Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 25, No. 8 pp. 101-112, 2024

https://doi.org/10.5762/KAIS.2024.25.8.101
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

국(麴)의 종류에 따른 곡물 식초의 품질 특성 연구

구은경[1], 정의정[1], 손은심[2], 정철[1*]
[1]서울벤처대학원대학교, [2](주)요헤벳

The Study of Quality Charateristics of Grain Vinegar According to the, Type of Starter

Eun-gyung Ku[1], UI-Jeong Jeong[1], Eun-Shim Son[2], Chul Cheong[1*]
[1]Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University
[2]Jochebed Co., Ltd.

요 약 본 연구에서는 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩 등 다양한 국(麴)을 이용하여 전통방식으로 제조한 곡물 발효식초의 품질 특성을 비교하고자 하였으며, 유기산 분석, 향기성분 분석, 아미노산 함량, DPPH 라디컬 소거능, ABTS 라디컬 소거능, 총 폴리페놀, 관능검사를 실시하였다. 초산발효와 6개월간 숙성 후 총 8종의 유기산이 검출되었으며, 젖산과 호박산이 국(麴)에 관계없이 높은 농도를 보였고, 초산발효에 비해 6개월 숙성한 모든 시험구에서 유기산들의 농도가 증가하였다. 향기 성분은 에스터의 경우 총 6개, 고급알코올은 4종이 검출되었다. 아미노산은 17종이 검출되었으며, 6개월 숙성 후 증가하였고 ABTS+, DPPH, 총 폴리페놀 또한 6개월 숙성 후 증가하였다. 관능검사한 결과 송학곡자가 단맛과 신맛, 감칠맛, 전반적인 기호도에서 가장 높은 점수를 가졌다. 이상의 결과에서 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩으로 제조한 식초의 품질 특성 모두 발효식초로서 우수하지만 특히 송학곡자를 사용한 식초는 총 폴리페놀 함량이 많고 DPPH 라디칼 소거 활성 등 항산화 활성이 우수하며, 아미노산 함량도 높아 음식의 조미용뿐만 아니라 음료용으로 폭넓게 산업화 한다면 국민건강 향상을 위한 새로운 기능성 식초로서 활용도가 높을 것으로 생각된다.

Abstract This study examined the quality and characteristics of vinegar manufactured traditionally using various starters, such as Jinjugokja, Songhakgokja, and SanSeongnuruk. The quality characteristics were compared by conducting organic acid analysis, aroma component analysis, amino acid content, DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity, total polyphenols, and sensory testing. Eight types of organic acids, excluding acetic acid, were detected. Lactic acid and succinic acid showed high concentrations regardless of the type of starter. Six esters and four types of higher alcohols were detected as aroma components, and esters and higher alcohols significantly increased after aging for six months. Seventeen types of amino acids were detected, and the levels increased after aging for six months. ABTS+, DPPH, and total polyphenols increased after aging for six months. The sensory test revealed Songhakgokja to have the highest scores in sweetness, sourness, umami, and overall preference. The above results show that the quality characteristics of the vinegars made from various starters were excellent. On the other hand, vinegar using Songhakgokja had a high total polyphenol content and high DPPH radical scavenging activity. Songhakgokja has excellent antioxidant activity and a high amino acid content. Therefore, if Songhakgokja is widely industrialized and developed for seasoning foods and beverages, it is expected to be used widely as a new functional vinegar to improve public health.

Keywords : Vinegar, Traditional Way, Sanseong Nuruk, Jinjugokja, Songhakgokja

*Corresponding Author : Chul Cheong(Seoul Venture Univ.)
email: chulcheong@hotmail.com
Received May 13, 2024 Revised June 7, 2024
Accepted August 2, 2024 Published August 31, 2024

1. 서론

한국의 전통 누룩인 곡자는 미생물이 자연 배양된 것을 말한다[1]. 즉 국(麴)인 전통 누룩은 곡류를 살균하지 않고 일정한 크기로 성형하여 자연계에 존재하는 미생물이 자연접종법에 의해 자연발효법으로 띄워진 누룩을 일컬으며[2], 국(麴)은 살균한 전분질 원료에 순수 배양한 균을 접종한 것을 말한다. 현 주세법에서는 누룩이란 전분물질 또는 전분물질과 기타 물료를 섞은 것에 곰팡이류를 번식시킨 것이나 효소로서 전분물질을 당화시킬 수 있는 것이라고 기록되어 있으며, 곡자란 날곡류에 거미줄곰팡이속, 푸른곰팡이속, 앱시디아속, 털곰팡이속 등의 사상균과 효모 및 기타 균류가 번식하여 다양한 종류의 효소를 생성 분비하고 있는 국이며 다량의 효모를 지니고 있으므로 주모의 역할을 겸한 국의 일종이라고 정의했다[3]. 누룩은 전통술 양조에 필수적인 원료이며 다양한 미생물이 생육하므로 전분 당화력뿐만 아니라 생리기능성 물질이 생성될 수 있는 장점을 가지고 있다. 더욱이 생 전분으로 띄우므로 술의 양조과정에서 미발효성 당과 함께 식이성 섬유질을 풍부하게 하여 웰빙(well being) 술의 양조가 가능하다[3]. 한국에서 3대 누룩으로 알려진 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩은 독특한 특징과 장단점을 가지고 있어 전통술의 맛과 향에 영향을 미치는 것으로 알려져 왔다. 진주곡자는 쌀, 밀, 찰보리 등 다양한 곡물을 사용하여 부드러운 맛과 달콤한 향을 가지는 것을 특징으로 하며 송학곡자는 밀을 주로 사용하여 깔끔한 맛과 곡물 향이 많이 나며, 산성누룩은 찰보리를 주로 사용하여 강력한 맛과 독특한 향을 특징으로 한다.

