

## 산 · 학 · 연 논문

## 발효식초의 국내외 시장동향 및 연구현황

송 노 을

한국식품연구원 전략기술연구본부 전통식품연구단

## Market Trends and Research Status of Fermented Vinegars

Nho-Eul Song

Research Group of Traditional Food, Research Division of Strategic Food Technology,  
Korea Food Research Institute, Jeonbuk 55365, Korea

## 서 론

최근 소비의 문화는 소득수준이 높아지고 건강한 삶을 추구하면서 음료시장도 로하스(LOHAS), 웰빙(well-being) 등의 건강을 생각하는 기능성 음료로 전환되고 있다. 그중 2000년대에 들어서면서 식초에 대한 건강 기능성이 알려지고 소비자의 인식이 건강기능을 증진시키는 웰빙 기능성 음료로 변화하면서 발효식초의 수요가 급증하였다. 국내의 음용식초로는 감, 사과, 레몬, 석류, 포도, 파인애플, 머루, 복분자, 오미자 등을 사용한 과일식초가 주를 이루고 있지만 최근 식초 시장에서는 지역 특산물을 활용한 프리미엄 자연발효식초나 유기농 원료 및 첨가물이 없는 건강한 식초의 수요가 증가함에 따라 더욱 고급화 및 다양화되려는 경향을 보인다.

발효식초의 초산은 젖산을 분해하여 피로를 해소하고 지방을 분해하여 비만을 방지하는 기능을 한다고 알려져 있으며, 구연산을 비롯한 다양한 유기산과 비타민, 미네랄 등은 인체의 면역력 증강, 콜레스테롤 억제, 혈압강하 등 성인병 예방에 효과적이다. 그 외에도 소화 흡수 촉진, 항산화 활성, 노화방지, 당뇨병 예방 등의 생리활성 기능이 보고되었다. 최근에는 국내는 물론 미국, 일본 등에서도 식초의 다이어트 및 미용에 효과가 있다고 알려지면서 인기를 얻고 있으며 산도와 당도는 낮추고 마시기 쉬운 음료에 가까운 제품의 개발이 이루어지고 있다.

세계 식초 시장은 이탈리아의 발사믹 식초, 중국의 곡류 식초, 일본의 흑미 식초, 미국의 사과식초 등이 시장의 대부분을 차지하고 있다. 이탈리아의 발사믹 식초는 세계 식초 시장의 34%를 차지하고 있으며, 최근 중국에서 소비자들이 식초를 건강식품으로 인식함에 따라 연평균 식초 시장이 3.1%의 성장률을 보이고 있어 국내에서도 중국에 수출하기 위한 식초 제품을 개발하고 있다(식품산업 통계정보, 2018a). 일본은 식초의 건강기능성에 대한 홍

보와 소비자의 요구를 수용한 식초 제품 마케팅으로 식초의 인기가 꾸준한 성장세를 이어가고 있다.

식초 음료의 품질평가에 기본이 되는 지표를 도출한 결과, 기능성이 식초 음료를 평가하는 가장 중요한 지표로 나타났다(Kim 등, 2016). 또한, 소비자들은 식초의 피로회복, 다이어트, 골다공증 예방에 대하여 높게 평가하였지만, 식초의 숙취 예방, 혈압 및 혈당강하, 변비개선 및 정장작용에 대해서는 낮게 평가하여 식초의 효능에 대한 인식변화가 필요한 것으로 생각된다(성과 정, 2013). 더불어, 발효식초에 대한 연구는 기능성 성분, 효능 활성뿐만 아니라 미생물 군집분석, 종균을 사용한 발효기술 향상, 발효 조건변화 등이 있지만 최근에는 식초의 초산발효에 의해 변화되는 주요 대사체(Kim 등, 2021)나 향기 성분 분석(신 등, 2020)을 통해 식초의 숙성 정도를 판단하는 지표성분을 제시하고 품질을 향상시키기 위한 기초자료를 마련하는 연구 등이 진행되고 있다.

따라서 본 원고에서는 발효식초의 국내외 시장동향과 연구현황에 대해 살펴보고 향후 발효식초 제품 개발 및 시장의 활성화를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 발효식초의 정의 및 분류

식품공전 기준 발효식초의 정의는 조미식품의 하위품목인 식초의 식품유형 중 하나로써 과일·곡물술덧(주요), 과일주, 과일착즙액, 곡물주, 곡물당화액, 주정 또는 당류 등을 원료로 하여 초산발효한 액과 이에 과일착즙액 또는 곡물당화액 등을 혼합·숙성한 것을 말한다(식품의약품안전처, 2019). 발효식초는 전통식품 중 하나로도 분류가 되는데, 전통식품 표준규격에 ‘곡물식초(T054)’와 ‘과실식초(T065)’가 명시되어 있으며, 해당 식초 모두 발효식초로 분류된다.

원료별 발효식초의 종류는 곡물식초와 과일식초로 나뉘는데 곡물식초는 곡물에 누룩, 물 등을 가하여 알코올 발효, 초산발효, 숙성 및 여과 등의 공정을 거쳐 제조한

것을 말하고, 과일식초는 잘 익은 과실을 원료로 하여 수세, 발효, 숙성 및 여과과정 등을 거쳐 제조한 것으로 정의한다(국립농산물품질관리원, 2017).

식초의 발효법별 종류는 완속법과 급속법으로 나뉜다. 완속법은 정치법(수평발효)과 오를레앙스법으로 나뉘는데, 정치법은 과즙을 용기에 넣어 밀폐하지 않고 개방하여 자연발효시키는 방법이며, 오를레앙스법은 발효조에 발효액과 알코올, 중초를 넣어 온도를 유지하면서 식초를 생성하는 방법이다. 완속법과 달리 급속법은 심부발효법이라고도 하며 산소를 기계적으로 주입시켜서 신속히 발효, 여과하여 식초를 제조하는 방법이다(식품의약품안전처, 2019).

