

Quality characteristics of fermented vinegar prepared with *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) extract

Ji Hyeon Shin¹, Min Jung Kang¹, Hee Uk Byun¹, Won Yoel Bea²,
Jeong Yeon Shin³, Weon Tack Seo³, Jine Shang Choi³, Jung Hye Shin^{1*}

¹Namhae Garlic Research Institute, Namhae 52430, Korea

²Artemisia Argyi H Agricultural Association Corporation, Namhae 52432, Korea

³Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Korea

섬애약썩 주정 추출물로 제조한 발효식초의 품질특성

신지현¹ · 강민정¹ · 변희옥¹ · 배원열² · 신정연³ · 서원택³ · 최진상³ · 신정혜^{1*}

¹(재)남해마늘연구소, ²섬애약썩영농조합법인, ³경남과학기술대학교 식품과학부

Abstract

This study was carried out to investigate the quality characteristics of vinegars containing jaceosidin and eupatilin using *Artemisia argyi* H. ethanol extract (AEE). 10% malt extract (ME) and water extract of *Artemisia argyi* H. (AWE) were also prepared for vinegar production. Three kinds of materials were mixed in the same amount to prepare vinegar as follows; CO (ME, water, 18% edible ethanol), SE (ME, water, and AEE), SW (ME, AWE, and 18% edible ethanol) and SM (ME, AWE, AEE). All samples were fermented by *Acetobacter pasteurianus* A8 at 30°C for 25 days and analyzed at 10, 15, 20 and 25 days. The pH decreased significantly during the fermentation. pH was lower in SE and SM than CO and SW. The acidity increased significantly during the fermentation, and was highest in SM (4.44%) at 25 days of fermentation. The concentration of acetic acid was higher than other organic acids for all vinegars. Jaceosidin and eupatilin were not detected in both CO and SW, but both were detected in the SE and SM. At 25 days of fermentation, jaceosidin and eupatilin concentrations in SE and SM were 6.49-6.88 mg/kg and 2.23-2.24 mg/kg, respectively. From these results, we confirmed that production of vinegar containing jaceosidin, eupatilin and phenolic compounds can be prepared by using *Artemisia argyi* H. edible ethanol extract.

Key words : *Seomaeyaksuk*, jaceosidin, eupatilin, vinegar, acetic acid fermentation

서 론

식초는 오랜 역사를 지닌 전통 발효식품으로 음식을 조리할 때 신맛을 내게 하는 조미료로 사용되는 것은 물론 짠맛, 단맛 등의 음식 맛을 부드럽게 하며 특유의 향미를 부여한다(1). 또한, 생체 내에서 호기적으로 쉽게 분해될 수 있고, 생리적 상태에 따라서 필요한 물질로 쉽게 전환

될 수 있으며, 필요한 미량금속이 염으로 흡수될 수 있어 최근에는 영양학적으로 다량 섭취가 권장되고 있다(2). 초산을 주성분으로 하여 각종 유기산류, 당류, 아미노산류, 에스테르류 등을 함유하고 있으며, 이와 같은 식초 성분들은 젖산분해 촉진, 콜레스테롤 저하, 체지방 감소 및 식품성분 내의 비타민 C 보호 작용 등의 효능이 있는 것으로 보고되고 있다(3). 식초의 품질은 원료의 종류, 사용 균주, 발효 조건, 제조방법 등에 따라 크게 달라지며, 이에 따라 초산 함량, 유기산과 아미노산의 조성 등 식초의 화학성분도 영향을 받는 것으로 알려져 있다(4).

썩은 국화과(Compositae) 썩속(*Artemisia*)에 속하는 다년생 초본으로 한국, 중국, 일본 등 아시아 지역과 유럽 등지에 널리 분포하고 있으며(5), 우리나라에는 40여종의 *Artemisia*

*Corresponding author. E-mail : whanbee@daum.net

Phone : 82-55-860-8947, Fax : 82-55-860-8960

Received 5 June 2017; Revised 23 August 2017; Accepted 24 August 2017.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

속이 자생하고 있는 것으로 보고되어 있다(6). 이 중 대표적인 쑥 품종으로는 뽕쑥, 산쑥, 개똥쑥, 개사철쑥, 사철쑥, 더위지기, 맑은대쑥, 참쑥, 인지쑥, 황해쑥, 제비쑥 등이 있으며, 이들의 주요 화합물이나 생육특성 및 생리활성이 서로 상이하다(7).

섬애약쑥(*Artemisia argyi* H.)은 해풍과 풍부한 일조량 등으로 쑥 재배에 적합한 기후조건을 갖추고 있는 경남 남해군에서 자생되고 있는 황해쑥의 일종으로 '섬애(Saomae)쑥'이란 품종 명으로 산림청 품종보호등록(제 42호, 2013.09.27.)된 자원이다(8). 섬애약쑥에 함유되어 있는 페놀 화합물은 높은 라디칼 소거 및 과산화지질 억제활성을 가지는 것으로 보고되어 있으며(9), 국내의 다른 약쑥에 비해 eupatilin은 약 20% 정도, jaceosidin은 약 2배정도 더 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(10). Eupatilin과 jaceosidin은 약쑥의 기능성 성분으로 eupatilin은 위궤양과 장질환, 위암치료 및 체장, 간질환 치료에 효과적인 대표적 약리성분으로 알려져 있으며(11), jaceosidin은 강력한 항산화력과 함께 항암, 항염증 작용을 갖는 것으로 보고되고 있다(12). Park 등(12)은 약쑥의 기능성 성분인 jaceosidin이 제 1형 당뇨병에서 간의 항산화 효소계를 활성화시킴으로써 공복혈당을 낮추고, 인슐린 민감성을 증가시켜 당뇨병이나 당뇨로 인한 합병증 예방 및 치료에 활용될 수 있을 것으로 보고하였으며, Ha 등(8)은 섬애약쑥 60% 에탄올 추출물이 eupatilin과 jaceosidin 등의 페놀 화합물에서 기인되는 항산화 효과들로 뇌 신경세포 보호효과와 AChE (acetylcholine esterase) 억제 효과 등이 있다고 보고한 바 있다. 이 외에도 섬애약쑥과 관련하여 Choi 등(13)의 채취시기 및 가공방법에 따른 섬애약쑥의 이화학적 특성과 항산화 활성, Hwang 등(10)의 섬애약쑥의 이화학적 특성 및 생리활성, Hwang 등(14)의 건조 및 침출조건에 따른 섬애약쑥 침출물의 항산화활성, Kang 등(9)의 전처리 방법을 달리한 섬애약쑥 에탄올 추출물의 이화학적 특성 등에 대해 연구가 진행되어 있으나, 가공품 및 발효식품 등에 식품 원료로서의 활용도를 높이기 위한 관련 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 섬애약쑥을 이용한 발효 식초 개발 및 그 품질특성을 검증하기 위한 연구를 수행함에 있어 에탄올 추출물에 존재하는 섬애약쑥의 유효성분인 jaceosidin과 eupatilin이 식초의 숙성 완료 후에도 일정량 이상 잔존 가능 여부를 확인하고자 섬애약쑥 70% 주정 추출물과 물 추출물의 혼합 여부를 달리하여 식초를 발효시키면서 발효 기간별 시료를 취하여 이화학적 특성 변화를 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

섬애약쑥(*Seomaeyakssuk*, *A. argyi* H.)은 6월에 채취하여

이물질을 제거한 후 흐르는 물에서 2회 세척한 다음 통풍이 잘 되는 그늘진 곳에서 하루에 한번 씩 뒤집어 주면서 완전 건조 한 후 총 길이 3 cm 이내로 절단한 다음 160°C 정도에서 30분 건열 덩어리 처리하여 실험용 재료로 사용하였다. 전처리된 섬애약쑥 추출에 사용된 주정은 우리주정(주)사의 95% 발효주정을 사용하였다.

초산 균주 및 종배양

초산균은 본 연구진이 식초로부터 분리·동정한 후 보관 중인 *Acetobacter pasteurianus* A8 균주를 사용하여 GYCEA (3% glucose, 0.5% yeast extract, 1% CaCO₂, 4% ethanol, 1.5% agar) 배지에서 계대배양하며 사용하였다. 종배양은 엿기름 200 g을 정제수 1 L에 현탁시켜 60°C에서 2시간 동안 당화시킨 후 여과하여 제조한 엿기름 당화액에 접종하여 30°C의 진탕배양기(IS-971RF model, Jeiotech Co., Seoul, Korea)에서 160 rpm으로 3일간 진탕배양 하였다.

