알코올 및 초산발효

초기 당도를 18 °Brix로 조절한 복분자 용액(복분자 착즙액 50%, 설탕, 정제수)에 주모를 총 발효액의 5% (v/v)가 되도록 접종한 후 20~25°C 상온에서 1개월간 발효시켜 복분자 알코올발효액을 제조하였다. 초산발효는 제조한 복분자 알코올발효액으로부터 여과를 통해 고형성분을 제거한 다음 씨초를 총 발효액의 10% (v/v)가 되도록 첨가하여 진행하였다. 발효는 25~30°C 상온에서 45일간 이루어졌으며 이렇게 생산된 복분자 양조식초를 대상으로 증류 및 이화학적 분석을 시행하였다.

### 2.4 증류와 분획

본 연구에서 제조한 복분자 양조식초 원액을 증류수로

희석하여 각각 4.42(V-1), 4.84(V-2), 5.61(V-3), 및 6.35(V-4)의 총산도를 갖는 4종류의 식초를 만든 후 각각의 식초 400 mL를 상압 증류법으로 증류하여 증류식초와 농축식초를 제조하였다. 증류 시작 후 휘발되어 냉각(증류식초)된 양이 20 mL가 될 때마다 새로운 시험관에 담아 각각의 DVF를 얻었으며 동시에 남아있는 잔여 농축식초에서 2 mL씩 채취하여 CVF를 채취하였다. 얻어진 각각의 식초분획을 대상으로 이화학적 분석이 이루어졌다.

### 2.5 총산도(acidity), 산도pH 및 비중(specific gravity)

총산도를 측정하기 위해 시료 1 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 산도pH 8.3이 될 때까지 적정하였으며 총산도는 소비된 0.1 N NaOH 용액의 양을 acetic acid의 양으로써 표시하였다[10]. 식초의 산도pH는 시료 10 mL를 시험관에 분주한 뒤 pH meter (Orion Star A211, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 비중은 비중계(UG-D, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였으며 사용한 시료의 양은 10 µL 이었다.

## 3. 결과

### 3.1 증류시간에 따른 총산도 변화

서로 다른 총산도를 갖는 4종류의 식초(V-1, V-2, V-3, 및 V-4)로부터 얻어진 CVF와 DVF를 대상으로 총산도를 측정한 결과는 Table 1, Fig. 1 및 Fig 2와 같았다. 복분자 양조식초의 CVF 및 DVF 총산도는 4종류의 식초 모두에서 끓이는 시간 즉 증류시간이 길어짐에 따라 점점 증가하는 것으로 나타났다.

4종류의 총산도를 달리한 식초를 각각 증류하여 최초 식초량의 60%(240 mL)를 증류시킨 후 남은 식초의 총산도를 측정한 결과 증류 전 식초의 총산도 보다 CV-1은 1.70%, CV-2는 1.71%, CV-3은 2.20%, 그리고 CV-4는 2.50% 증가한 수치를 보였다. 이 결과는 증류 전 식초와 비교했을 때 각각 38.5%, 35.3%, 39.2%, 및 39.4% 비율로 총산도가 증가했음을 의미한다. 증류식초 역시 증류시간이 길어짐에 따라 총산도가 점점 증가함이 확인되었다. 최초 증류되어 나온 식초보다 마지막으로 증류되어 나온 식초의 총산도가 DV-1은 1.89%, DV-2는 2.00%, DV-3은 2.58%, 그리고 DV-4는 2.62% 상

승하여 각각 4.41%, 4.95%, 5.88%, 6.72% 이었다.