### 국내외 발효식초 시장 현황

#### 국내 과일식초 시장 현황

최근 5년간 발효식초의 수출액은 2013년부터 2017년까지 195만 달러에서 1,026만 달러로 약 5.3배 증가하였으며, 수출량은 1,027톤에서 5,954톤으로 약 5.8배 증가하였다(식품산업통계정보, 2018a). K뷰티 열풍이 확산되면서 미용과 다이어트용으로 음용식초 수출이 늘어났으며 일본, 미국, 중국 3개국에 수출되는 양이 전체의 83.4%를 차지한다.

식초 소매시장 규모는 음용식초의 시장 규모가 52.4%에서 38.0%까지 지속적으로 감소하면서 2014년 1,029억 원에서 2017년 944억 원으로 8.3% 감소한 반면 조미식초는 2014년 490억 원에서 2017년 585억 원으로 19.5% 증가하였는데, 이는 조미식초가 피로 회복, 살균제, 피부미용 등에 다양하게 활용되고 있기 때문으로 분석된다(그림 1).

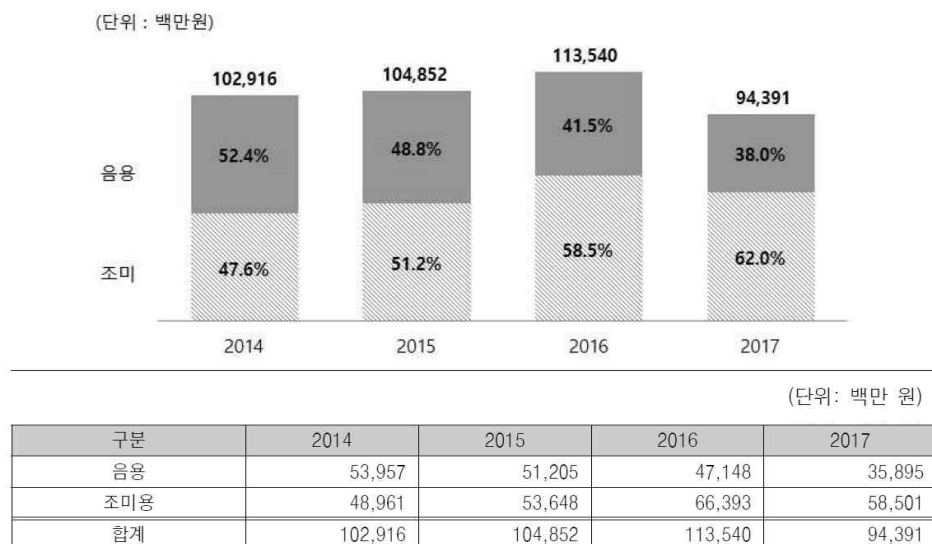
발효식초 소비시장 제품은 주로 다이어트 및 이너뷰티

목적의 웰빙 자연발효식초로 곡류뿐만 아니라 과일류인 감, 파인애플, 사과, 석류, 복분자, 블루베리 등을 발효하여 제조한 음용식초가 주를 이루고 있다.

발효식초 관련 인증 및 제도로는 HACCP과 전통식품 품질인증제도가 있으며 발효식초는 HACCP 인증 28건, 전통식품품질 인증품목은 감식초, 곡물식초, 과일식초로 곡물식초 2개 업체, 과일식초는 총 5개 업체가 인증을 받았다(국립농산물품질관리원, 2017).

#### 중국의 식초 시장 현황

중국 내 식초 제품은 간장, MSG 다음으로 높은 규모로 시장 규모는 연평균 성장률(CAGR)이 2006~2016년까지 10.3%에 이르며, 4대 명초 제품인 ‘장수성’, ‘산시성’, ‘사천성’, ‘푸젠성’이 가장 많이 소비되고 있다. 4대 명초의 주재료는 밀, 보리, 완두와 같은 곡물을 사용하고 발효 기간(3개월~3년)과 발효 방식에 따라 다양하다. 중국의 식초 제품은 쌀 식초, 흰색식초, 전통식초, 참쌀식초, 특색 있는 식초, 오래 묵은 식초, 과일식초의 7가지로 분류되는데 그중 과일식초 음료 시장 규모는 2017년 기준 약 88억 위안으로 2013년부터 2017년까지 5.6%의 연평균증가율을 보였다. 2022년에는 약 118억 위안까지 증가할 것으로 예상되어 향후 5년간 연평균 성장률이 4.7%를 기록할 것으로 전망된다(그림 2). 중국 지역 내 과일식초 음료 제품의 브랜드는 50여 종에 달하며 전 지역의 70% 이상을 점유하는 브랜드는 주로 광둥 지역에 분포되어 있다. 과일식초 음료의 종류는 대부분이 사과식초 음료이며(그림 3), 뷰티 및 피부관리, 면역강화, 다이어트 등의 효능에 대한 인지도가 높고 건강한 성분의 제품을 선호하는 고소득자의 젊은 여성 소비자가 주요 소비층으로 과일식초 시장의 전망은 긍정적으로 예상된다(식품산업통계정보, 2018b).



\* AC닐슨 소매점 매출액 데이터

그림 1. 식초 소매시장 규모. 출처: 식품산업통계정보, 2018a.