식초 제조용 추출물의 제조

전 처리된 섬애약쑥 중의 유효물질인 jaceosidin과 eupatilin의 추출 조건 확립을 위하여 섬애약쑥 10 g에 0, 25, 50, 75, 100%로 농도를 달리한 에탄올을 가하여 100 mL로 정용한 다음 30분간 진탕 추출한 후 여과지(Filter paper, No. 2, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 것을 다시 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 jaceosidin과 eupatilin 분석용 시료로 하여 HPLC-DAD(Agilent 1260, Agilent technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다(하단 분석법 참조). 분석결과는 Table 1과 같이 jaceosidin과 eupatilin은 추출 용매 중 주정의 함유 비율이 높을수록 더 높은 함량이었는데, 용매의 주정 농도가 50%일 때에 비해 75%일 때 이들의 용출률이 가장 크게 증가하였으므로 이들 성분이 적정량 함유되어 있으면서 식초 제조시 사용량, 경제성 및 처리의 용이성 등을 고려하여 70% 주정을 식초 제조를 위한 섬애약쑥 추출용매로 선정하였다.

섬애약쑥 주정추출액은 섬애약쑥 무게 대비 30배의 70% 주정을 가하여 24시간 정치 추출한 다음 여과하여 식초의 제조시 주정 농도 조절에 용이하도록 대용량 농축기(R-220,

Table 1. Jaceosidin and eupatilin contents of ethanol extract from *Seomaeyakssuk* (*Artemisia argyi* H.)

| Item | Ethanol concentration (%) | | | | |
|------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 0 ¹⁾ | 25 | 50 | 75 | 100 |
| Jaceosidin | ND | 9.2±0.3 ^{2)a3)} | 38.2±0.9 ^{b)} | 80.4±1.8 ^{c)} | 112.1±2.1 ^{d)} |
| Eupatilin | ND | 3.8±0.1 ^{a)} | 21.1±0.8 ^{b)} | 42.3±1.2 ^{c)} | 69.3±1.6 ^{d)} |

¹⁾Ethanol not contained water extract.

²⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{3)a-d)}Means with different superscript in the same item are significantly different at p<0.05.

Buchi Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)로 알코올을 제거해 알코올 농도를 18%로 조절된 것을 섬애약쑥 주정추출액으로 사용하였다. 물추출액은 섬애약쑥에 무게대비 20배의 물을 가하여 24시간 정치 추출한 후 여과하여 제조하였다. 맥아추출액은 맥아에 부피대비 10배의 물을 가하여 교반하면서 5시간 추출하여 사용하였다.

섬애약쑥 주정 추출액의 첨가여부에 따른 식초의 제조

섬애약쑥 식초 제조를 위한 추출물의 비율은 Table 2와 같이 맥아추출액, 정제수 및 주정을 동량으로 혼합한 것을 대조군(CO)으로 하였으며, 맥아추출액, 정제수, 섬애약쑥 주정추출액을 혼합한 것을 SE, 맥아추출액, 섬애약쑥 물추출액과 18% 주정을 혼합한 것을 SW, 맥아추출액, 섬애약쑥의 물추출액과 주정추출액을 혼합한 것을 SM군으로 구분하여 각각의 발효기질을 제조하였다. 알코올 농도를 6%로 조절된 각각의 발효기질 3 L에 중배양한 초산균액을 3% 접종하고, 30°C에서 정치배양 하였다. 발효가 진행되면서 숙성 7-9일 이후에 초산균의 생육을 확인할 수 있는 균막이 생성되어 발효 10일부터 5일 간격으로 25일까지 시료를 취하여 이화학적 특성을 분석하였다.

색도 측정

색도는 색차계(Ultra Scan VIS, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA)로 측정 후 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 나타내었다. 각 실험군별로 5개 이상의 시료에 대한 색도를 측정하였으며, 이때 사용된 표준 백판의 L 값은 99.41, a 값은 -0.19, b 값은 -0.06이었다. 전체적인 색차를 나타내는 ΔE 값은 Hunter-Scofield식($\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)으로 산출하였다.

pH 및 산도

pH와 산도는 시료 5 g에 증류수를 가해 50 mL로 만든 다음 잘 혼합한 후 여과지(filter paper, No. 2, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 여액을 자동적정기(G20 compact titrator, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)로 동시에 측정하였다. 적정산도는 0.1 N NaOH 용액으로 시료액의 pH가 8.4가 될 때까지 적정하여 초산 양으로 환산하였다.

유리당 함량 분석

시료 5 g에 3차 증류수 30 mL를 가하고, 30분간 sonication 하였다. 여과지로 여과한 후, 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 HPLC-ELSD(Agilent 1260 infinity, Agilent, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. 분석용 column은 cosmosil sugar-D (4.6×250 mm, Nacalai Tesque Inc., Kyoto, Japan)를 사용하였고, 이동상은 water와 acetonitrile을 3:7(v/v)의 비율로 혼합한 것을 사용하였다. 이동상의 속도는 1.0 mL/min, 시료 주입량은 10 μ L, 검출기는 ELSD(Agilent 1260 ELSD, Agilent)를 사용하였고, 분석조건 온도는 30°C, 가스는 질소를 사용하였다.

유기산 함량 분석

각각의 시료를 여과지로 여과 후 시료액을 일정량 취하여 0.45 μ m membrane filter로 여과한 다음 HPLC-DAD(Agilent 1260, Agilent technologies)로 분석하였다. 분석용 컬럼은 Watchers 120 ODS-BP(4.6×250 mm, 5 μ m, Watchers, Daiso Chemical Co., Tokyo, Japan)를 사용하였고, 이동상 용매는 0.1% H₃PO₄ 수용액을 0.5 mL/min의 속도로 주입하였으며, 분석온도는 30°C를 유지하였고, 10 μ L의 시료를 주입하여 210 nm에서 UV 검출기를 이용하여 검출하였다. 총 11종의 유기산(citric acid, oxalic acid, tartaric acid, formic acid, malic acid, glutaric acid, lactic acid, acetic acid, fumaric acid, succinic acid, propionic acid) 표준물질을 시료와 동일한 조건에서 분석하여 머무름 시간을 비교해 확인하였으며, 각각의 검량곡선으로부터 그 함량을 산출하였다.

페놀 화합물, jaceosidin 및 eupatilin의 함량분석

각각의 시료를 여과지로 여과 후 시료액을 일정량 취하여 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC-DAD(Agilent 1260, Agilent technologies)로 분석하였다. 분석용 column은 zorbax SB-C₁₈(4.6×250 mm, 5 μ m, Agilent Technologies)를 사용하였고, 시료 주입량은 10 μ L로 하였으며, 이동상 용매는 0.1% formic acid 수용액과 acetonitrile에 용해한 0.1% formic acid를 시간에 따라 혼합비율을 조절하면서 분석하였다. 페놀 화합물의 분석을 위한 이동상의 속도는 0.7 mL/min, 검출기의 파장은 280 nm로 조정하였으며, jaceosidin과 eupatilin의 분석을 위해서 이동상의 속도를

Table 2. Mixing ratios of materials and extracts to make *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) vinegar

| Sample code | 10% Malt extract (ME) | Water | 18% Edible ethanol (EE) | <i>Artemisia argyi</i> H. water extract (AWE) | 18% <i>Artemisia argyi</i> H. edible ethanol extract (AEE) |
|-------------|-----------------------|-------|-------------------------|---|--|
| CO | 1 | 1 | 1 | - | - |
| SE | 1 | 1 | - | - | 1 |
| SW | 1 | - | 1 | 1 | - |
| SM | 1 | - | - | 1 | 1 |

1.0 mL/min로 하고 검출기 파장은 340 nm로 설정하였다. 각각의 분석 조건에서 농도별 표준물질을 시료와 동일하게 분석한 후 머무름 시간을 비교하여 표준검량곡선으로부터 그 함량을 산출하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였으며 실험으로부터 얻은 결과는 SPSS 12.0(Statistical package for Social Science, IBM Corporation, Endicott, NY, USA)을 사용하여 분석하였다. 결과치는 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

결과 및 고찰

색도의 변화

섬애약쑥 주정추출물과 물추출물을 첨가하여 제조한 식초의 색도를 살펴본 결과는 Table 3과 같다. 발효 0일차의 명도는 CO시료에서는 27.74이었으나 섬애약쑥 추출물이 첨가된 SE, SW 및 SM시료에서는 31.20-31.94의 범위로 서로간에 유의차 없이 CO시료에 비해 유의적으로 높았다.