인류의 역사와 함께해온 발효식품들 중에 술과 더불어 식초는 가장 오래된 발효식품으로서[4] 장기간에 걸친 발효와 숙성기간으로 다양한 영양성분들을 함유하게 된다. 식초에 대표적인 성분은 유기산인데 이는 음식물의 소화, 흡수를 돕고 혈액순환을 원활하게 해준다. 그리고 식초의 주성분인 초산은 에너지를 만들어주고 젖산을 분해하여 피로회복에 도움을 주며 스트레스 완화에도 도움이 된다[5]. 또한 음주 후 체내의 아세트알데히드의 분해를 도와주며 유기산 성분들이 비타민과 무기질의 흡수를 도와 숙취 해소에도 효과가 있다. 그리고 살균력이 강해 각종 염증 치료와 전염성 세균 예방에도 사용되기도 한다[6].

식초에 대한 연구로는 원료 사용량과 원료의 수확시기 및 제조방법에 따른 식초의 품질특성 비교[7], 자연발효 식초 품질 변화에 영향을 주는 미생물의 발효력, 효소활성 및 유기산 생산력 연구[8], 흑미의 이용성을 증진하기 위해 초산 발효에 적합한 균주 선발 연구[9], 전통방식으로 제조한 식초로부터 *Acetobacter* 종들 분리 및 특성 조사 연구[10] 등이 있다. 전 세계적으로 과실을 이용한 식초에 대한 연구가 활발하며 곡물발효식초는 중국과 일본, 우리나라를 중심으로 연구 및 제조되고 있다[3]. 그러나 시판되는 식초의 이용 균주는 주로 상업적인 대량생산에 이용되고 있는 *Acetobacter aceti*로, 향기성분의 대부분이 acetic acid에 기인하기 때문에 발효과정 중 풍부한 풍미를 생성하는 전통방식 식초의 산업화 방안이 요구되고 있으며[11]. 곡물 발효식초는 오랜 역사를 가진 전통 발효 식품으로, 다양한 건강 기능과 풍미를 지닌 것으로 알려져 있는데, 국(麴)의 종류에 따른 곡물의 발효 과정에서 생성되는 풍미 성분과 품질 특성이 다르다는 점에 대한 연구는 부족하다.

따라서 본 연구에서는 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩 등 다양한 국(麴)을 이용하여 전통방식으로 제조한 식초의 품질 특성을 비교하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

3종의 국(麴)은 시중에서 판매하는 제품으로 그 종류는 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩을 사용하였다. 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩의 역가는 300~400sp로 나타났으며, 현미쌀은 국내산을 사용하였다. 식초제조에 사용된 종초는 현미발아 종초를 사용하였다.

2.2 식초의 제조

Hong 등[3]의 연구방법을 토대로 전통발효 방식으로 식초를 제조하였다〈Fig. 1〉. 쌀을 씻고 난 후, 8시간 수침하여 각종 냄새들을 충분히 빼주고 불린 쌀을 이용해서 고두밥(40분 가열 물주기, 10분 가열, 뜸들이기 10분)을 지은 후 20~25℃에서 충분히 식혀주었다. 고두밥 4 kg을 담은 용기에 3종의 국(麴)을 각각 쌀 양의 8%를 넣고 잘 섞은 후에 발효가 잘 되도록 20~30분 정도를 치대어주었다. 물 6 L를 넣고 25℃에서 5일간 알코올 발효를 진행, 이때 효모가 한쪽으로 몰리지 않도록 위아래 골고루 섞어주며, 매일 3회씩 동일한 시간에 실행하였다. 원주를 완성한 후에 현미발아 종초 18%를 접종, 발효 유리병(Lock&Lock, Korea)에 넣어 27℃에서 30일동안 초산발효를 진행하였다. 일반적으로 초산발효 중에는 잡균오염 방지를 위해 가끔 식초상부층을 저어주지만 본

연구에서는 초산발효 중에는 식초의 초막을 흩뜨리지 않고 그대로 방치하여 식초를 제조하였다[3]. 30일간의 초산발효가 종료된 식초는 국(麴) 종류에 상관없이 5.5~5.7%의 총산도를 나타내었다. 숙성을 위해 발효 유리병 상부에 부유하는 맑은 식초만을 분리하여 초산발효가 더 이상 일어나지 않도록 식초를 밀봉하여 15℃에서 6개월간 숙성을 진행한 후에 본 실험에 사용하였다.