(단위: 백만 위안)

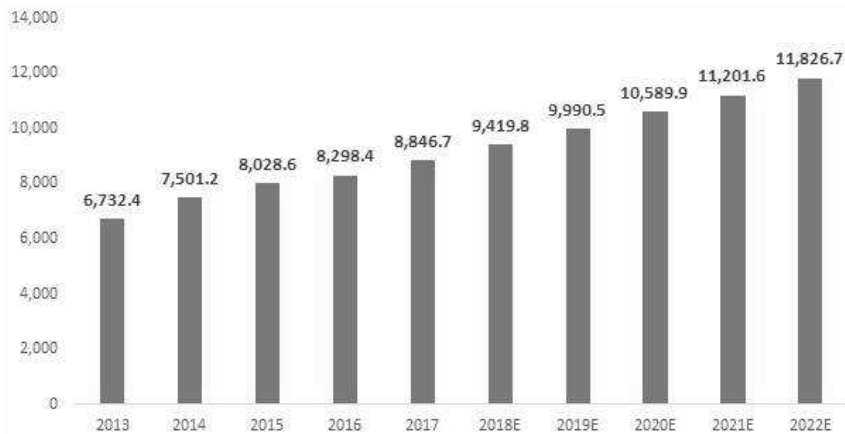


그림 2. 중국 과일식초 음료 시장 규모 및 추이(Euromonitor International). 출처: 식품산업통계정보, 2018b.



그림 3. 중국의 발효식초(좌) 및 과일(사과)식초(우).



그림 4. 일본의 웰빙 흑초음료(좌) 및 간단 식초(우)(Mizkan사).

### 일본의 식초 시장 현황

일본에서도 미용과 건강에 관심이 많은 젊은 여성과 주부를 중심으로 마시는 식초에 관한 관심이 여전히 높아 식초 시장 규모가 다시 증가세를 보이고 있다(농식품수출정보, 2019). 일본에서 음용식초 제품 판매량이 2012년부터 잠시 주춤하였지만, 최근 ‘초산’의 건강기능 효능이 이슈화되면서 2017년 기준 음용식초 시장은 2014년 대비 107억 엔으로 30% 증가하였고, 매출의 70% 이상이 흑초 관련 제품이라고 보고하였다(식품산업통계정보, 2018a). 일본의 식초는 양조식초, 흑초, 합성식초로 분류되어있는데 세계적인 곡물발효식초인 가고시마 흑초는 쌀 또는 보리, 누룩, 천연 암반수로 발효하여 1년 이상 장기 숙성한 천연 식초로 200년 이상 이어져 내려온 전통 방식으로 용기를 사용하여 식초를 발효한다.

일본의 음용식초는 블루베리, 레몬, 석류, 사과, 망고 등을 혼합한 주스에 가까운 음료를 제조하여 소비층을 확산시켰으며 총 50여 종이 넘는 다양한 종류의 과일 음용식초를 판매 중이다(농식품수출정보, 2015). 또한, 포도 식초를 사용한 맥주(샷포로 맥주), 블루베리 식초에 우유를 첨가한 요구르트형 식초나 망고 식초에 탄산을 넣어 만든 칵테일(OSUYA) 등 다양한 종류의 식초 음료 제품이 판매되고 있다(식품산업통계정보, 2018a). 조미용 소스도 소비 상승세를 보이는데, 간편 식초양념인 ‘간단 식초’(그림 4), ‘락교 식초’, ‘초밥용 식초’(Mizkan사)나 과일 식초가 들어간 드레싱(Kewpie사)으로 소비자들

의 식초에 대한 간편성과 활용도에 대한 인지도를 높여 인기를 얻고 있다.

식초 음료 시장의 성장은 소비자의 건강 수요뿐만 아니라 ‘식초의 힘’이라는 슬로건으로 식초의 효능을 꾸준히 어필하는 전략도 하나의 성공 이유라고 할 수 있다. 또한, 식초 음료를 기능성 표시 식품으로 등록하여 판매하는 제품이 30여 종이며 식초에 함유되어 있는 초산과 구연산의 기능성을 ‘내장 지방을 감소하는 기능’, ‘피로 회복 및 긴장을 푸는 효과’로 제품에 표시하여 소비자들의 인지도를 높였다.

### 이탈리아의 식초 시장 현황

국내에서 수입하는 발효식초의 주요 수입국은 이탈리아이며, 대부분 발사믹 식초이다. 발사믹 식초 시장은 매년 11억 유로 규모의 시장을 형성하고 있으며 2017년에는 식초 수출량이 125백만 리터로 최대 규모에 달했다.

발사믹 식초는 이탈리아 모데나 지방에서 발효 숙성한 전통식초로 최고급 포도로 즙을 내어 와인처럼 숙성시킨 천연 식초이며 비타민, 미네랄이 풍부하고 건강에 좋은 효능이 보고되면서 일반 소비자들에게도 선호도가 높다. 포도즙을 가열하여 농축시킨 후 1~2년 간격으로 총 5종류의 나무통으로 옮기면서 12년 이상 장기간 숙성하는 고품질 포도발효식초로 식초의 품질유지를 위해 유럽연합으로부터 원산지 명칭 보호(Denominazione di Origine Protetta, D.O.P) 인증을 받고 있을 만큼 엄격한 품질관



그림 5. 25년산 Extra Vecchio 발사믹 식초.

리제도로 관리하고 있다. 3년 이상 숙성된 식초를 I.G.P (Indicazione Geografica Protetta), 12년 이상 숙성된 식초를 D.O.P로 구별하며, 12년 이상의 것은 Affinato(흰색), 25년 이상의 것은 Extra Vecchio(금색)로 구별한다(그림 5).