발효 20일까지는 명도에 큰 차이가 없었다가 발효 25일차에는 CO시료가 46.60으로 가장 높았으며, 섬애약쑥 물추출물을 첨가한 SW시료의 명도가 26.48로 가장 낮았다. 적색도는 발효 전에는 -0.57-3.00의 범위이던 것이 발효 기간 동안 불규칙한 증감을 보였고, 발효 25일에는 -0.40-3.08의 범위였다. 황색도는 발효 0일차에 1.95-8.68의 범위로 대조군인 CO시료에서 가장 낮았고 섬애약쑥 추출물을 첨가한 시료의 경우 CO시료보다 3.8-4.35배 더 높았다. CO시료에서는 발효의 진행과 더불어 황색도가 점차 증가하여 발효 25일차에는 12.38이었으나 SE, SW 및 SM시료는 발효 10-15일까지는 증가하는 경향을 보이다가 다시 감소하여 발효 25일에는 5.67-7.96의 범위였다. 색차(ΔE)는 발효 0일에 67.97-71.71로 CO시료의 색차가 가장 컸으며 발효 25일에는 54.26으로 유의적으로 감소하였고, 물추출물이 첨가된 SW시료는 유의적으로 증가하여 73.34였다.

색도는 외관상 품질을 판정하는데 중요한 요소 중의 하나로, 발효방법 뿐만 아니라 원료에 따라서도 영향을 받는다고 보고되고 있다(15,16). Lee 등(17)은 현미식초 제조 시 교반배양과 정지배양으로 발효조건을 달리하였을 때 명도와 적색도는 큰 차이가 없었으나 황색도는 정지배양하였을 때 더 높았다고 보고 한 바 있으며, Seo 등(18)은 2단계 발효법으로 생산된 과일식초의 이화학적 특성을 비교한 결과 매실, 사과, 감, 포도 식초의 명도는 25.53-72.63,

Table 3. Changes in Hunter's color value of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) ethanol extract added vinegar

| Item | Sample code ¹⁾ | Fermentation period (day) | | | | |
|------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 0 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| L | CO | 27.74±0.84 ^{2)(b3)(A4)} | 26.05±0.57 ^{aA} | 28.90±0.02 ^{cA} | 27.09±0.06 ^{bA} | 46.60±0.04 ^{dD} |
| | SE | 31.94±0.45 ^{cB} | 34.90±0.11 ^{eD} | 29.29±0.14 ^{aB} | 33.95±0.06 ^{dD} | 30.80±0.03 ^{bB} |
| | SW | 31.20±0.02 ^{cB} | 29.52±0.48 ^{bB} | 32.91±0.22 ^{dC} | 33.14±0.24 ^{dC} | 26.48±0.05 ^{aA} |
| | SM | 31.63±0.18 ^{bB} | 32.98±0.09 ^{dC} | 34.15±0.15 ^{eD} | 27.52±0.03 ^{aB} | 31.96±0.04 ^{cC} |
| a | CO | 0.24±0.24 ^{bB} | -0.41±0.06 ^{aA} | 2.72±0.01 ^{dD} | 0.46±0.06 ^{cB} | -0.29±0.04 ^{bB} |
| | SE | -0.57±0.06 ^{aA} | 3.09±0.03 ^{eD} | 0.11±0.05 ^{cB} | 1.20±0.01 ^{dC} | -0.4±0.04 ^{bA} |
| | SW | 3.00±0.01 ^{dC} | 0.03±0.01 ^{bB} | 1.74±0.03 ^{cC} | -1.46±0.02 ^{aA} | 3.08±0.02 ^{eD} |
| | SM | -0.43±0.02 ^{bA} | 1.50±0.01 ^{dC} | -1.19±0.04 ^{aA} | 2.89±0.02 ^{eD} | 0.03±0.00 ^{cC} |
| b | CO | 1.95±0.81 ^{aA} | 2.15±0.02 ^{abA} | 5.16±0.02 ^{cA} | 2.69±0.09 ^{bA} | 12.38±0.07 ^{dD} |
| | SE | 8.14±0.09 ^{bC} | 13.90±0.21 ^{eD} | 6.33±0.06 ^{bB} | 9.55±0.02 ^{dD} | 5.67±0.02 ^{aA} |
| | SW | 7.72±0.02 ^{cB} | 7.10±0.11 ^{bB} | 9.68±0.03 ^{eD} | 8.95±0.06 ^{dC} | 6.94±0.08 ^{aB} |
| | SM | 8.68±0.04 ^{cC} | 10.30±0.03 ^{cC} | 9.17±0.04 ^{dC} | 6.05±0.09 ^{aB} | 7.96±0.06 ^{bC} |
| ΔE | CO | 71.71±0.81 ^{cB} | 73.40±0.57 ^{dD} | 70.77±0.02 ^{bD} | 72.38±0.05 ^{cC} | 54.26±0.03 ^{aA} |
| | SE | 67.97±0.45 ^{bA} | 66.08±0.14 ^{aA} | 70.42±0.14 ^{dC} | 66.18±0.06 ^{aA} | 68.85±0.03 ^{cC} |
| | SW | 68.73±0.01 ^{bA} | 70.27±0.48 ^{cC} | 67.24±0.22 ^{aB} | 66.89±0.25 ^{aB} | 73.34±0.04 ^{dD} |
| | SM | 68.34±0.18 ^{dA} | 67.26±0.09 ^{bB} | 65.92±0.14 ^{aA} | 72.21±0.04 ^{cC} | 67.93±0.04 ^{cB} |

¹⁾Refer to the Table 2.

²⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{3)a-c}Means with different superscript in the same sample code are significantly different at $p < 0.05$.

^{4)A-D}Means with different superscript in the same fermentation days are significantly different at $p < 0.05$.

적색도 -0.36-27.81, 황색도 1.09-39.94로 원료과일 자체가 지니는 고유의 색에 따라 색도에 차이가 있었다고 보고 하였다. 본 연구의 섬애약쭉 식초도 원료인 쭉 추출물의 첨가 여부에 따라 발효 초기부터 유의적인 차이가 있었으며, 명도와 황색도는 물추출물과 주정추출물 간에 차이가 적었으나 적색도의 경우 주정추출물이 첨가되었을 때 유의적으로 낮았다.

pH의 변화

섬애약쭉 추출물의 종류를 달리하여 발효한 식초의 pH 변화는 Table 4와 같다. 발효 전에는 CO시료에서 5.14로 pH가 가장 높았으며, 섬애약쭉 추출물을 첨가한 SE, SW 및 SM시료에서는 4.47-4.64의 범위였다. 식초 발효가 진행되면 ethanol 함량은 감소하고, 유기산의 생성으로 pH는 감소하는데(19), 본 연구에서도 발효가 진행됨에 따라 모든 시료가 점차 산성화 되는 경향이였다. 발효초기에 섬애약쭉 주정추출물을 첨가한 SE 및 SM시료의 pH 감소가 더디게 진행 되었으나, 발효 20일 이후부터 급격히 감소하였다. 발효말기 pH는 섬애약쭉 주정추출물을 첨가하지 않은 CO 및 SW시료에서 각각 3.06 및 3.05였으며, 섬애약쭉 주정추출물을 첨가한 SE 및 SM시료는 각각 3.11 및 3.12로 유의적인 차이를 보였다.

Kwon 등(20)은 감식초의 pH는 2.85-3.22, 사과식초는 2.46-3.14의 범위라고 보고한 바 있으며, Na 등(21)은 원료가 다른 시판식초의 pH를 측정된 결과 2.39-3.60의 범위로 감식초가 가장 높았으며 양조식초, 무화과식초, 쌀식초, 사과식초, 현미식초, 매실식초 순으로 나타나 첨가하는 원료에 따라 식초의 pH가 유의적인 차이를 보인다고 하였다. 본 연구의 섬애약쭉 식초는 발효 전에는 원료인 섬애약쭉 추출물의 영향을 받아 무첨가군인 CO 시료에 비해 유의적으로 pH가 낮았으나 발효가 진행되면서는 물추출물 첨가군은 무첨가군과 유의적인 차이가 없었으며, 섬애약쭉 주정추출물을 첨가하였을 때는 유의적으로 더 높아 쭉 추출물 자체의 첨가여부 보다는 추출물 제조를 위한 용매에 용출되는 성분이 더 큰 영향을 미치는 것으로 추정된다.