Table 1. Comparison of acidity in concentrated and distilled vinegar fractions

R.V. (mL)	Concentrated vinegar fraction acidity (%)				D.V. (mL)	Distilled vinegar fraction acidity (%)			
	V-1	V-2	V-3	V-4		V-1	V-2	V-3	V-4
400	4.42	4.84	5.61	6.35	0	-	-	-	-
380	4.56	4.95	5.85	6.72	20	2.52	2.95	3.30	4.10
360	4.62	5.04	6.00	6.87	40	2.85	3.25	3.60	4.47
340	4.74	5.13	6.12	7.08	60	3.09	3.48	3.99	4.71
320	4.83	5.22	6.27	7.14	80	3.21	3.57	4.17	4.83
300	4.95	5.35	6.45	7.29	100	3.33	3.69	4.32	4.95
280	5.04	5.49	6.66	7.44	120	3.45	3.81	4.53	5.16
260	5.13	5.58	6.84	7.62	140	3.63	3.90	4.62	5.34
240	5.28	5.73	6.99	7.83	160	3.78	4.14	4.86	5.52
220	5.40	5.91	7.19	8.01	180	3.96	4.29	5.04	5.74
200	5.52	6.09	7.35	8.27	200	4.14	4.47	5.28	6.09
180	5.85	6.33	7.58	8.46	220	4.26	4.56	5.43	6.45
160	6.12	6.55	7.81	8.85	240	4.41	4.95	5.88	6.72

Abbreviations: R.V., Residual volume; D.V., Distilled volume; V. vinegar.

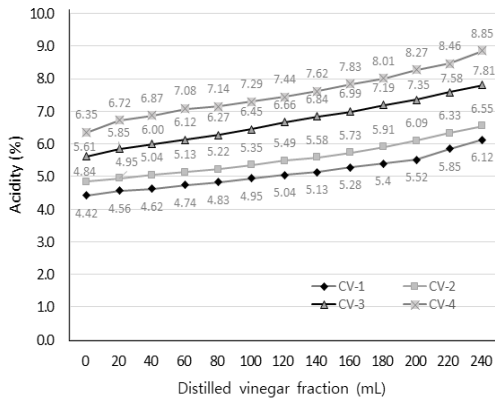


Fig. 1. Acidity change of CVF according to distilling time

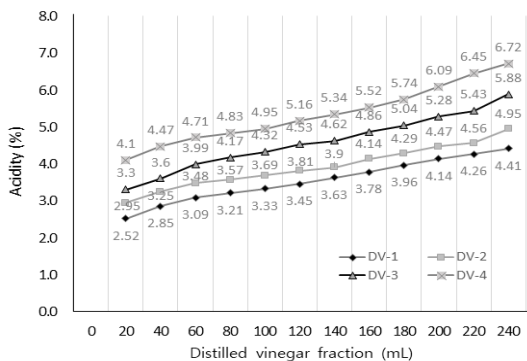


Fig. 2. Acidity change of DVF according to distilling time

### 3.2 증류시간에 따른 산도pH 변화

본 연구에서 제조한 복분자 양조식초 중 최초 총산도 5.61을 나타냈던 식초를 상압증류하여 얻은 CVF와 DVF를 대상으로 산도pH를 측정할 결과는 Table 2 및 Fig. 3과 같았다. 복분자 양조식초의 CVF 산도pH는 짧은 증류시간이 늘어남에 따라 다소 증가한 것으로 나타났다. 최초 식초량의 60%(240 mL)를 증류시킨 후 남은 식초의 산도pH는 2.85로 복분자 양조식초의 최초 산도pH인 2.63보다 0.22 증가하였다. CVF 산도pH와는 달리 DVF 산도pH는 증류시간이 길어짐에 따라 오히려 점점 감소하는 것으로 나타났는데 최초 증류되어 나온 식초의 산도pH(2.53)에 비해 마지막으로 증류되어 나온 식초의 산도pH는 0.3만큼 감소한 2.23이었다.