이탈리아 식초 제조사 ‘ACETUM’에서는 Private label 용으로 고객의 요구에 따라 형태, 포장, 조리법을 달리하여 제공함으로써 고객 맞춤형으로 최고급 품질의 특별한 식초를 제공하고 있다. 그 외에도 다양한 과일 펄프가 함유된 식초, 식초 글레이즈 드레싱, 유기농 재료를 사용하거나 매운맛이 첨가된 식초 등이 판매되고 있다(김과 김, 2013).

#### 미국의 식초 시장 현황

미국의 식초는 애플 사이드 식초가 가장 일반적이며 드레싱이나 음료 형태로 이용되고 있다. 식초 판매 시장 규모는 2016~2017년까지 약 6억 달러 규모이고 그중 발사믹 식초가 14%를 차지한다. 이러한 경향은 미국 소비자들의 당류 무첨가, 글루텐프리를 선호하는 특성에 따라

오일과 소금을 대체하는 소스로 발사믹 식초에 대한 관심이 높아지고 있기 때문으로 사료된다. 또한, 유기농 재료에 대한 소비자들의 수요가 높아짐에 따라 미국 농무부의 유기농 인증을 획득한 유기농 코코넛 식초(DYNAMIC HEALTH, INC)를 제조하여 판매하고 있으며, 비타민이 풍부하고 산도가 낮아(2.9%) 부드러운 맛을 갖는 것이 특징이다(식품산업통계정보, 2018a).

#### 발효식초의 특허동향

발효식초 관련 특허분석 결과 2009~2020년까지 전체 874건의 특허가 검색되었으며 2014년부터 특허 출원이 증가하면서 2018년에는 287건으로 가장 많은 특허가 출원되었다(그림 6)(Derwent Innovation, Clarivate Analytics). 이후 2019~2020년에는 215건에서 156건으로 특허 출원이 감소하는 경향을 보인다. 특허 출원 주요 국가는 중국 > 한국 > 일본 > 브라질 순이며 중국이 721건으로 전체 특허 출원 건의 82%를 보유하고 있고 한국은 121건으로 14%의 특허를 보유하고 있다.

특허 출원인 중 상위 3개 출원인은 중국 기업으로 발효식초 특허의 46%를 보유하고 있었다(그림 7). 상위 10개 출원인 중 국내 출원인은 기업 1개로 유일(8%)했으며 상위 출원인의 대부분이 중국 기업 또는 대학이다.

특허 정보를 활용하여 발효식초 관련 특허 경향을 등고선지도로 작성한 결과, composite fruit vinegar, persimmon vinegar, wheat bran, fertilizer, plastic cloth 등의 테마가 도출되었다. 한국 특허의 경향은 composite fruit vinegar, produce vinegar, acetic acid, acetic acid bacterium, inoculate, persimmon vinegar, quality 분야에서 특허를 출원한 것으로 분석되었다(그림 8)(Derwent Innovation: ThemeScape Map proprietary algorithm, Clarivate Analytics).

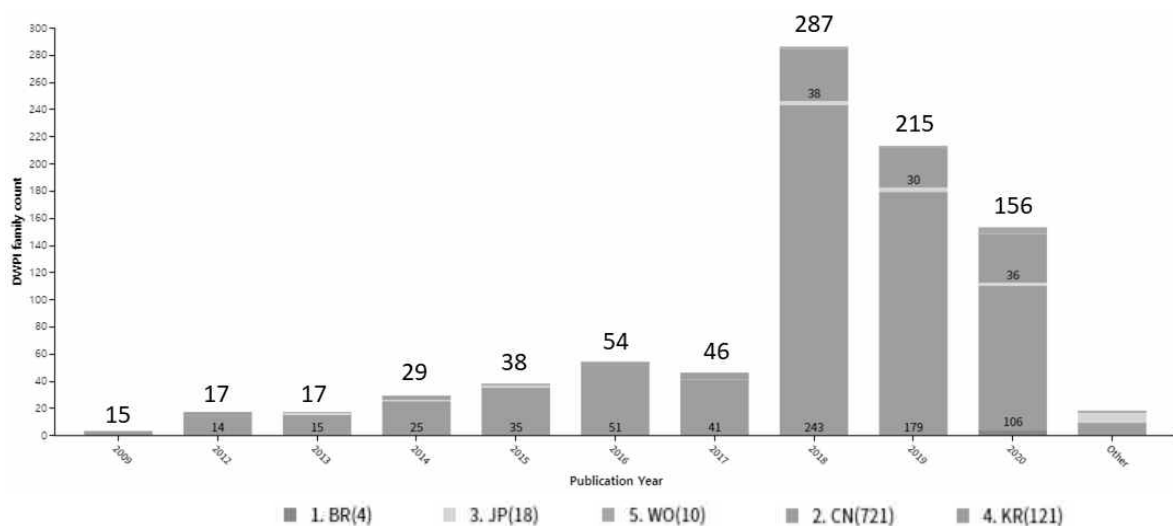


그림 6. 발효식초 관련 연도별/국가별 특허 출원 현황.