산도의 변화

식품공전에서는 식초에 대한 품질규격으로 총산함량을 4-20% 범위로 정하고 있고, 감식초는 예외적으로 2.6% 이상으로 규정하고 있다(22).

섬애약쭉의 식초의 숙성 과정 중 산도를 분석한 결과 (Table 5) 발효 0일차의 산도는 0.11-0.20%의 범위이던 것이 발효 15일에 CO 및 SW시료는 각각 3.11%와 3.77%였으며, 섬애약쭉 주정추출물이 첨가된 SE 및 SM시료는 각각

Table 4. Changes in pH of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) ethanol extract added vinegar

| Sample code ¹⁾ | Fermentation period (day) | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| CO | 5.14±0.01 ^{2)(b3)(D4)} | 3.17±0.00 ^B | 3.10±0.01 ^{bB} | 3.09±0.02 ^{bA} | 3.06±0.02 ^{aA} |
| SE | 4.64±0.01 ^{dC} | 3.76±0.01 ^{dD} | 3.46±0.01 ^{bD} | 3.25±0.01 ^{bC} | 3.11±0.01 ^{aB} |
| SW | 4.54±0.01 ^{bB} | 3.08±0.00 ^{bA} | 3.04±0.00 ^{aA} | 3.05±0.02 ^{aA} | 3.05±0.02 ^{aA} |
| SM | 4.47±0.01 ^{eA} | 3.57±0.01 ^{dC} | 3.32±0.01 ^{cC} | 3.20±0.04 ^{bB} | 3.12±0.01 ^{aB} |

¹⁾Refer to the Table 2.

²⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{3)(b-c)}Means with different superscript in the same sample code are significantly different at p<0.05.

^{4)(A-D)}Means with different superscript in the same fermentation days are significantly different at p<0.05.

Table 5. Changes in acidity of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) ethanol extract added vinegar

(%)

| Sample code ¹⁾ | Fermentation period (day) | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| CO | 0.11±0.01 ^{2)(a3)(A4)} | 1.91±0.01 ^{bC} | 3.11±0.01 ^{cC} | 3.52±0.00 ^{dC} | 3.60±0.01 ^{eA} |
| SE | 0.14±0.01 ^{aB} | 0.49±0.00 ^{bA} | 0.95±0.01 ^{eA} | 2.33±0.01 ^{dA} | 3.81±0.09 ^{eB} |
| SW | 0.20±0.01 ^{aD} | 2.92±0.01 ^{bD} | 3.77±0.08 ^{dD} | 3.96±0.04 ^{dD} | 4.37±0.06 ^{eC} |
| SM | 0.16±0.01 ^{aC} | 0.88±0.01 ^{bB} | 1.96±0.09 ^{eB} | 3.13±0.03 ^{dB} | 4.44±0.12 ^{eC} |

¹⁾Refer to the Table 2.

²⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{3)(b-c)}Means with different superscript in the same sample code are significantly different at p<0.05.

^{4)(A-D)}Means with different superscript in the same fermentation days are significantly different at p<0.05.

0.95%와 1.96%로 섬애약쑥 주정추출물 첨가 시 초기 발효가 더딘 것으로 나타났다. 그러나 그 이후부터는 섬애약쑥 주정추출물을 함유한 식초에서 발효가 원활히 진행되어 산도가 급격히 증가해 발효 25일에는 SE시료가 3.81%로 대조구인 CO시료(3.60%) 보다 높았고, SM시료는 4.44%로 시료 중 산도가 가장 높았다.

본 연구의 결과에서 섬애약쑥 주정추출물이 첨가된 시료들이 초기 발효가 지연된 것은 쑥 추출물의 항균작용에 기인한 것으로 추측되는데, Park 등(23)은 쑥의 물 및 에탄올 추출물의 항균활성을 조사한 결과 물 추출물은 시험균주에 대한 항균활성이 없었으나, 에탄올 추출물의 경우 그람 양성균인 *L. monocytogenes* 와 *S. aureus*에 대하여 생육지해를 형성하였다고 보고한 바 있다. 또한 쑥으로부터 정제된 물질인 o-coumaric acid와 유도체인 m-, p-coumaric acid의 항균활성을 조사한 결과 그람 음성 및 양성균 모두에 대해 항균활성을 나타내는데, o-coumaric acid는 *B. subtilis*(12.6-18.0 mm)와 *S. typhimurium* (12.6-16.6 mm)에 대하여 우수한 항균활성을 나타내었다고 보고되어 있다(24). 쑥의 이러한 항균활성은 식초의 발효 초기 잡균 번식을 방지하는데도 기여할 것으로 예상된다.

식초의 제조에서 초산균의 작용으로 생성되는 초산은 총산 함량을 좌우하여 품질판정 지표로 이용되고, 이 외에 다양한 유기산이 함께 함유되어 식초의 산미를 형성하게 된다(25). Lee 등(17)은 초산균주를 달리하여 제조한 흑찰미 식초의 총 산도는 3.60-7.85%로 균주의 발효능력에 따라 산도에 차이가 난다고 보고하였으며, Na 등(21)은 시판 발효식초의 원료에 따른 특성을 조사한 결과 현미식초, 사과식초, 매실식초의 총산도는 6.33-6.57%의 범위였고 감식초, 양조식초, 쌀식초, 무화과 식초는 4.38-5.48%의 범위로 식초의 제조시 이용되는 원료의 종류, 사용량, 제조방법 등에 따라 다양한 결과를 보인다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서도 원료인 섬애약쑥 추출물의 첨가 유무 및 추출용매는 발효 속도와 산의 생성 정도에 영향을 미친 것으로 판단된다.

유리당의 변화

섬애약쑥 추출물을 달리하여 제조한 식초의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 유리당은 fructose와 glucose 두 종류가 정량되었고, 발효기간이 경과할수록 유리당의 함량은 점차 감소하는 경향이었는데 CO시료의 유리당 총량은 발효 전 0.59 g/100 mL이던 것이 발효 25일에는 0.35 g/100 mL이었으며, 섬애약쑥 물추출물을 첨가한 SW시료에서는 0.61 g/100 mL이던 것이 0.42 g/100 mL로 감소하였다. 섬애약쑥 주정 추출물을 첨가한 SE는 0.63 g/100 mL이던 것이 발효 25일에는 약 40%가 감소하여 0.38 g/100 mL이었으며, SM시료는 발효 0일에 0.70 g/100 mL로 가장 높았는데 발효 10일에는 0.49 g/100 mL로 가장 큰 폭으로

감소한 후 발효 25일에 잔존율은 약 51% 정도 였다. 유리당의 종류에 따른 감소를 살펴보면 glucose의 경우 모든 시료에서 발효기간이 경과함에 따라 감소하는 경향이었으며, fructose의 경우 발효기간에 따른 유의차는 없었다.

Jang 등(26)은 교반 및 정치배양에 따른 사과식초의 유리당으로 fructose와 glucose가 검출되었다고 하였으며, Moon 등(27)은 국내 시판 식초에는 glucose가 가장 많이 함유되어 있으며 다음으로는 fructose가 많다고 보고한 바 있으며, Lee와 Kim(15)은 자연 발효를 통해 감식초를 제조하였을 때 원료 감에서 기인하는 fructose, glucose, sucrose 및 maltose는 발효를 거치면서 점차 그 함량이 감소하는데 그 중 glucose의 감소 폭이 가장 크고 fructose는 일정 초산발효기간이 경과한 이후에는 그 함량도 낮고 거의 변화가 없다고 보고한 바 있는데, 이들의 보고는 본 연구의 결과와도 일치하는 경향이였다.