Table 2. Comparison of acidity, pH and specific gravity in concentrated and distilled vinegar fractions

R.V. (mL)	Concentrated vinegar fraction			D.V. (mL)	Distilled vinegar fraction		
	Ac.(%)	pH	S.G.		Ac.(%)	pH	S.G.
400	5.61	2.63	1.031	0	-	-	-
380	5.85	2.63	1.031	20	3.30	2.53	1.039
360	6.00	2.68	1.031	40	3.60	2.45	1.030
340	6.12	2.70	1.032	60	3.99	2.37	1.021
320	6.27	2.71	1.034	80	4.17	2.34	1.016
300	6.45	2.71	1.035	100	4.32	2.33	1.013
280	6.66	2.74	1.038	120	4.53	2.32	1.011
260	6.84	2.73	1.040	140	4.62	2.30	1.011
240	6.99	2.75	1.044	160	4.86	2.28	1.011
220	7.19	2.77	1.048	180	5.04	2.26	1.011
200	7.35	2.78	1.054	200	5.28	2.24	1.011
180	7.58	2.80	1.062	220	5.43	2.22	1.011
160	7.81	2.85	1.076	240	5.88	2.23	1.012

Abbreviations: R.V., Residual volume; D.V., Distilled volume; Ac. Acidity; S.G., Specific gravity.

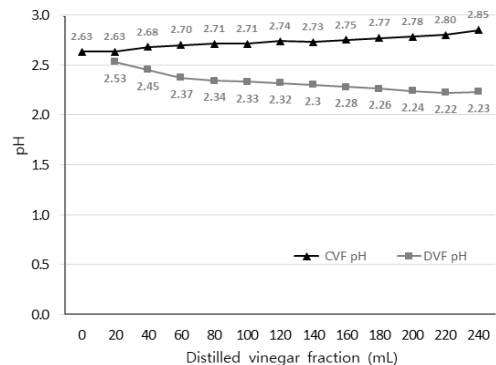


Fig. 3. pH change according to distilling time

### 3.3 증류시간에 따른 비중 변화

복분자 양조식초를 상압증류하여 얻은 CVF와 DVF를 대상으로 비중을 측정할 결과는 Table 2 및 Fig. 4와 같았다. 복분자 양조식초의 CVF 비중은 끓이는 시간 즉 증류시간이 길어짐에 따라 점점 증가하는 것으로 나타났다. 최초 식초량의 60%(240 mL)를 증류시킨 후 남은 식초의 비중은 1.076으로 복분자 양조식초의 최초 비중인 1.031보다 0.045나 증가한 것으로 나타났다. 복분자 양조식초의 DVF 비중은 CVF 비중과는 반대로 증류시간이 길어짐에 따라 점점 감소하여 최초 증류되어 나온 식초의 비중인 1.039보다 마지막으로 증류되어 나온 식초의 비중이 1.012로 0.027 감소한 것으로 나타났다.

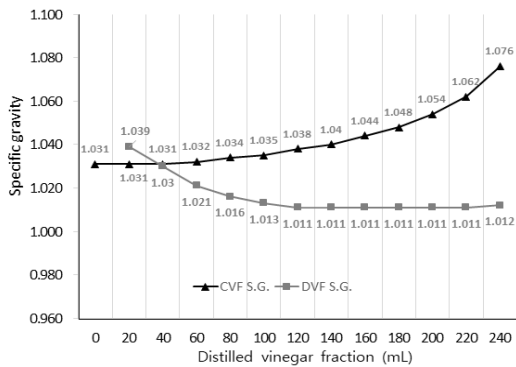


Fig. 4. Specific gravity change according to distilling time

## 4. 고찰 및 결론

천연 원료 고유의 풍미가 살아있는 양조식초는 다양한 미네랄과 유기산을 포함하고 있으며 그 기능성은 3회에 걸친 노벨생리의학상으로 증명되었다. 식초는 음식을 소화·흡수시키는데 도움이 될 뿐만 아니라 콜레스테롤 및 혈당을 낮추고 동맥경화를 예방하며 식중독균에 살균 효과가 있다고 한다. 게다가 젖산 분해 및 분비 방지, 부신피질 호르몬 분비 촉진을 통해 피로 해소, 노화 방지 및 스트레스 해소에 도움을 준다고 한다[11,12]. 이러한 이유로 건강에 도움을 주는 고품질의 양조식초에 대한 소비자의 지속적인 수요증가가 있어왔다. 특히 긴 시간 동안 숙성을 통해 수분이 증발되고 식초가 자연적으로 농축되어 그 맛과 향이 배가되고 유효성분들이 농축되어 있는 전통적인 발사믹식초는 소비자의 욕구를 만족시킬 수 있는 대표적인 양조식초라 할 수 있다. 그러나 전통적