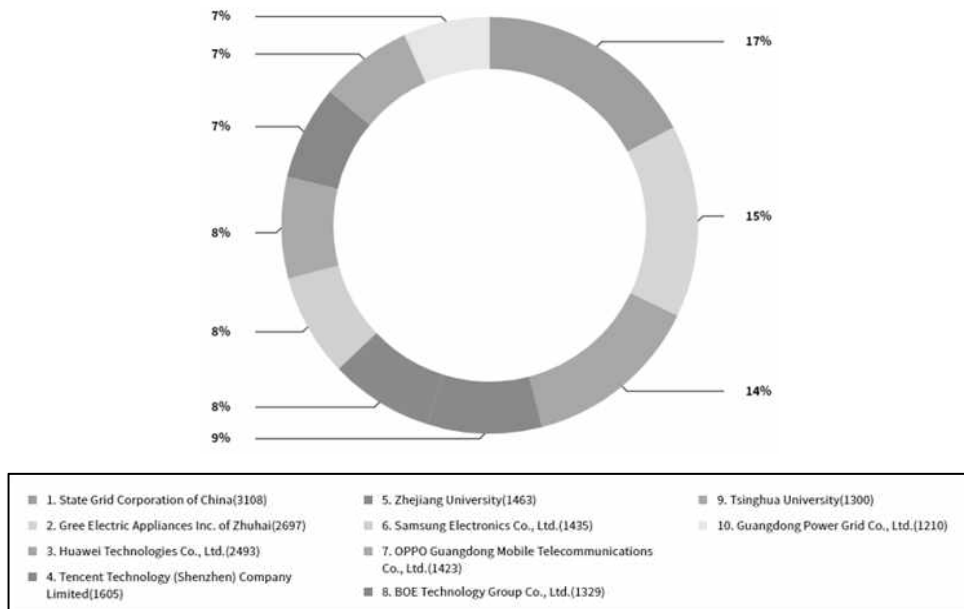


그림 7. 발효식초 관련 주요 특허 출원인.



그림 8. 발효식초 관련 특허의 등고선 지도.

## 발효식초의 연구동향

### 건강기능성

식초는 체내 생리활성 기능으로 다이어트 및 피부미용에 탁월하며 식중독균 살균, 성인병 예방, 부신 피질 호르몬을 촉진하여 스트레스를 감소시키는 등의 인체에 유익한 기능성 효과가 알려지면서 웰빙 음료 시장에서 효과적으로 자리매김하였으나, 대다수의 소비자는 아직 식초의 기능성에 대하여 인식이 부족한 것으로 생각된다. 따라서 국내 발효식초에서 피로 회복, 콜레스테롤 저하, 체지방 감소, 숙취해소, 면역증강 효과 등이 보고된 기능성에 대하여 살펴보고자 한다.

국내 발효 매실 식초는 동물 실험에서 간 및 근육에서 러닝 지구력과 글리코겐 축적을 개선함과 동시에 피로 관련 혈청 바이오 마커를 낮추었는데, 이는 매실 식초에서 분석된 항산화 활성과 페놀산인 protocatechuic acid, syringic acid, chlorogenic acid 및 그 유도체와 같은 생리 활성 성분들이 피로 회복 개선에 기여했기 때문이라고 설명하였으며 식초가 피로를 개선할 수 있는 기능성 소재임을 밝혔다(Kim 등, 2020). 또한, 함초 식초의 투여군에서는 락테이트 및 ATP 대사가 증가하여 근육 크레아틴 키나아제와 락테이트 탈수소 효과의 활성을 촉진시키고 암모니아, 락테이트, 무기산과 같은 혈청 피로 바이오 마커는 유의적으로 감소시켜 항피로 효과를 확인하였다

(Cho 등, 2016).

토마토 식초는 지방 세포(3T3-L1)의 분화 및 지질 축적을 억제하였고, 고지방 식이를 먹인 쥐의 내장 지방 무게, 간 중성 지방, LDL-콜레스테롤 수치를 현저하게 낮추고 HDL-콜레스테롤과 총 콜레스테롤의 비율을 높여 토마토 식초가 항비만 치료제 또는 기능성 식품으로 사용될 수 있음을 보고하였다(Lee 등, 2013).

오이 식초에서는 급성으로 알코올을 투여한 흰 쥐의 간 조직에서 알데히드 탈수소효소 활성을 높여 혈장 중 아세트알데히드 농도를 효과적으로 감소시키는 결과를 통해 오이 식초의 숙취해소 효과를 증명하여 기능성 식품 소재로의 활용성을 증명하였다(Hong 등, 2012).

전통 발효식초인 감식초로부터 특이다당류를 분리하고 화학적 특성 및 면역증강활성을 분석한 결과, 분리·정제된 주요 다당인 PV-1b-I이 중앙세포에 대한 세포독성을 증가하는 것을 확인하였으며, 비특이적 면역계에 중요한 역할을 하는 보체계에 농도 의존적인 활성화 경향을 보였다(Hwang과 Shin, 2008).

## 발효 종균

초산균은 종류에 따라 초산을 생성하는 능력이 다르며 초산 함량을 좌우하는 품질관정의 지표로 이용되므로 우수한 초산균의 특성을 이해하는 것은 산업적으로 매우 중요하다(Baek 등, 2014). 초산균은 대사 특성에 따라 초산과 젖산을 재산화시킬 수 있는 *Acetobacter* 속 및 *Gluconacetobacter* 속과 알코올보다 당을 더 선호하며 초산을 재산화시킬 수 있는 능력이 없는 *Gluconobacter* 속으로 분류되어 있다. *Acetobacter* 속 계열의 초산균은 식초 제조에 주로 이용되고 있으며(Ho 등, 2017) 식초의 종류나 발효시기에 따라 우점하는 미생물이 달라진다. 따라서 식초의 원료에 따라 발효기간 동안 미생물의 분포양상을 살펴보았으며 식초의 알코올발효 및 초산발효 기간에 미생물 분포양상은 식초의 원료에 따라 다른 것으로 알려져 있다.

발효식초인 감식초, 토마토 식초, 복분자 식초의 미생물 양상은 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*가 알코올 발효 기간에 우점하고, 초산발효 기간에는 *A. malorum*, *Gluconacetobacter saccharivorans*, *A. pasteurianus*가 우점하는 양상을 나타낸다고 보고하였다(표 1).