Table 6. Changes in free sugar of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) ethanol extract added vinegar

| Sample code ¹⁾ | Ferment. period (day) | (g/100 mL) | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|-------|
| | | Fructose | Glucose | Total |
| CO | 0 | 0.13±0.01 ^{2(a3)A4)} | 0.46±0.01 ^{cA} | 0.59 |
| | 10 | 0.16±0.04 ^{abA} | 0.24±0.03 ^{bA} | 0.40 |
| | 15 | 0.14±0.01 ^{abA} | 0.21±0.01 ^{aA} | 0.35 |
| | 20 | 0.14±0.01 ^{abA} | 0.18±0.01 ^{aA} | 0.32 |
| | 25 | 0.17±0.01 ^{bA} | 0.18±0.01 ^{aA} | 0.35 |
| SE | 0 | 0.19±0.04 ^{abC} | 0.44±0.08 ^{dA} | 0.63 |
| | 10 | 0.19±0.04 ^{aA} | 0.39±0.05 ^{cC} | 0.58 |
| | 15 | 0.19±0.05 ^{aA} | 0.26±0.03 ^{bB} | 0.45 |
| | 20 | 0.22±0.03 ^{abB} | 0.23±0.02 ^{bB} | 0.45 |
| | 25 | 0.19±0.08 ^{aA} | 0.19±0.04 ^{aAB} | 0.38 |
| SW | 0 | 0.16±0.01 ^{abAB} | 0.45±0.03 ^{bA} | 0.61 |
| | 10 | 0.15±0.02 ^{aA} | 0.23±0.01 ^{aA} | 0.38 |
| | 15 | 0.16±0.01 ^{abA} | 0.21±0.01 ^{aA} | 0.37 |
| | 20 | 0.18±0.02 ^{abAB} | 0.22±0.01 ^{aB} | 0.40 |
| | 25 | 0.19±0.02 ^{bA} | 0.23±0.01 ^{aB} | 0.42 |
| SM | 0 | 0.22±0.02 ^{aC} | 0.48±0.02 ^{dA} | 0.70 |
| | 10 | 0.18±0.05 ^{aA} | 0.31±0.04 ^{cB} | 0.49 |
| | 15 | 0.17±0.05 ^{aA} | 0.24±0.03 ^{bAB} | 0.41 |
| | 20 | 0.18±0.02 ^{abB} | 0.23±0.03 ^{bB} | 0.41 |
| | 25 | 0.17±0.01 ^{aA} | 0.19±0.01 ^{aAB} | 0.36 |

¹⁾Refer to the Table 2.

²⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{3)ab}Means with different superscript in the same sample code are significantly different at p<0.05.

^{4)A-C}Means with different superscript in the same fermentation days are significantly different at p<0.05.

유기산의 변화

유기산은 식초의 산미와 지미에 영향을 주어 품질에 중요한 영향을 미친다(28). 특히 식초의 양조과정 중 초산균의 작용에 의해 생성되는 acetic acid는 식초의 주성분으로 발효 관리의 지침이 된다(27).

섬애약쑥 추출물의 종류를 달리하여 제조한 식초의 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 섬애약쑥 식초에서는 총 9종의 유기산이 검출되었는데 그 중 acetic acid 함량이 가장 높았고 다음으로 oxalic acid, succinic acid와 citric acid 함량이 유사한 범위였으며 formic acid, malic acid, lactic acid 3종류는 섬애약쑥 주정추출물의 첨가 유무와 저장기간에 따라 검출정도가 상이하였다. 즉, 섬애약쑥 주정추출물이 첨가되지 않은 CO 및 SW시료에서는 formic acid가 49.59-114.20 mg/100 mL이 검출되었고 malic acid는 검출되지 않았는데 주정추출물이 첨가된 SE 및 SM시료에서는 malic acid가 18.96-117.77 mg/100 mL이 검출되었고 formic acid는 검출되지 않았다. Lactic acid는 발효 0일차에 131.58-164.59 mg/100 mL가 검출되었는데 발효 15일 이후

부터는 모든 시료에서 검출되지 않았다. Acetic acid는 발효 0일차에 127.22-264.99 mg/100 mL의 범위이던 것이, 발효 10일에 CO 및 SW시료는 각각 2,134.43 mg/100 mL 및 2,772.73 mg/100 mL였으며, 주정추출물을 첨가한 SE와 SM 시료는 각각 226.24 mg/100 mL 및 781.64 mg/100 mL로 CO 및 SW시료의 9-36% 정도에 불과했다. 발효기간이 경과함에 따라 acetic acid는 점차 증가하여 발효 25일에는 3,638.51-4,532.90 mg/100 mL 범위로 SM시료에서 가장 높은 함량이었다. Oxalic acid는 발효기간이 경과함에 따라 점차 증가하였으며 섬애약쑥 주정추출물 첨가 시료가 미첨가 시료보다 약 10배 정도 함량이 더 높았다.

Joo 등(29)은 발효 현미 식초 제조시 acetic acid 외에 oxalic acid, citric acid, tartaric acid, malic acid, lactic acid 등이 검출되었으며 발효방법에 따라 유기산의 종류 및 함량이 다소 차이를 나타낸다고 하였다. Yi 등(30)은 초산 발효시 균주의 사멸기 동안 공급되는 영양분이 불충분할 경우 acetic acid 대신 부산물로 lactic acid가 생성되었다고 보고 있었는데, 본 연구 결과에서 lactic acid는 발효와 더불어 불검

Table 7. Changes in organic acids of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) ethanol extract added vinegar

(mg/100 mL)

| Sample code ¹⁾ | Fermentation period (day) | Oxalic acid | Formic acid | Malic acid | Lactic acid | Acetic acid | Citric acid | Succinic acid | Fumaric acid | Propionic acid |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| CO | 0 | 15.18±0.06 ^{2)ab3)} | 49.59±0.31 ^a | ND ⁴⁾ | 131.58±4.41 | 232.21±1.63 ^a | 57.95±1.39 ^a | 244.84±1.99 ^b | 0.16±0.01 ^a | 12.21±1.25 ^c |
| | 10 | 24.19±0.12 ^c | 102.42±0.98 ^a | ND | ND | 2134.43±1.24 ^b | 139.78±0.56 ^c | 260.79±0.33 ^c | 0.54±0.01 ^b | 6.98±0.29 ^a |
| | 15 | 24.69±0.12 ^d | 99.68±0.39 ^b | ND | ND | 2700.42±2.01 ^c | 104.30±0.81 ^b | 219.20±0.64 ^a | 0.59±0.01 ^b | 7.77±0.21 ^a |
| | 20 | 23.12±0.17 ^b | 97.21±4.05 ^c | ND | ND | 2548.03±0.27 ^d | 129.20±0.32 ^c | 243.43±0.53 ^b | 0.55±0.01 ^c | 10.32±0.46 ^b |
| | 25 | 28.64±0.28 ^c | 114.20±4.34 ^c | ND | ND | 3638.51±2.16 ^c | 110.35±1.15 ^d | 296.20±5.14 ^d | 0.74±0.02 ^d | 12.96±0.67 ^c |
| SE | 0 | 187.59±0.25 ^a | ND | 21.03±0.76 ^a | 161.23±4.34 | 142.69±0.64 ^a | 69.66±1.60 ^a | 299.27±1.91 ^b | 0.15±0.01 ^a | 150.30±8.06 ^b |
| | 10 | 194.67±0.29 ^b | ND | 22.32±0.81 ^b | 334.35±5.22 | 226.24±1.07 ^b | 90.75±1.41 ^b | 317.08±2.13 ^d | 0.16±0.00 ^a | 154.12±8.91 ^b |
| | 15 | 209.99±0.64 ^d | ND | 108.02±2.36 ^c | ND | 1258.46±1.44 ^d | 97.93±1.51 ^c | 306.37±2.89 ^c | 0.22±0.01 ^b | 143.93±7.95 ^b |
| | 20 | 208.87±0.24 ^c | ND | 101.92±1.11 ^d | ND | 2232.18±4.15 ^c | 100.34±1.44 ^c | 285.68±1.70 ^a | 0.26±0.01 ^c | 120.64±7.22 ^a |
| | 25 | 220.73±0.42 ^c | ND | 107.29±1.92 ^c | ND | 3917.35±8.13 ^c | 109.03±0.90 ^d | 288.72±1.93 ^a | 0.34±0.01 ^d | 108.49±5.25 ^a |
| SW | 0 | 16.54±0.10 ^a | 50.14±0.22 ^a | ND | 158.98±3.89 | 264.99±2.49 ^a | 63.93±1.15 ^a | 236.74±1.15 ^c | 0.19±0.00 ^a | 49.54±3.39 ^b |
| | 10 | 22.04±0.15 ^b | 57.22±0.23 ^c | ND | ND | 2772.73±1.39 ^b | 100.35±0.54 ^b | 213.16±0.65 ^a | 0.41±0.01 ^b | 10.46±1.54 ^a |
| | 15 | 23.99±0.08 ^c | 61.08±0.23 ^{bc} | ND | ND | 3904.12±3.58 ^c | 101.01±1.47 ^{bc} | 218.27±0.68 ^b | 0.47±0.01 ^c | 11.07±3.14 ^a |
| | 20 | 24.29±0.06 ^d | 63.25±0.17 ^b | ND | ND | 3989.55±3.33 ^d | 103.15±0.55 ^c | 224.65±0.57 ^c | 0.48±0.01 ^c | 13.66±3.60 ^a |
| | 25 | 24.72±0.08 ^c | 64.51±0.23 ^d | ND | ND | 4084.23±1.56 ^c | 102.83±1.74 ^c | 228.20±0.33 ^d | 0.50±0.01 ^d | 108.49±5.25 ^c |
| SM | 0 | 196.46±3.88 ^a | ND | 51.99±3.06 ^a | 164.59±3.07 | 127.22±4.46 ^a | 77.54±2.10 ^a | 300.42±1.81 ^b | 0.18±0.00 ^a | 49.54±3.39 ^b |
| | 10 | 200.64±5.77 ^a | ND | 18.96±0.91 ^a | ND | 781.64±4.36 ^b | 100.15±0.81 ^b | 310.72±0.40 ^c | 0.19±0.01 ^a | 10.46±1.54 ^a |
| | 15 | 215.00±0.62 ^b | ND | 140.11±1.44 ^c | ND | 2460.76±2.06 ^c | 170.13±0.87 ^c | 295.71±2.08 ^{ab} | 0.22±0.01 ^b | 11.07±3.14 ^a |
| | 20 | 222.39±0.63 ^c | ND | 140.06±2.32 ^b | ND | 3616.56±3.77 ^d | 178.42±0.93 ^d | 291.13±1.11 ^a | 0.26±0.01 ^c | 13.66±3.60 ^a |
| | 25 | 226.95±2.91 ^c | ND | 117.77±0.83 ^c | ND | 4532.90±4.91 ^c | 284.89±1.67 ^c | 434.35±8.18 ^d | 0.30±0.01 ^d | 146.69±5.60 ^c |