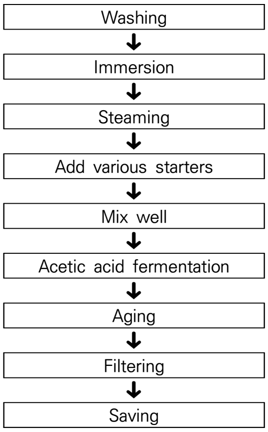

Fig. 1. Vinegar manufacturing method

2.3 실험방법

2.3.1 유기산 분석

발효 중에 생성되는 10개의 유기산을 분석하기 위해 시료를 채취하여 0.2 ㎛ membrain filter로 여과한 후 HPLC(Waters 2489, UV/Visible Detector)로 분석하였다. 컬럼은 TSKgel ODS-100 (4.6 mm×250 mm×5 ㎛, JAPAN)를 사용하였다. Column oven의 온도는 35℃로 설정하였고, 이동상은 150 mM NaH_2PO_4 Phosphate buffer pH 2.0을 1.0 ㎖/min으로 흘려주었다. 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Organic acid analysis conditions

	Waters 2489
Column	TSK-GEL ODS 100V (4.6mmi.d. X 250mm, 5㎛, 12nm)
Temperature	35℃
Flow rate	1 ml/min
UV	210, 220 nm
Eluent	150mM NaH_2PO_4 phosphoric acid
Injection volume	2㎕

2.3.2 향기성분 분석

발효 중 생성되는 Acetaldehyde류와 Ethyl acetate 등의 에스터류, 그리고 fusel oil 등 향기성분은 시료 100 ㎖에 증류수 30 ㎖를 넣고 heating mantle에서 가열하였다. 눈금실린더에 증류액 95 ㎖를 취하여 증류수를 넣어 눈금까지 채운 후 가스크로마토그래피를 이용하여 분석하였다. Agilent 7890B GC System(Agilent 7697A headspace Sampler, Flame Ionization Detector(FID))로, 컬럼은 HP-INNOWAX (30 m*0.25 mm, 0.5 um)를 사용하였다. 온도는 Injection-200℃, Detection-250℃로 설정하였고, Carrier gas는 N_2 gas를 1 ml/mim으로, H_2 gas와 Air는 각각 30 ml/min과 300 ml/mim으로 흘려주었다.

2.3.3 아미노산

유리 질소화합물은 아미노산 자동분석기(L-8900, Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 사용하였다. 시료 5 ㎖에 5% trichloroacetic acid(Junsei Chemical Co., Ltd, Japan) 5 ㎖를 첨가한 후 원심분리(4℃, 12,000×g, 15 min)하였다. 상등액을 회수한 다음 여과(0.2 ㎛, Millipore Co., Cork, Ireland)한 것을 분석하였으며, 분석조건은 제조사의 매뉴얼을 따랐다(Hitachi high-Technologies corporation(2014) L-8900 Amino Acid Analyzer).

2.3.4 DPPH 라디컬 소거능

시료 0.5 ㎖ 에 0.2 mM DPPH 용액 2 ㎖를 혼합하고 실온에서 30분간 방치 시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 첨가군과 비첨가군의 흡광도 차이를 아래와 같이 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = (1 - \text{시료첨가군흡광도} / \text{시료비첨가군흡광도}) \times 100$$

2.3.5 ABTS 라디컬 소거능

시료 20 ㎖에 ABTS 양이온(ABTS+) 용액 980 ㎖를 가하여 실온에서 6분간 방치한 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 첨가군과 비첨가군의 흡광도 차이를 아래와 같이 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS+ radical scavenging activity(\%)} = (1 - \text{시료첨가군흡광도} / \text{시료비첨가군흡광도}) \times 100$$

2.3.6 총 폴리페놀

시료는 증류수 10 ㎖를 넣은 시험관에 0.1 ㎖, 0.5 ㎖를 각각 넣고, 부피를 일정하게 하기 위해 시료 0.1 ㎖ 넣은 시험관에는 0.9 ㎖를 0.5 ㎖ 넣은 시험관에는 0.5 ㎖의 증류수를 넣은 후 각 시험관에 2N Folin-Ciocalteu 시약을 1 ㎖씩 넣은 후 실온에서 3분간 방치, 각 시험관에 10% 탄산나트륨 1 ㎖씩을 넣고 암소에서 1시간 방치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 탄닌산 용액으로 작성하였다.

2.3.7 관능평가

3종의 국(麴)을 이용해서 제조한 식초 3종의 기호도 비교를 확인하기 위해 관능평가를 실시하였다. 관능평가는 참여 연구원 및 서울벤처대학원대학교 발효식품·양조학과 석사, 박사과정의 학생으로 양조 전문패널 20명이 참여하였고, 검사에 관하여 충분히 사전에 숙지시켰다. 관능평가 기준은 시각적 평가, 후각적 평가, 미각적 평가, 종합 평가 항목으로 5점 척도법(매우 좋다 : 5점, 좋다 : 4점, 보통이다 : 3점, 좋지 않다 : 2점, 매우 좋지 않다 :1점)에 의해 실시하였으며, 평가점수가 높을수록 품질이 뛰어난 것으로 판단하였다.