이와 같은 미생물 분포양상과 더불어 최근에는 균균을 달리하여 발효한 식초의 품질 특성을 비교하는 연구가 진행되고 있다. Baek 등(2016)은 사용한 초산균에 따라

품질 특성에 차이가 있는 것을 확인하였는데 *A. pasteurianus*로 발효한 옷 식초에서 가장 빠르게 산도가 증가하였지만, 초산 수율은 *A. malorum*과 *Ga. entanii*를 접종한 식초에서 높게 나타났다. 초산균에 따른 옷 식초의 전자코를 이용한 향기패턴은 뚜렷한 차이를 보였으며 *A. malorum* V5-7로 발효한 옷 식초에서 향과 전반적인 기호도가 높은 경향을 보였다. 이 등(2019)은 3종류의 초산균을 이용한 꾸지뽕 발효식초 중 *A. pasteurianus* A37과 B7 균주로 발효한 식초에서 다양한 종류의 휘발성 향기성분을 생성하는 것을 확인하였다. Eom 등(2019)은 아로니아 자연발효액으로부터 분리한 *A. pasteurianus* YJ 9-1로 아로니아 식초를 제조하였을 때, 높은 알코올 분해력과 총 폴리페놀 함량을 확인하여 고효율의 기능성 식초를 제조할 가능성을 제시하였다.

## 대사체 연구

최근 국내 발효식초에 관한 연구로 식초의 알코올발효 및 초산발효에 의한 대사체 변화 규명 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

토마토 식초 대사산물의 함량에 더 큰 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 GC/MS 기반 대사체학 접근법을 사용하여 알코올발효(AF) 및 초산발효(AAF)를 비교한 결과, 식초 발효 중 대사 산물인 ethylene glycol, malonic acid, glutamic acid, glutaric acid, linoleic acid, butyric acid, glycerol monostearate의 수준이 AF보다 AAF의 영향을 더 많이 받는 것으로 나타났다. 또한, 식초의 최종 대사산물 생산은 효모 및 초산균의 종류, AF 및 AAF의 온도에 따라 다르게 나타나는데, 이러한 결과는 발효 조건을 조절하여 식초에 포함된 각 대사산물의 함량을 원하는 수준으로 변경할 수 있음을 시사한다(Kim 등, 2021).

*A. pasteurianus* A11-2를 사용하여 도라지(*Platyodon grandiflorum*)의 껍질을 벗긴 것과 껍질을 벗기지 않은 뿌리를 사용하여 식초를 제조하고, 발효 15일 동안 도라지 식초의 대사체 분석과 RAW 264.7 대식세포를 사용하여 항균 및 면역 강화 효과를 평가한 연구에서 도라지 식초의 주요 대사산물은 유기산으로 분석되었으며, 주요 휘발성 화합물은 ethyl acetate, isoamyl acetate, 1-pentanol, hydroxypropanoic acid, malonic acid로 나타났다. 껍질을 벗기지 않은 뿌리를 발효시켰을 때, 대식세포에서 높은 항균 및 면역 강화 효과를 관찰하여 껍질이 있는 도라지 뿌리가 식초 및 건강식품 개발에 효과

표 1. 식초 종류별 발효에 관여하는 미생물

식초 종류	관여 미생물		참고문헌
	효모	박테리아	
Persimmon vinegar	<i>S. cerevisiae</i>	<i>A. malorum</i> , <i>Ga. saccharivorans</i>	Hidalgo 등(2012)
Tomato vinegar	<i>S. cerevisiae</i>	<i>Acetobacter</i> spp.	Lee 등(2013)
Black raspberry vinegar	<i>S. cerevisiae</i>	<i>A. pasteurianus</i>	Song 등(2016)

적이라고 보고하였다(Gil 등, 2020).

최 등(2018)은 지역에서 생산된 과일을 사용하여 식초를 제조하는 과정에서 초산발효에 의하여 변화되는 주요 대사체 및 향기성분을 조사하였다. 그 결과, 머루·복분자 식초에서는 초산발효에 의하여 L-alanine의 함량 변화가 가장 크게 변화하였으며, 초산은 전체 향기성분 함량의 43%를 차지하였고, 초산발효 후 ethyl acetate, isoamyl acetate 등의 에스테르 화합물의 함량이 증가했다고 보고하였다. 오미자·막걸리 식초의 경우 초산발효에 의하여 linalool, hexanoic acid 등이 생성되었고 테르펜류 화합물이 41.5%로 대부분을 차지하였다. 머루·복분자 식초의 경우와 유사하게 L-alanine의 함량 변화가 가장 큰 것으로 나타났다.

### 향기성분 분석

식초 발효 후 최종 제품의 향기성분에 관한 연구는 소비자의 관능적인 특성과 소비에 중요한 부분으로 작용하는 요소이다. 또한, 원재료의 발효 정도나 숙성기간에 따른 향기성분 패턴의 데이터베이스를 구축한다면 발효 품질 제어에 유용하게 사용 가능할 것으로 예상된다.

신 등(2020)은 옥수수를 사용하여 식초를 제조한 후 초산발효 및 숙성에 의해 변화되는 주요 향기성분을 조사하였다. 옥수수 술에서 가장 높은 함량을 나타낸 2-phenylethanol은 전체 휘발성 성분의 약 27%를 차지하였으나, 초산발효 후 15% 수준으로 감소하였다. 주성분 분석 결과 옥수수 술과 옥수수 식초는 초산발효 및 숙성 기간에 따라 향기성분 패턴의 차이가 확인되었다. 초산발효 이후, 초산이 약 50%를 차지하여 가장 함량이 높은 것으로 나타났다. 그다음으로 2-phenylethanol, diethyl succinate 순서로 높았다. 장미향을 나타내는 ethyl phenylacetate와 과일향을 나타내는 diethyl succinate 등 에스테르 화합물의 향기 활성가가 높게 나타나 이들 성분이 초산발효 후 식초의 향기 특성에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다(신 등, 2020).