¹⁾Refer to the Table 2.

²⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{3)ab-c}Means with different superscript in the same sample code are significantly different at p<0.05.

⁴⁾ND, not detected.

출 되었으며 acetic acid 함량이 급격히 증가하는 것으로 보아 섬애약쑥의 유효성분으로 인하여 잡균의 번식은 최소화되고 정상적인 초산발효가 이루어진 것으로 판단된다.

페놀화합물의 변화

페놀화합물은 수산기를 가지는 방향성 화합물의 총칭으로 식물계에 널리 분포하는 2차 대사산물의 하나로서, 이들은 세포벽, 다당류, 리그닌 등과 에스테르 결합되어 있거나 중합체로 존재한다(4). Hydroxyl기를 포함하고 있어 단백질 또는 효소, 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 지니고, 이러한 성질은 미생물의 세포에 작용하여 성장저해를 유발시켜 항미생물 활성을 보이며, 항산화 효과로 이어지기도 한다(6).

섬애약쑥 식초의 페놀화합물 변화를 관찰한 결과는 Table 8과 같다. 총 7종의 페놀화합물이 정량되었으며, 섬애약쑥 주정추출물의 첨가 유무에 따라 페놀화합물의 종류 및 함량에 차이를 보였다. 그 중 chlorogenic acid의 경우 SE 및 SM시료에서 각각 35.00-35.96 mg/100 mL 및

36.24-36.72 mg/100 mL로 페놀화합물 중 가장 높은 함량이었으나, CO 및 SW시료에서는 발효기간 동안 0.90 mg/100 mL 이하로 함량이 낮았다. 함량에는 차이가 있었으나 이러한 경향은 caffeic acid, coumaric acid, naringin 및 apigenin에서도 동일하였다. Naringin은 SE와 SM시료에서만 19.50-33.16 mg/100 mL의 범위로 검출되었으며, 발효기간이 경과함에 따라 감소하는 경향이였다. 반면 homogentisic acid는 섬애약쑥 물추출물을 첨가한 SW시료에서 가장 높게 정량되어 1.38-2.52 mg/100 mL의 범위였다. Pyrogallol은 모든 시료에서 9.40-11.63 mg/100 mL의 범위로 발효 15-20일에 미량 감소하였다가 다시 증가하는 경향이였으나 그 차이가 크지 않았다.

Lee 등(31)은 에탄올 농도를 달리한 상황버섯 추출물의 페놀성 화합물을 측정된 결과 열수추출물에서는 페놀화합물이 검출되지 않았으며, 에탄올 농도에 따라 검출여부가 상이하였으나 중간농도 에탄올추출물에서 1.158-1.775 mg/g으로 높은 함량이었다고 보고한 바 있다. 또한 Kang 등(9)은 전처리 방법을 달리한 섬애약쑥 에탄올추출물의

Table 8. Changes in phenolic acids of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) ethanol extract added vinegar

(mg/100 mL)

| Sample code ¹⁾ | Fermentation periods (days) | Pyrogallol | Homogentisic acid | Chlorogenic acid | Caffeic acid | Coumaric acid | Naringin | Apigenin | Total |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| CO | 0 | 10.31±0.06 ^{2b3)} | 0.66±0.03 ^b | ND ⁴⁾ | ND | ND | ND | ND | 14.97 |
| | 10 | 10.63±0.05 ^{bc} | 0.70±0.04 ^b | 0.84±0.00 | 0.21±0.01 | ND | ND | ND | 12.38 |
| | 15 | 10.39±0.04 ^b | 0.50±0.04 ^a | 0.84±0.00 | 0.21±0.00 | ND | ND | ND | 11.94 |
| | 20 | 9.40±0.01 ^a | 0.66±0.03 ^b | 0.82±0.00 | 0.39±0.01 | ND | ND | ND | 11.27 |
| | 25 | 11.36±0.07 ^c | 0.94±0.04 ^c | 0.85±0.00 | 0.55±0.01 | ND | ND | ND | 13.70 |
| SE | 0 | 10.61±0.12 ^b | 0.73±0.01 ^c | 35.00±1.35 ^a | 1.39±0.10 ^a | 0.10±0.01 ^a | 33.14±0.11 ^c | 0.09±0.01 ^c | 81.06 |
| | 10 | 11.08±0.15 ^c | 0.41±0.01 ^a | 35.05±0.41 ^a | 1.36±0.00 ^a | 0.10±0.01 ^a | 25.84±0.24 ^d | 0.07±0.01 ^{ab} | 73.91 |
| | 15 | 11.83±0.48 ^d | 0.53±0.02 ^b | 35.96±0.49 ^a | 1.64±0.00 ^b | 0.11±0.01 ^a | 24.43±0.19 ^c | 0.08±0.01 ^{bc} | 74.58 |
| | 20 | 9.53±0.02 ^a | 0.78±0.04 ^c | 35.13±0.37 ^a | 1.92±0.01 ^c | 0.11±0.01 ^a | 20.74±1.43 ^b | 0.06±0.01 ^a | 68.27 |
| | 25 | 11.39±0.09 ^c | 1.15±0.06 ^d | 35.83±0.05 ^a | 2.14±0.01 ^d | 0.11±0.01 ^a | 19.50±0.36 ^a | 0.07±0.01 ^{ab} | 70.19 |
| SW | 0 | 10.30±0.05 ^a | 1.38±0.03 ^b | 0.82±0.01 ^a | 0.21±0.01 ^a | ND | ND | ND | 12.71 |
| | 10 | 10.67±0.04 ^b | 1.39±0.05 ^b | 0.88±0.01 ^b | 0.79±0.03 ^b | ND | ND | ND | 13.73 |
| | 15 | 10.94±0.04 ^c | 1.28±0.06 ^a | 0.89±0.01 ^b | 0.85±0.04 ^{bc} | ND | ND | ND | 13.96 |
| | 20 | 11.27±0.01 ^d | 1.90±0.05 ^c | 0.89±0.01 ^b | 0.81±0.00 ^{cd} | ND | ND | ND | 14.87 |
| | 25 | 11.52±0.05 ^c | 2.52±0.04 ^d | 0.90±0.01 ^b | 0.87±0.04 ^d | ND | ND | ND | 15.81 |
| SM | 0 | 10.84±0.02 ^b | 1.50±0.02 ^d | 36.24±0.86 ^a | 1.41±0.31 ^a | 0.05±0.00 ^a | 33.16±0.35 ^c | 0.10±0.01 ^b | 83.30 |
| | 10 | 11.63±0.01 ^d | 0.73±0.03 ^a | 36.54±0.09 ^{ab} | 1.67±0.02 ^a | 0.09±0.01 ^b | 25.36±0.15 ^b | 0.07±0.01 ^a | 76.09 |
| | 15 | 9.53±0.01 ^a | 0.96±0.05 ^b | 36.72±0.08 ^{ab} | 2.06±0.12 ^b | 0.10±0.02 ^b | 23.01±0.19 ^a | 0.07±0.01 ^a | 72.45 |
| | 20 | 11.11±0.09 ^c | 1.32±0.07 ^c | 36.55±0.03 ^{ab} | 2.33±0.16 ^{bc} | 0.09±0.00 ^b | 21.55±1.50 ^a | 0.07±0.01 ^a | 73.02 |
| | 25 | 11.58±0.21 ^d | 1.77±0.05 ^c | 37.18±0.12 ^b | 2.49±0.03 ^c | 0.10±0.02 ^b | 21.23±1.48 ^a | 0.08±0.01 ^a | 74.43 |