2.4 통계처리

주요 향기 성분과 유기산의 실험결과는 SPSS program (Version 21.0, Chicago, USA)를 이용하여 각 실험군의 평균을 구하고, 시료간의 차이 검증은 일원 배치 분산분석(ANOVA)을 사용하였으며 Duncan's multiple range test에 따라 $p<.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 원주의 품질 특성

3.1.1 원주의 pH와 총산도

Table 2는 3종의 국(麴)에 의해서 제조된 원주의 pH와 총산결과이다. 원주의 pH는 알코올 발효 후 송학곡자가 4.65로 가장 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. Lee 등[13]의 연구에서는 전통누룩으로 담금한 경우 pH는 4.32-4.43으로 나타났다고 하였으며, 구연산과 내산성 당화효소를 생산하기 때문에 pH를 산성으로 유지하게 하는 것으로 알려져 있다[3]. 본 연구결과에서도 국(麴)의 pH는 4.29-4.65로 나타났으며, 유의적으로 차이가 나지 않았다. 담금 직후의 총산은 주로 국이나 원료에서 유래되지만, 알코올 발효가 진행되면 효모나 젖산균 등의 미생물 작용으로 생성되기 때문에 시험구간에 사용된 국(麴)의 종류와 미생물의 구성에 따라 총산을 구성하는 유기산과 총산 농도는 다르게 나타나는 것으로 알려져 있다[13].

Table 2. pH and total acids(%) of Won-ju(*raw makgeolli*) according to the type of Starters

sample	pH	Total acids(%)
Jin Ju	4.39^{ns}	1.18^{ns}
Song Hak	4.65	1.09
San Seong	4.29	1.32

^{ns} Not significant

3.1.2 원주의 유기산 함량

원주의 국(麴) 종류에 따른 유기산 종류 및 함량은 Table 3과 같다. 유기산은 국(麴) 종류에 관계 없이 젖산이 가장 많이 검출되었고, 초산, 호박산, 구연산, 사과산 등은 국(麴)의 종류에 따라 차이가 났다. 구연산, 말산, 호박산, 초산의 경우 송학곡자에서 유의적으로 가장 많이 검출되었으며, 젖산의 경우 진주곡자에서 197.21 mg%로 가장 많이 검출된 것으로 나타났으며($p<.05$), 초산의 경우 진주곡자에서 26.11 mg%로 유의적으로 가장 적게 검출된 것으로 나타났다.

Table 3. Organic acid in Won-ju(*raw makgeolli*) according to the type of Starters (mg%)

Sample	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Total
Jin Ju	35.01±2.02^{c}	69.45±1.81^{b}	58.15±9.85^{b}	197.21±21.19^{a}	26.11±4.52^{b}	385.84±7.86^{b}
Song Hak	63.36±9.41^{a}	74.09±1.93^{a}	64.33±15.11^{a}	169.14±30.44^{b}	91.08±6.73^{a}	461.35±12.01^{a}
San Seong	55.13±4.97^{b}	54.37±6.66^{c}	66.70±16.33^{a}	147.03±18.75^{c}	41.81±8.37^{b}	363.64±10.09^{b}

$^{a\sim c}$ Values with different superscript within a same column are significantly different at $p<.05$ by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD.

Table 4. Fragrance content of Won-ju(*raw makgeolli*) according to the type of Starters (ppm)

Item(ppm)	Won-ju(raw makgeolli)		
	Jin Ju	Song Hak	San Seong
Ethyl acetate	5.81±0.11[a]	6.73±0.42[a]	4.40±0.10[b]
Vinyl acetate	0.53±0.20[a]	0.16±0.01[b]	0.63±0.11[a]
Isobutyl acetate	0.41±0.00[a]	0.39±0.11[a]	0.16±0.01[b]
Isoamyl acetate	4.83±0.31[ns]	5.73±0.11	4.73±0.33
Diethyl succinate	0.10±0.00[ns]	0.19±0.01	0.30±0.00
Phenethyl acetate	ND	0.36±0.02	ND
Σ Esters	11.68±0.62[ab]	13.21±2.20[a]	10.22±0.54[b]
Isoamyl alcohol	2.33±0.31[b]	4.06±0.11[a]	3.01±0.11[a]
Isobutanol	0.13±0.01[ns]	0.16±0.00	0.30±0.00
2-Ethylhexanol	0.19±0.01[ns]	0.10±0.00	0.27±0.01
Phenylethanol	12.43±1.44[b]	15.89±3.14[a]	12.83±2.71[b]
Σ Higher alcohols	14.33±1.6[b]	17.53±4.1[a]	13.88±2.51[b]
Isobutyric acid	ND	0.28±0.01	0.23±0.01
Isovaleric acid	0.93±0.11[a]	0.00±0.00[b]	0.93±0.20[a]
Σ Fatty acids	14.33±0.10[b]	17.81±0.0[a]	14.03±0.12[b]
Acetoin	0.41±0.00[ns]	0.48±0.11	0.37±0.02
Benzaldehyde	0.35±0.11[ns]	0.19±0.01	0.10±0.00

[a~b] Values With different superscript within a same row are significantly different at $p<.05$ by Duncan's multiple range test.
[ns] Not significant * Each value is expressed as mean±SD.