숙성기간에 따른 감식초의 휘발성 성분을 알아보기 위하여 3~25년간 숙성한 감식초를 SPME-GC-MS로 분석한 결과, 숙성기간에 따라 휘발성 성분에 차이가 나타났다. 총 90종의 휘발성 성분이 동정되었고, 전반적으로 산류와 에스테르류의 함량이 높았으며 그다음으로 케톤류와 알코올류의 함량이 높았다. 알코올류 중 ethanol은 3년 숙성한 감식초(PV-3)에서만 분석되었다. 숙성기간에 따른 감식초의 휘발성 성분을 비교해 보면, 숙성기간이 짧았던 감식초(PV-3)에서 휘발성 성분의 함량이 가장 높았고 acetic acid, ethanol과 ethyl acetate의 함량이 휘발성성분의 대부분을 차지하였다. 이와 대조적으로 숙성기간이 길었던 감식초(PV-15, PV-22와 PV-25)에서는 ethanol이 검출되지 않았으며, ethyl acetate도 낮은 함량으로 검출되었다. 휘발성 성분의 조성은 비교적 숙성기간이 길었던 감식초(PV-15, PV-22와 PV-25)에서는

산류의 함량이 가장 높았으며 숙성기간이 짧았던 감식초(PV-3)에서는 에스테르류의 함량이 가장 높았다. 숙성기간이 증가할수록 산류, 알코올류와 에스테르류의 함량이 감소한 반면, 알데하이드류와 케톤류의 함량은 증가한다고 보고하였다(Chung 등, 2019).

현미식초의 유기산 및 휘발성 화합물에 대한 다양한 누룩 함량 및 발효 방법(AV, 교반 배양에서 발효된 식초; SV, 정적 배양에서 발효된 식초)의 영향을 조사하였을 때, SV에서 누룩의 함량이 높을수록 acetic acid, oxalic acid, tartaric acid 및 malic acid의 함량은 증가했으며, acetic acid, isoamyl acetate, phenethyl acetate 및 phenethyl alcohol을 포함하여 식초 품질에 영향을 미칠 수 있는 휘발성 화합물이 AV에 고농도로 존재했다. 누룩의 양과 발효 유형에 대한 감각 점수의 유의적 차이는 관찰되지 않았지만 전자코 분석에서는 다양한 샘플을 효과적으로 구별할 수 있는 가능성을 확인하였다(Lee 등, 2012).

### 결론

우리나라의 음용식초 시장은 건강에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 2005년부터 성장세였으나 원료의 다양성 결여, 간편 소비 대체 음료의 등장, 높은 산미와 당 함량에 대한 우려 등으로(Kim 등, 2016) 2011년 이후로 소비가 감소하고 있다. 반면, 중국과 일본은 꾸준한 성장을 보인다. 일본에서는 2014년에 식초 시장이 주춤하던 시기에 식초의 기능성에 대한 활발한 홍보로 소비자들의 인식 제고에 힘썼고 흑초를 베이스로 한 음료, 간편하게 마실 수 있는 과일첨가 음용식초와 소비자의 니즈를 파악하여 편리성, 간편성을 높인 요리용 간편 조미소스를 개발하여 소비자들에게 큰 호응을 얻었다. 음용과 조미용 식초 외에도 식초가 함유된 맥주, 요구르트형 식초, 식초 각테일 및 드레싱 등을 제조하여 다양한 제품군을 출시함으로써 소비자들에게 넓은 선택폭을 제시하였다. 이러한 제품 개발로 현재까지(2020년 기준) 4년 연속 시장이 성장하고 있으며 더불어 한국의 과일 발효초까지 높은 매출을 나타내고 있다. 중국 식초 시장은 제품 특성이 뚜렷한 지역별 전통 제조 방식의 식초 제품을 생산하고 있어 현지 내에서 수요가 높다. 또한, 오랜 전통을 이어오는 식초 제조공정을 거쳐 꾸준한 품질관리로 제품에 대한 신뢰도를 높이고 있다. 전 세계 식초 시장의 34%를 차지하는 이탈리아 발사믹 식초는 12년 이상의 장기간 숙성을 거친 고품질 포도발효식초를 전통방식으로 소량 생산하여 명품 식초로의 명성을 유지하고 있다. 이와 같이 해외 식초 시장의 글로벌 트렌드를 국내 식초 음료 제품 개발에 적용하여 소비 증진을 도모하는 연구가 시급한 실정이다.

식초 음료의 품질평가지표 개발 결과, 식초의 기능성을 중요 지표로 생각하는 반면 식초의 기본적인 맛인 신맛은 회피하는 경향을 보였다. 이러한 문제를 해결하기 위해

무첨가제, 유기농 원료를 사용하여 산미와 설탕의 함유량을 줄이면서 부드러운 풍미를 증진시키는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 하지만 현재 음용식초 개발을 위한 맛이나 관능에 관한 연구는 미비한 실정이다.

국내 식초 시장도 해외의 사례를 바탕으로 1) 국내 식초 산업 현황에 맞는 세부적인 인증제도 도입을 통한 품질관리 개선, 2) 새로운 기능성 및 생리활성물질 연구, 3) 소비자 니즈에 맞는 다채로운 맛의 제품 개발, 4) 발효 공정 최적화, 5) 품질관리, 6) 마케팅 및 홍보의 구체화를 통해 향후 발효식초 시장의 활성화를 위한 방안을 모색해야 할 시기이다.