인 발사믹식초를 제조하기 위해서는 많은 시간과 비용이 필요로 되는 자연적인 농축과정을 거쳐야하기 때문에 대량생산이 어렵다[13,14].

본 연구에서는 복분자 양조식초를 원료로 하여 많은 시간과 비용이 드는 자연적인 농축과정대신 증류과정을 통해 발사믹 형태의 농축식초를 제조하였다. 양조식초의 주성분은 acetic acid인데 발효과정으로 생산된 acetic acid를 농축하기 위해 가장 많이 이용되어왔던 방법 중 하나가 증류이다. 현재 다양한 증류방법이 개발되어 acetic acid 농축공정에 응용되고 있다[15]. 저자들은 수분함량이 많은 복분자 양조식초로부터 짧은 시간 동안 수분을 제거하기 위해 식초를 증류하여 농축시켰다. 그리고 증류하여 수분이 제거된 발사믹 형태의 농축식초와 기화되어 나온 증류식초의 이화학적 특성을 비교분석하여 한국형 복분자 발사믹식초의 대량생산을 위한 증류공정 도입가능성을 알아보았다.

복분자 양조식초를 상압증류하여 얻은 CVF와 DVF를 대상으로 총산도, 산도pH 및 비중을 측정할 결과 끓이는 시간 즉 증류시간에 따라 다양한 결과가 얻어졌다. 최초 총산도를 달리하여 만든 4종류의 식초로부터 얻어진 CVF 총산도를 측정할 결과 최초 총산도에 따라 약간의 차이는 있었지만 증류시간이 길어짐에 따라 큰 폭으로 총산도가 증가함이 확인되었다. 특히 마지막 남은 식초의 총산도는 증류 전 식초의 총산도보다 평균 38.1% 증가하였다. 이 결과는 식초의 주성분인 acetic acid의 끓는점이 순수한 물의 끓는점보다 높아 증류과정에서 수분은 증발하고 acetic acid가 농축되었기 때문인 것으로 판단된다. 한편 DVF 총산도도 증류시간이 길어짐에 따라 증가하는 것으로 나타났는데 이는 식초의 총산도가 acetic acid 외에도 다양한 유기산에 의해 결정되며 유기산의 끓는점은 유기산 종류마다 다르기 때문인 것으로 사료된다. 식초를 증류시켜 유기산 분석을 진행했던 이전의 보고에서도 propionic acid는 DVF에서만 검출되었고 acetic acid, formic acid 및 butyric acid는 DVF와 CVF 모두에서 검출되었다고 하였다[16].

CVF의 산도pH 및 비중은 끓이는 시간 즉 증류시간이 길어짐에 따라 모두 증가하는 것으로 나타났다. 최초 식초량의 60%를 증류시킨 후 남은 식초의 산도pH는 최초 2.63에서 0.19 증가하여 2.85이었고 비중은 최초 1.031보다 0.045 상승한 1.076이었다. 이전의 목식초(wood vinegar)를 대상으로 한 연구에서도 증류온도 및 시간에 따라 차이가 있기는 했지만 식초가 농축되면서 비중은 평균 0.06~0.08 정도, 산도pH는 평균 0.2~0.4 정도