3.1.3 원주의 향기성분

국(麴) 종류별 원주의 향기 성분을 비교한 결과는 Table 4에 나타내었다. 원주에 꽃향을 부여하는 에스터류는 총 6종이 분석되었고 모든 시험구에서 에틸아세테이트와 이소아밀아세테이트가 가장 많이 검출되었다. 3종의 국(麴)에서 분석된 총 에스터류는 송학곡자가 13.21 ppm으로 진주곡자와 산성누룩보다 유의적으로 높게 검출되었다($p<.05$). 장미향을 부여하는 페닐아세테이트는 3종의 시험구 모두에서 매우 적은 농도가 검출되어 원주의 향에 미치는 영향이 미미한 것으로 판단된다. 원주에 알코올 향을 부여하는 고급 알코올류는 총 4종이 분석되었으며 3종의 국(麴)에서 송학곡자가 17.53 ppm으로 진주곡자와 산성누룩에 비해서 유의적으로 높은 농도로 검출되었다. 고급 알코올류 중에서 장미향을 부여하는 페닐 에탄올이 다른 향기성분보다 모든 시험구에서 유의적으로 가장 많은 농도를 나타냈다. 시험구간의 고급 알코올 농도가 다른 향기성분에 비해 원주에서 높게 검출되어 에스터류와 함께 원주의 향기에 유의적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 원주에 지방취를 부여하는 지방산류는 2종이 검출되었는데 3종의 국(麴)은 진주곡자 14.33 ppm, 송학곡자 17.81 ppm, 산성누룩은 14.03 ppm으로 분석되었다. 그 중 이소부티릭산은 유의적 차이가 없는 반면, 이소발레렉산은 유의적 차이를 보였다($p<.05$). 아세톤취를 유발하는 아세토인과 너트향을 부여하는 벤즈알데히드는 3종의 국(麴)간 큰 유의적 차이는 없었다. 원주의 향기 성분은 식초발효를 통해 그 성분 프로파일 구성이 달라지지만, 원주의 아로마 성분이 식초로 대부분 전이되게 된다[12]. 본 연구에서 검출된 아로마 성분은 꽃향을 풍기는 에스터류와 알코올 향을 부여하는 고급 알코올이 송학곡자를 이용한 원주에서 유의적으로 가장 많이 나타난 것에 주목할 필요가 있다.

3.1.4 원주의 아미노산 함량 비교

Table 5는 3종의 국(麴) 종류별 원주의 아미노산을 분석비교 한 것이며 아미노산은 총 17종이 분석되었다. 아미노산 중에는 알라닌(278~426 ppm)이 국(麴) 종류와 관계없이 모든 시험구에서 가장 많이 유의적으로 검출되었고 그 다음으로 글루탐산과 발린이 높은 농도로 검출되었다. 아르기닌과 시스테인이 국(麴) 종류와 관계없이 가장 낮은 농도로 검출되었다. 그리고 국(麴) 종류별 검출된 각 아미노산의 농도는 유의적 차이를 보여 국(麴) 종류가 아미노산의 농도에 영향을 미치는 것으로 보인다. 아미노산은 효모 발효 시 질소원으로서 매우 중요한 영양물질이며 아미노산이 알코올발효 시 적을경우 효

Table 5. Amino acid content of Won-ju(raw makgeolli) according to the type of Starters (ppm)

Amino acids	Won-ju(raw makgeolli)		
	Jin Ju	Song Hak	San Seong
Aspartic acid	16.01±1.51^ns	14.22±1.73	11.45±2.06
Threonine	67.57±9.18^a	51.54±35.31^b	74.56±10.30^a
Serine	54.87±7.23^ns	48.77±9.34	55.68±8.29
Glutamic acid	124.34±23.12^b	102.64±191.32^c	154.54±17.51^a
Glycine	116.74±22.36^a	124.46±12.43^a	57.95±8.73^b
Alanine	278.86±50.11^b	425.82±67.11^a	285.33±44.17^b
Valine	104.93±25.14^b	120.09±18.81^ab	137.47±18.70^a
Cysteine	0.15±0.11^b	0.29±0.01^a	0.15±0.08^b
Methionine	10.02±1.02^c	16.08±2.81^a	13.71±1.63^b
Isoleucine	50.25±3.31^a	64.43±4.18^a	34.56±2.91^b
Leucine	78.81±7.11^c	87.83±5.94^b	96.36±12.16^a
Tyrosine	20.95±1.42^b	29.92±5.11^b	47.37±3.33^a
Phenylalanine	10.62±1.44^b	8.09±0.91^b	19.84±1.15^a
Ornithine	108.98±13.12^a	91.18±21.17^a	58.81±17.19^b
Lysine	97.34±12.37^a	97.27±17.70^a	28.94±2.15^b
Histidine	57.82±7.73^ns	54.34±11.11	57.71±7.93
Arginine	0.23±0.01^b	0.59±0.02^ab	0.89±0.03^a
Total amino acids	1,198.26±35.21^ab	1,336.97±40.88^e	1,133.09±65.12^b

a~c Values with different superscript within a same row are significantly different at $p<.05$ by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD. * ns Not significant, * ND is not detected.