### 참고문헌

- Baek SY, Kim JS, Mun JY, Lee CH, Park YK, Yeo SH. Quality characteristics of detoxified *Rhus verniciflua* vinegar fermented using different acetic acid bacteria. *Korean J Food Preserv.* 2016. 23:347-354.
- Baek SY, Park HY, Lee CH, Yeo SH. Comparison of the fermented property and isolation of acetic-acid bacteria from traditional Korean vinegar. *Korean J Food Preserv.* 2014. 21:903-907.
- Cho HD, Lee JH, Jeong JH, Kim JY, Yee ST, Park SK, et al. Production of novel vinegar having antioxidant and anti-fatigue activities from *Salicornia herbacea* L. *J Sci Food Agric.* 2016. 96:1085-1092.
- Chung WC, Baek HH, Shin DH. Changes in volatile compounds of persimmon vinegar during aging. *Korean J Food Sci Technol.* 2019. 51:438-446.
- Eom HJ, Yoon HS, Kwon NR, Jeong YJ, Kim Y, Hong ST, et al. Comparison of the quality properties and identification of acetic acid bacteria for aronia vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2019. 48:1397-1404.
- Gil NY, Gwon HM, Yeo SH, Kim SY. Metabolite profile and immunomodulatory properties of bellflower root vinegar produced using *Acetobacter pasteurianus* A11-2. *Foods.* 2020. 9(8):1063. <https://doi.org/10.3390/foods9081063>
- Hidalgo C, Mateo E, Mas A, Torija MJ. Identification of yeast and acetic acid bacteria isolated from the fermentation and acetification of persimmon (*Diospyros kaki*). *Food Microbiol.* 2012. 30:98-104.
- Ho CW, Lazim AM, Fazry S, Zaki UKHH, Lim SJ. Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food Chem.* 2017. 221:1621-1630.
- Hong SM, Moon HS, Lee JH, Lee HI, Jeong JH, Lee MK, et al. Development of functional vinegar by using cucumbers. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2012. 41:927-935.
- Hwang YC, Shin KS. Characterization of immuno-stimulating polysaccharides isolated from Korean persimmon vinegar. *Korean J Food Sci Technol.* 2008. 40:220-227.
- Kim EJ, Cho KM, Kwon SJ, Seo SH, Park SE, Son HS. Factors affecting vinegar metabolites during two-stage fermentation through metabolomics study. *LWT-Food Sci Technol.* 2021. 135:110081. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110081>
- Kim J, Ko JY, Yoo E. The development of quality evaluation index of vinegar beverage -Using Delphi Method and Analytical Hierarchical Process (AHP)-. *Culi Sci & Hos Res.* 2016. 22:288-301.
- Kim JH, Cho HD, Won YS, Hong SM, Moon KD, Seo KI. Anti-fatigue effect of *Prunus mume* vinegar in high-intensity exercised rats. *Nutrients.* 2020. 12(5):1205. <https://doi.org/10.3390/nu12051205>
- Lee JH, Cho HD, Jeong JH, Lee MK, Jeong YK, Shim KH, et al. New vinegar produced by tomato suppresses adipocyte differentiation and fat accumulation in 3T3-L1 cells and obese rat model. *Food Chem.* 2013. 141:3241-3249.
- Lee SW, Yoon SR, Kim GR, Woo SM, Jeong YJ, Yeo SH, et al. Effect of *nuruk* and fermentation method on organic acid and volatile compounds in brown rice vinegar. *Food Sci Biotechnol.* 2012. 21:453-460.
- Song NE, Cho SH, Baik SH. Microbial community, and biochemical and physiological properties of Korean traditional black raspberry (*Robus coreanus* Miquel) vinegar. *J Sci Food Agric.* 2016. 96:3723-3730.
- 국립농산물품질관리원. 「전통식품 표준규격」 제·개정(안) 전문. 2017년 10월. p 128, 141.
- 김충재, 김인중. 발효식초시장의 급성장 그리고 강원도. 정책 메모. 강원발전연구원. 2013. 제247호.
- 농식품수출정보. 2015 농식품 해외시장 맞춤형조사: 일본 음용식초 시장조사. 한국농수산물유통공사. 2015. p 12.
- 농식품수출정보. 일본, 식초 시장규모 3년 연속 성장. 2019 May 7. Available from: [https://www.kati.net/board/exportNewsView.do?board\\_seq=88344&menu\\_dept2=35&menu\\_dept3=71](https://www.kati.net/board/exportNewsView.do?board_seq=88344&menu_dept2=35&menu_dept3=71)
- 성나혜, 정용진. 식초 음료의 기능적 특성에 관한 소비자 인식. *식품산업과 영양.* 2013. 18(1):37-42.
- 식품산업통계정보. 2018 가공식품 세분시장 현황: 발효식초 시장. 한국농수산물유통공사. 2018a. p 2-102.
- 식품산업통계정보. 2018 농식품 해외시장 맞춤형조사: 중국 과실식초. 한국농수산물유통공사. 2018b. p 16-25.
- 식품의약품안전처. 식품공전해설서: 식품별 기준 및 규격. 2019. p 251.
- 신인웅, 박은희, 최영환, 류수진, 신우창, 김명동. 숙성에 의한 옥수수 식초의 향기 성분 변화. *한국미생물·생명공학회지.* 2020. 48:90-97.
- 이수정, 김순희, 김소영, 여수환. 초산균 종류에 따른 꾸지뽕 발효식초의 품질 특성. *한국식품저장유통학회지.* 2019. 26: 766-776.
- 최찬영, 박은희, 류수진, 신우창, 김명동. 발효 과일식초의 대사체 분석 및 향기 특성. *한국미생물·생명공학회지.* 2018. 46:416-424.