¹⁾Refer to the Table 2.

²⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{3)a-c}Means with different superscript in the same sample code are significantly different at p<0.05.

⁴⁾ND, not detected.

총 페놀화합물 함량을 조사한 결과 띄움 썩의 경우 30-90%의 에탄올추출물 중 70% 에탄올추출물에서 함량이 가장 높았으며, 재료나 조건에 따라 차이는 있으나 중간에탄올 농도에서 페놀의 추출이 효과적이라고 보고하였다. 따라서, 본 연구에서도 70% 주정으로 섬애약썩을 추출하여 페놀화합물들이 효과적으로 용출된 것으로 생각되며, 섬애약썩 주정추출물을 첨가함으로써 총 페놀화합물의 종류 및 총량에도 영향을 주는 것으로 보아 최종 제품의 유효성분에 기여할 것으로 예상된다.

Jaceosidin 및 eupatilin 함량

섬애약썩 추출물의 형태를 달리한 식초의 jaceosidin과 eupatilin 함량을 분석한 결과는 Table 9와 같다. 섬애약썩 주정추출물을 첨가한 SE 및 SM시료에서는 jaceosidin과 eupatilin이 검출되었으나 주정추출물을 첨가하지 않은 CO 및 SW시료에서는 검출되지 않았다. Jaceosidin은 SE와 SM시료에서 발효 전에는 각각 10.78 mg/L과 11.09 mg/L로서 차이가 없었으며, eupatilin도 각각 5.73 mg/L과 5.65 mg/L로 유사한 함량이었다. 발효기간이 경과함에 따라 이들의 함량은 점차 감소하여 jaceosidin은 SE시료에서 발효 25일에 6.88 mg/L로 발효 0일에 비해 36.1%가 감소하였고 SM시료는 6.49 mg/L로 41.4% 감소하였다. Eupatilin도 동일한 경향으로 SE와 SM시료에서 각각 발효 25일에는 2.24 mg/L과 2.23 mg/L로 감소하였다.

홍삼 농축액이 첨가된 쌀 식초 제조시 초산 발효가 완료된 식초에 홍삼 농축액을 첨가하고 20일 동안 정치시킴으로써 조사포닌의 잔존율은 약 72%이며, 초산 발효 전에 홍삼 농축액을 첨가하였을 때는 약 18%로 더 잔존율이 낮는데 이는 식초의 낮은 pH로 인해 사포닌 배당체 구조가 분해되고 산가수분해되기 때문이라는 보고(32)가 있는데, 본 연구의 결과에서도 jaceosidin과 eupatilin이 초산 발효로 생성되는 산의 영향을 받아 분해됨으로써 그 함량이 감소된 것으로 추정된다.

Jaceosidin과 eupatilin은 플라보노이드의 일종으로 썩에 비교적 풍부하게 존재하며 암세포의 성장억제, 항암효과 및 항산화 효능 등이 있는 것으로 알려져 있다(8). Ryu 등(33)은 인체 혈액암세포(HL-60)에서 eupatilin은 300 μ M까지 농도 의존적으로 세포 사멸을 유도하였으며, DNA 합성의 지표인 thymidine 흡수를 억제한다고 하였다. 또한, Kim 등(34)은 jaceosidin 및 eupatilin이 5 μ g/mL 농도에서 각각 64.6 및 25.8%의 LDL-산화 억제효과가 있으며, jaceosidin은 100 μ M의 농도에서 18% 정도의 DPPH라디칼 소거활성을 보인다고 하였다. 본 연구에서 발효 25일 후 jaceosidin 및 eupatilin의 잔존량은 각각 약 200 μ M 및 70 μ M 정도의 농도로 상기의 연구결과들과 비교해 볼 때 섬애약썩 식초의 생리활성에 기여할 것으로 생각되어지며, 향후 실질적인 효능평가가 필요할 것으로 판단된다.

Table 9. Changes in jaceosidin and eupatilin of *Seomaeyaksuk* (*Artemisia argyi* H.) ethanol extract added vinegar

| Sample code ¹⁾ | Fermentation period (day) | Jaceosidin | Eupatilin |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| CO | 0 | ND ²⁾ | ND |
| | 10 | ND | ND |
| | 15 | ND | ND |
| | 20 | ND | ND |
| | 25 | ND | ND |
| SE | 0 | 10.78±0.39 ³⁾⁴⁾ | 5.73±0.29 ^c |
| | 10 | 9.96±0.01 ^c | 4.50±0.22 ^d |
| | 15 | 9.63±0.29 ^c | 4.16±0.01 ^c |
| | 20 | 8.51±0.61 ^b | 3.60±0.02 ^b |
| | 25 | 6.88±0.13 ^a | 2.24±0.17 ^a |
| SW | 0 | ND | ND |
| | 10 | ND | ND |
| | 15 | ND | ND |
| | 20 | ND | ND |
| | 25 | ND | ND |
| SM | 0 | 11.09±0.45 ^d | 5.65±0.18 ^d |
| | 10 | 10.10±0.51 ^c | 4.51±0.17 ^c |
| | 15 | 9.71±0.23 ^c | 4.29±0.49 ^c |
| | 20 | 8.55±0.48 ^b | 3.15±0.17 ^{b5)} |
| | 25 | 6.49±0.19 ^a | 2.23±0.15 ^a |

¹⁾Refer to the Table 2.

²⁾ND, not detected.

³⁾Each value represents mean±SD, n=3.

^{4)bc}Means with different superscript in the same sample code are significantly different at p<0.05.

⁵⁾Means with different superscript in the same fermentation days are significantly different at p<0.05.

요 약

본 연구에서는 섬애약썩의 유효성분인 jaceosidin과 eupatilin을 함유하는 식초의 제조 가능성을 확인하기 위해 섬애약썩 70% 주정추출물을 첨가하여 식초를 제조하였으며, 물추출물 첨가군과 그 품질특성을 비교하였다. 모든 실험군은 동량의 10% 맥아추출물을 첨가하였으며, 여기에 동량의 정제수와 주정을 혼합한 것을 대조군(CO), 정제수와 섬애약썩 주정추출물을 혼합한 것을 SE, 주정과 섬애약썩 물추출물을 혼합한 것을 SW, 섬애약썩 물추출물 및 주정추출물을 혼합한 것을 SM군으로 구분하여 각각의 발효기질을 제조하였다. 최종 혼합물의 주정 농도는 6%로 조절하였으며, 각각의 발효기질 3 L에 증배양한 초산균액을 3% 접종하고, 30°C에서 정치배양하면서 발효 10일부터 5일간