모가 생합성을 하면서 고급 알코올류가 다량 생성하거나 반대로 아미노산이 많을경우 잉여 아미노산이 고급 알코올로 분해되는 대사를 거치게 된다[12]. 아미노산이 다량 함유된 원주의 경우 이 원주를 이용한 식초 제조시에 식초에 전이되어 식초의 맛과 품질에 영향을 미칠 수 있다[3]. 일본 흑초의 경우 필수 아미노산이 다량 함유되어 고급 식초로서 소비자에게 알려져 있고 기능성 식초로서 고가에 판매되고 있다[14]. 본 연구에서 검출된 아미노산이 송학곡자를 이용한 원주에서 가장 많이 검출된 것은 향후 송학곡자를 이용한 곡물식초의 품질평가에 긍정적으로 작용할 수 있을 것으로 판단된다.

3.1.5 원주의 항산화 비교

Table 6의 원주의 항산화 성분 분석에서는 분석항목에 따라 시험구간의 유의적 차이를 보였는데, 예로서 ABTS+와 DPPH에서는 진주곡자를 이용한 원주에서 유의적으로 항산화 기능이 우수한 것으로 나타났고, 총 폴리페놀 분석에서는 산성누룩으로 제조한 원주에서 유의적으로 가장 우수한 것으로 나타났다($p<.05$). ABTS+와 DPPH는 자유 라디칼 소거 활성을 측정하는 분석 방법으로 자유 라디칼은 세포 손상 및 노화를 유발하는 활성산소로 항산화 활성이 높을수록 자유 라디칼을 효과적으

Table 6. ABTS(%), DPPH(%) and Total polyphenol contents of Won-ju(*raw makgeolli*) according to the type of Starters

Division	sample	ABTS+(%)	DPPH(%)	Total polyphenol (mg/100ml)
Won-ju (raw makgeolli)	Jin Ju	91.31±9.70^a	5.73±0.71^a	547.04±18.23^a
	Song Hak	78.54±7.05^b	2.28±0.17^b	475.58±23.34^b
	San Seong	88.37±5.41^a	2.89±0.55^b	614.64±31.23^a

a~b Values with different superscript within a same column are significantly different at $p<.05$ by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD.

Table 7. Organic acid after acetic acid fermentation and 6 months aging vinegar according to the type of Starters

Item(mg%)	Acetic acid fermentation			6 months aging		
	Jin Ju	Song Hak	San Seong	Jin Ju	Song Hak	San Seong
Citric acid	30.09±2.03[b]	28.44±1.81[b]	51.25±9.43[a]	59.78±8.13[b]	40.54±3.13[c]	74.32±4.22[a]
Malic acid	58.83±1.81[b]	50.09±5.51[b]	71.36±1.92[a]	81.92±1.90[a]	65.32±2.62[b]	50.07±3.41[c]
Succinic acid	111.78±29.81[a]	90.87±20.53[b]	100.42±25.13[b]	112.32±23.81[ns]	119.31±36.30	113.58±22.77
Lactic acid	97.03±21.11[c]	201.94±11.91[a]	169.56±30.47[b]	114.23±31.08[b]	175.34±29.21[a]	179.78±15.23[a]
Oxalic acid	45.78±13.02[a]	28.11±9.03[b]	33.36±10.61[b]	42.45±9.82[b]	48.59±11.17[a]	39.28±8.63[b]
Tartaric acid	0.16±0.01	ND	0.19±0.00	ND	0.14±0.01	0.24±0.01
Fumaric cid	ND	ND	ND	ND	ND	0.19±0.01
Formic acid	47.09±10.87[a]	29.65±4.32[b]	43.45±7.13[a]	107.62±21.63[b]	97.67±17.44[b]	89.33±12.31[a]
ΣOrganic acid	388.84±11.31[c]	426.26±10.91[b]	467.33±26.21[a]	515.51±12.82[b]	544.44±14.13[a]	543.67±17.61[a]

[a~c] Values with different superscript within a same row are significantly different at *p*<.05 by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD. * [ns] Not significant, * ND is not detected.

로 소거하여 세포 손상을 방지하는 데 도움이 되는 것으로 총 폴리페놀 함량이 높을수록 항산화 활성이 높아지는 경향이 있다. 진주곡자와 산성누룩의 항산화 활성이 높게 나타나 향후 이를 이용한 곡물식초의 품질평가에서 긍정적으로 작용할 수 있다고 기대된다.