증가하였다. CVF에서의 변화와는 반대로 증류시간이 길어짐에 따라 DVF의 산도pH 및 비중은 오히려 점점 감소하는 것으로 나타났다. 특이한 점은 총산도는 CVF가 높은 반면 산도pH는 DVF가 낮다는 것이다. 이 결과는 목식초를 대상으로 한 실험에서도 증명된 바 있는데 DVF의 산도pH가 CVF의 산도pH보다 평균 약 0.5정도 낮았다. 이결과는 DVF와 CVF에 포함되어 있는 유기산의 성분 및 양이 서로 달라서 인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 복분자 양조식초를 증류방법으로 농축하여 총산도, 산도pH 및 비중을 측정하였는데 양조식초를 상압하에서 증류시켜 만든 CVF의 경우 물리적 특성은 기존 보고된 상업용 발사믹식초와 유사한 것으로 나타났다[9]. 이 결과는 한국형 복분자 발사믹식초의 대량생산을 위한 제조공정에 증류를 통한 농축방법의 도입가능성을 시사한다. 게다가 식초를 가열처리(thermal processing) 과정을 통해 농축시킬 경우 맛과 풍미가 향상된다고 보고되고 있다. Shanxi 숙성식초(Shanxi aged vinegar)는 독특한 열처리(85°C, 6일) 과정을 거쳐 생산되는데 열처리 기간 동안 식초에 존재하는 아미노산이 분해되고 아로마화합물이 생성되어 전형적인 풍미와 기능적 특성이 만들어진다고 하였다[17,18]. 목식초의 경우도 증류과정을 통해 생산된 DVF와 CVF는 모두 식초로서의 활용가치가 매우 높으며 가해진 열에 의해 더 많은 페놀성분이 만들어졌다고 하였다[16]. 따라서 식초제조공정에 가열에 의한 증류과정 도입은 식초의 농축효과 뿐만 아니라 맛과 풍미를 향상시킬 수 있는 다양한 성분 생성을 유도하여 차별화된 고품질 식초 생산을 가능하게 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 상압하에서 증류과정을 통해 복분자 양조식초를 농축하였는데 이때 만들어진 DVF와 CVF는 모두 식초로 활용이 가능하며 특히 CVF는 상업적인 발사믹식초와 물리적 특성이 유사한 것으로 나타났다. 따라서 식초제조공정에 식초를 농축시킬 목적으로의 증류과정 도입은 매우 효과적일 것으로 사료된다. 그러나 가열과정에서 생리활성 물질이 변성되거나 파괴될 수 있고 향기성분 및 유기산 손실양이 많아져 식초의 품질이 저하될 가능성이 있다. 그러므로 증류과정 도입여부를 판단하기 위해서는 증류조건에 따라 제조된 식초를 대상으로 유기산 및 총페놀 함량 그리고 항산화활성 등의 생화학적인 특성을 비교분석하는 과정이 뒷받침 되어야 할 것으로 사료된다. 본 연구결과는 단기간에 한국형 복분자 발사믹식초를 대량생산 할 수 있는 제조공정을 개발하는데 중요한 지침이 될 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- [1] K. C. Pang, M. S. Kim & M. W. Lee. (1996). Hydrolyzable Tannins from the Fruits of *Rubus coreanum*. *Korean Journal of Clinical Pharmacy*, 27, 366-370.
- [2] Y. A. Lee & M. W. Lee. (1995). Tannins from *Rebus coreanum*. *Korean Journal of Clinical Pharmacy*, 26, 27-30.
- [3] M. W. Lee. (1995). Phenolic Compounds from the Leaves of *Rubus coreanum*. *Journal of Korean Society of Health-System Pharmacists*, 39, 200-204.
- [4] K. H. Kwon, W. S. Cha, D. C. Kim & H. J. Shin. (2006). A Research and Application of Active Ingredients in Bokbunja (*Rubus coreanus* miuuel). *The Korean Society For Biotechnology And Bioengineering*, 21(6), 405-409.
- [5] S. Bhat, R. Akhtar & T. Amin. (2014). An Overview on the Biological Production of Vinegar. *International Journal of Fermented Foods*, 3, 139-55. DOI:10.5958/2321-712X.2014.01315.5
- [6] F. Masino, F. Chinnici, A. Bendini, G. Montevecchi & A. Antonelli. (2008). A Study on Relationships among Chemical, Physical, and Qualitative Assessment in Traditional Balsamic Vinegar. *Food Chemistry*, 106, 90-95.
- [7] P. Giudici, F. Lemmetti & S. Mazza. (2015). *Balsamic Vinegars: Tradition, Technology, Trade*. Switzerland : International Publishing. DOI:10.1007/978-3-319-13758-2
- [8] Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. (2018). *Status of 2018 Processed Food Market by Category: Fermented Vinegar Market*. Naju : Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation Publishing.
- [9] S. Lalou, E. Hatzidimitriou, M. Papadopoulou, V. G. Kontogianni, C. G. Tsiafoulis, I. P. Gerathanassis & M. Z. Tsimidou. (2015). Beyond Traditional Balsamic Vinegar: Compositional and Sensorial Characteristics of Industrial Balsamic Vinegars and Regulatory Requirements. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 175-184. DOI : 10.1016/j.jfca.2015.07.001
- [10] H. Oh, S. Jang, H. Jun, D. Jeong, Y. Kim & G. Song. (2017). Production of Concentrated Blueberry Vinegar using Blueberry Juice and its Antioxidant and Antimicrobial Activities. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 46(6), 695 ~ 702. DOI:10.3746/jkfn.2017.46.6.695
- [11] Y. J. Jeoung & M. H. Lee. (2000). A View and Prospect of Vinegar Industry. *Food Industry And Nutrition*, 5, 7-12.
- [12] S. H. Kwon, E. J. Jeong, G. D. Lee & Y. J. Jeong. (2000). Preparation Method of Fruit Vinegars by two Stage Fermentation and Beverages including Vinegar.