격으로 25일까지 시료를 취하였다. 25일간 발효한 섬애약쑥 식초의 L 값은 26.5-46.6, a 값은 -0.4-3.1이었고, b 값은 5.7-12.4의 범위였다. 최종 산도의 경우 3.60-4.44% 였으며, 섬애약쑥 주정추출물이 첨가된 SE 및 SM시료는 발효 20일 이후부터 급격히 산도가 증가하여 발효 25일에는 SM시료에서 가장 높았다. 유리당은 fructose 및 glucose 두 종류가 정량되었고 발효기간 동안 감소하여 발효 25일차에 각각 0.13-0.22 g/100 mL 및 0.18-0.48 g/100 mL이었다. Acetic acid는 주요 유기산으로 발효 25일에 3,638.51-4,532.90 mg/100 mL 범위였다. 페놀화합물들은 섬애약쑥 주정추출물의 첨가 유무에 따라 검출여부 및 함량에 차이가 있었는데, 주정추출물이 첨가된 시료에서는 총 7종의 페놀화합물이 검출된 반면 대조군과 물추출물이 첨가된 시료에서는 4종만이 검출되었다. Jaceosidin과 eupatilin은 섬애약쑥 주정추출물을 첨가한 SE 및 SM시료에서만 검출되었는데 발효기간이 경과할수록 점차 감소하여 발효 25일차에 jaceosidin은 각각 6.88 mg/L와 6.49 mg/L였으며, eupatilin은 각각 2.24 mg/L 및 2.23 mg/L였다. 이상의 결과부터 섬애약쑥 주정추출물을 첨가함으로써 25일간의 초산발효 단일과정을 통해 식초로서 적합한 산도를 가지며, 유기산과 페놀화합물의 함량이 더 높고 유효성분으로 jaceosidin과 eupatilin을 함유하는 식초의 제조가 가능하였다.

References

- Baek SY, Lee CH, Park YK, Choi HS, Mun JY, Yeo SH (2015) Quality characteristics of fermented vinegar prepared with the detoxified *Rhus verniciflua* extract. Korean J Food Preserv, 22, 674-682
- Shin EH (2015) Quality Characteristics of vinegar using *Wasabi japonica* matsum leaves. Korean J Culinary Res, 21, 255-263
- Hong SM, Kang MJ, Lee JH, Jeong JH, Kwon SH, Seo KI (2012) Production of vinegar using *Rubus coreanus* and Its antioxidant activities. Korean J Food Preserv, 19, 594-603
- Kim KO, Kim SM, Kim SM, Kim DY, Jo DJ, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH (2013) Physicochemical properties of commercial fruit vinegars with different fermentation methods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 736-742
- Kang KM, Lee SH (2013) Effects of extraction methods on the antioxidative activity of *Artemisia* sp.. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 1249-1254
- Seo KS, Yun KW (2011) Antimicrobial activity and total polyphenol content of extracts from *Artemisia capillaris* Thunb. and *Artemisia iwayomogi* Kitam. used as Injin. Korean J plant Res, 24, 10-16
- Lee SD, Park HH, Kim DW, Bang BH (2000) Bioactive constituents and utilities of *Artemisia* sp. as medicinal herb and foodstuff. Korean J Food Nutr, 13, 490-505
- Ha GJ, Lee DS, Seung TW, Park CH, Park SK, Jin DE, Kim NK, Shin HY, Heo HJ (2015) Anti-amnesic and neuroprotective effects of *Artemisia argyi* H. (seomae mugwort) extracts. Korean J food Sci Technol, 47, 380-387
- Kang JR, Kang MJ, Choi MH, Byun HU, Shin JH (2017) Physicochemical characteristics of ethanol extract from *Artemisia Argyi* H. using different preparation methods. J Life Sci, 27, 23-31
- Hwang CR, Seo WT, Bae WY, Kang MJ, Shin JH (2014) Physicochemical characteristics and biological activities of *Artemisia Argyi* H.. J Life Sci, 24, 377-385
- Ahn JB, Hur JN, Jung HG Park JH (2012) Study on the growth environment of 'Gangwha-mugwort' through the climatological characteristic analysis of Gangwha region. Korean J Agricultural Forest Meteorology, 14, 71-78
- Park EK, Kwon BM, Jung IK, Kim JH (2014) Hypoglycemic and antioxidant effects of jaceosidin in streptozotocin-induced diabetic mice. J Nutr Health, 47, 313-320
- Choi MH, Kang JR, Sim HJ, Kang MJ, Seo WT, Bae WY, Shin JH (2015) Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Sumaeyaksuk* depending on harvest times and processing methods. Korean J Food Preserv, 22, 399-407
- Hwang CR, Seo WT, Jung MJ, Shin JH (2013) Antioxidant activity of the *Sumaeyaksuk* tea extracts prepared with different drying and extract conditions. Korean J Food Preserv, 20, 546-553
- Lee SH, Kim JC (2009) A comparative analysis for main components change during natural fermentation of persimmon vinegar. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 372-376
- Lee GE, Kim SM, Huh CK, Cho IK, Kim YD (2015) Comparison of quality properties and identification of acetic acid bacteria for black waxy rice vinegar. Korean J Food Preserv, 22, 443-451
- Lee SW, Kwon JH, Yoon SR, Woo SM, Jang SY, Yeo SH, Choi JH, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of brown rice vinegar by different yeasts and fermentation condition. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1366-1372
- Seo JH, Kim YJ, Lee KS (2003) Comparison of

- physicochemical characteristics of fruit vinegars produced from two-stage fermentation. *Food Industry and Nutrition*, 8, 40-44
19. Lee JC, Han WC, Lee JH, Jang KH (2012) Quality evaluation of vinegar manufactured using rice and *Rosa rugosa* Thunb.. *Korean J Food Sci Technol*, 44, 202-206
 20. Kwon SH, Jeong EJ, Lee GD, Jeong YJ (2000) Preparation method of fruit vinegars by two stage fermentation and beverages including vinegar. *Food Industry and Nutrition*, 5, 18-24
 21. Na HS, Choi GC, Yang SI, Lee JH, Cho JY, Ma SJ, Kim JY (2013) Comparison of characteristics in commercial fermented vinegars made with different ingredients. *Korean J Food Preserv*, 20, 482-487
 22. KFDA (2008) Korea Food Standard Code. Korea Food Drug Administration, Korea, 21, 1-2
 23. Park CS, Kwon CJ, Choi MA, Park GS, Choi KH (2002) Antibacterial activities of *Cordyceps* spp., mugwort and pine needle extracts. *Korean J Food Preserv*, 9, 102-108
 24. Park SK, Park JC (1994) Antimicrobial activity of extracts and coumaric acid isolated from *Artemisia princeps* var. *orientalis*. *Korean J Biotechnol Bioeng*, 9, 506-511
 25. Jeong YJ, Seo JH, Park NY, Shin SR, Kim KS (1999) Changes in the components of persimmon vinegars by two stages fermentation (1). *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, 228-232
 26. Jang SY, Shin KA, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of apple vinegar by agitated and static cultures. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 308-312
 27. Moon SY, Chung HC, Yoon HN (1997) Comparative analysis of commercial vinegars in physicochemical properties, minor components and organoleptic tastes. *Food Sci Technol*, 29, 663-670
 28. Furukawa S, Ueda R (1963) Studies on non-volatile organic acid in vinegar (I): Contents of non-volatile organic acids in commercial vinegars. *J Ferment Technol*, 41, 14-19
 29. Joo KH, Cho MH, Park KJ, Jeong SW, Lim JH (2009) Effects of fermentation method and brown rice content of quality characteristics of brown rice vinegar. *Korean J Food Preserv*, 16, 33-39
 30. Yi MR, Hwang JH, Oh YS, Oh HJ, Lim SB (2014) Quality characteristics and antioxidant activity of immature *Citrus unshiu* vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 250-257
 31. Lee KH, Kwon HJ, Chun SS, Kim JH, Cho YJ, Cha WS (2006) Biological activities of extracts from *Phellinus linteus*. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 49, 298-303
 32. Kim DK, Baik MY, Kim HK, Hahm YT, Kim BY (2012) Manufacture of the red ginseng vinegar fermented with red ginseng concentrate and rice wine, and its quality evaluation. *Korean J Food Sci Technol*, 44, 179-184
 33. Ryu SN, Han SS, Yang JJ, Jeong HG, Kang SS (2005) Variation of eupatilin and jaceosidin content of mugwort. *Korean J Crop Sci*, 50, 204-207
 34. Kim MJ, Han JM, Jin YY, Baek NI, Bang MH, Chung HG, Choi MS, Lee KT, Sok DE, Jeong TS (2008) *In vitro* antioxidant and anti-inflammatory activities of jaceosidin from *Artemisia princeps* Pampanini cv. Sajabal. *Arch Pharm Res*, 31, 429-437