3.2 초산발효와 6개월 숙성 식초 품질특성

3.2.1 유기산

Table 7는 국(麴) 종류별 초산발효 후와 6개월간 숙성 후 초산을 제외한 유기산의 농도를 비교한 것으로 총 8종의 유기산이 검출되었다. 유기산 중 젖산과 호박산이 국(麴)에 관계없이 높은 농도를 보였는데, 이는 높은 농도로 존재한 원주의 젖산과 호박산이 초산발효시 상당 부분 전이된 것이고 초산발효를 통해 부가적으로 생성된 유기산도 상당 부분 많다[12]. 본 연구에서 분석된 유기산의 종류와 농도는 곡물을 이용한 Qui 등[15]에서와 대부분 유사한 결과를 보였고, Park 등[16]의 연구에서도 국내 시판 현미식초의 주요 유기산은 초산, 구연산을 포함한 젖산, 옥살산, 호박산, 사과산, 주석산 총 7종이 검출되었다고 하였다.

3종의 국(麴)을 이용하여 6개월간 숙성을 거친 식초의 유기산을 살펴보면 송학곡자와 산성누룩은 젖산이 가장 많이 생성되었고, 진주곡자의 경우 호박산이 유의적으로 가장 많이 생성되었다(p<.05). 6개월 기간 숙성기간을 거치면서 모든 시험구에서 유기산들의 농도가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 젖산이 다량 생성되는 이유는 누룩의 젖산균과 원주 제조시 젖산균의 번식에 기인하는 것으로 일반적으로 곡류 발효시 나타나는 일반적인 경향으로 볼 수 있다[3]. 초산발효 후의 유기산 농도는 진주곡자 388.84 mg%, 송학곡자 426.26 mg%, 산성누룩 467.33 mg%를 보이다가 6개월의 숙성기간을 거치면서 일부 휘발되기는 하지만 진주곡자 515.51 mg%, 송학곡자 544.44 mg%, 산성누룩 543.67 mg% 농도를 보이면서 17% 이상의 증가를 보였다. 국(麴)에 관계없이 숙성기간을 거치면서 유기산들의 농도가 높아지는 이유는 수분이 휘발되면서 식초가 농축되었기 때문인 것으로 판단된다. 초산의 경우는 숙성기간을 거치면서 일부 휘발되기는 하지만 6개월간의 숙성기간을 거치면서 다른 유기산과 마찬가지로 수분 증발에 따라 초산의 농도는 다소 높아지는 것을 알 수 있다.

3.2.2 향기 성분

초산발효와 6개월간의 숙성 후 3종의 국(麴)을 이용한 식초의 향기성분을 Table 8에 나타내었다. 향기성분 측정 결과 에스터의 경우 총 6개가 검출되었는데, 그중 에틸아세테이트와 이소아밀아세테이트가 모든 시험구에서 가장 많이 검출되었다. 그 외 에스터류는 그 농도가 매우 미량으로 검출되었다. Jung [14]의 연구에 의하면 가장 많은 종류의 향기성분이 동정된 ester류는 일반적으로 식품에서 양적인 면에서는 함유량이 적으나 방향(芳香)을 가지므로 미량 향기성분으로도 중요시되며 주류에서 alcohol류와 aldehyde류 보다 기여도가 큰 것으로 알려져 있다고 하였다. 본 실험에서 3종의 국(麴) 종류별 식초의 에스터류를 보면, 산성누룩을 제조한 식초에서 에스터류가 다른 시험구에 비해 유의적으로 많이 검출되었다(p<.05). 고급 알코올류는 효모의 아미노산 대사에 의

Table 8. Fragrancecontent of acetic acid fermentation and 6 months aging vinegar according to the type of Starters