*Food Industry And Nutrition*, 5, 18-24.

- [13] Mattia G. (2004). Balsamic Vinegar of Modena: from Product to Market Value: Competitive Strategy of a Typical Italian Product. *British Food Journal*, 106, 722-745.
- [14] S. Lalou, E. Hatzidimitriou, M. Papadopoulou, V. G. Kontogianni, C. G. Tsiafoulis & M. Z. Tsimidou. (2015). Beyond Traditional Balsamic Vinegar: Compositional and Sensorial Characteristics of Industrial Balsamic Vinegars and Regulatory Requirements. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 174-184.
- [15] A. Vidra & Á. Németh. (2018). Bio-produced Acetic Acid: a Review. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 62, 245-256.  
DOI:10.3311/PPCh.11004
- [16] J. Ratanapisit, S. Apiraksakul, A. Rerngnarong, J. Chungsiriporn & C. Bunyakarn. (2009). Preliminary Evaluation of Production and Characterization of Wood Vinegar from Rubberwood. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 31(3), 343-349.
- [17] A. Wang, J. Zhang & Z. Li. (2012). Correlation of Volatile and Nonvolatile Components with the Total Antioxidant Capacity of Tartary Buckwheat Vinegar: Influence of the Thermal Processing. *Food Research International*, 49, 65-71.  
DOI : 10.1016/j.foodres.2012.07.020
- [18] A. Wang, H. Song, C. Ren & Z. Li. (2012). Key Aroma Compounds in Shanxi Aged Tartary Buckwheat Vinegar and Changes During its Thermal Processing. *Flavour and Fragrance Journal*, 27, 47-53.

성 지 연(Ji-Youn Sung)

[정회원]



- 2005년 8월 : 충북대학교 미생물학과 (이학석사)
- 2009년 2월 : 충남대학교 의학과(의학 박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 임상 병리학과 교수
- 관심분야 : 미생물학, 발효공학

· E-Mail : azaza72@naver.com

이 익 희(Ikheui Lee)

[정회원]



- 2004년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 미디어 영상제작학과 교수
- 관심분야 : 발효공학, 영상학
- E-Mail : ihlee@kdu.ac.kr