Item(ppm)	Acetic acid fermentation			6 months aging		
	Jin Ju	Song Hak	San Seong	Jin Ju	Song Hak	San Seong
Ethyl acetate	3.17±0.91[b]	3.35±1.01[b]	4.97±1.22[a]	7.38±1.14[b]	9.12±0.81[a]	8.09±0.91[b]
Vinyl acetate	0.23±0.00[ns]	0.11±0.00	0.28±0.02	0.43±0.01[b]	2.44±0.01[a]	0.44±0.02[b]
Isobutyl acetate	0.45±0.01[ns]	0.33±0.00	0.23±0.01	0.18±0.02[b]	0.83±0.12[a]	1.17±0.03[a]
Isoamyl acetate	3.93±0.21[a]	2.93±0.61[b]	3.17±0.21[b]	7.56±0.21[a]	4.85±0.91[b]	8.85±0.75[a]
Diethyl succinate	0.15±0.00[ns]	0.28±0.02	0.19±0.02	1.17±0.03[a]	0.79±0.04[a]	0.48±0.02[b]
Phenethyl acetate	0.87±0.11[a]	0.17±0.02[b]	0.28±0.03[b]	0.49±0.13	ND	0.10±0.00
Σ Esters	7.93±1.12[a]	7.34±2.18[b]	8.84±3.03[a]	16.72±0.38[b]	18.03±0.52[a]	19.03±2.23[a]
Isoamyl alcohol	2.47±0.71[ns]	2.09±0.91	1.81±0.22	5.74±0.96[a]	4.45±0.83[b]	4.16±1.61[b]
Isobutanol	0.23±0.01[ns]	0.13±0.00	0.33±0.01	0.12±0.00[b]	0.38±0.03[a]	0.44±0.05[a]
2-Ethylhexanol	2.05±0.21[c]	4.14±0.50[a]	3.48±0.83[b]	3.26±0.12[b]	8.67±0.31[a]	2.26±0.77[b]
Phenylethanol	ND	0.15±0.01	0.27±0.02	0.43±0.01[ns]	0.46±0.01	0.39±0.02
Σ Higher alcohols	12.68±0.93[b]	13.36±1.81[a]	14.46±2.18[a]	25.84±0.25[b]	31.53±0.62[a]	25.89±0.62[b]
Isobutyric acid	0.16±0.00[b]	0.14±0.01[b]	0.41±0.00[a]	ND	ND	3.48±0.02
Isovaleric acid	1.23±0.71[b]	0.73±0.10[b]	5.46±0.20[a]	1.77±0.11[c]	2.39±0.18[b]	3.36±0.13[a]
Σ Fatty acids	1.39±0.11[b]	13.54±0.71[a]	14.87±0.13[a]	25.84±0.13[b]	31.53±0.61[a]	29.37±0.13[a]
Acetoin	4.09±1.21[a]	0.98±0.11[b]	1.91±0.25[b]	3.44±1.11[a]	0.56±0.12[c]	1.61±0.32[b]
Benzaldehyde	0.44±0.02[b]	2.08±0.53[a]	0.79±0.11[b]	0.16±0.00[b]	1.45±0.36[a]	1.18±0.20[a]

[a~c] Values with different superscript within a same row are significantly different at $p<.05$ by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD. * [ns] Not significant, * ND is not detected.

해 형성된 것으로 본 연구에서는 4종의 고급 알코올류가 검출되었고 각 시험구의 총 고급 알코올 농도는 진주곡자 12.68 ppm, 송학곡자 13.36 ppm, 산성누룩 14.46 ppm을 보였다. 식초의 향기성분은 식초의 품질에 큰 영향을 미치는 성분이지만, 본 연구에서 검출된 향기성분은 식초에서 보통 검출되는 대표적인 성분들로서 각기 다른 원료와 발효공법 및 숙성정도가 상이한 타 연구와의 향기 성분 간의 직접 비교는 어렵다. 다만 본 연구에서 검출된 각 식초간의 향기 성분 특성 차이와 그로 인한 각 식초의 품질평가가 중요한 것으로 판단된다.

진주곡자, 송학곡자, 산성누룩을 첨가하여 제조한 식초를 6개월 동안 숙성 후 향기 성분을 분석한 결과 초산발효후에 비해서 증가함을 알 수 있다. 대부분의 향기 성분은 원주에서 식초로 전이된 것이며 일부 향기 성분은 초산발효와 숙성을 통해 부가적으로 생성된 것으로 보인다. 6개월의 숙성기간동안 에스터류와 고급 알코올류가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 특히 식초에 꽃향을 부여하는 에스터류는 국(麴)에 관계없이 2.1배 이상 증가된 것으로 나타났다. 이는 에스터류가 숙성기간 중 수분 휘발에 따른 증가 외에 알코올류와 산류의 에스터 결합으로 추가적으로 생성된 것으로 보인다. 지방산류 역시 숙성 후에 증가추세를 보였는데 특히 이소바레릭산은 산성누룩을 이용한 6개월 숙성 식초가 가장 높은 농도를 보였다.

3.2.3 아미노산

Table 9는 국(麴) 종류별 초산발효 후 아미노산의 농도를 비교한 것으로 원주에서와 같이 17종의 아미노산을 검출하였다. 국(麴) 종류에 따른 식초별 총 아미노산의 농도를 보면 송학곡자를 이용하여 원주 제조 후 식초 제조 시 발아현미종초를 첨가한 시험구에서 아미노산이 다른 시험구에서보다 유의적으로 높게 나타났다. 이는 이미 송학곡자와 발아현미종초 시험구의 원주에서 높은 아미노산이 식초로 전이된 것으로 판단되며 다른 한편으로는 발아현미종초가 식초의 아미노산 농도에도 영향을 준 것으로 보인다. 아미노산은 초산발효기간을 거치면서 그 농도가 점차 증가하는 추세를 보이는데, 본 연구에서의 총 아미노산 농도는 일본 흑초제조과정에서 검출된 아미노산의 농도와 유사한 수치를 나타내었다[14]. 송학곡자의 경우 초산발효 후 1,207.66 ppm 수준의 총 아미노산 농도를 보였고 숙성 6개월째에는 1,621.21 ppm의 농도를 보여 진주곡자와 산성누룩을 이용한 식초에서보다는 더 많은 아미노산 농도를 나타내었다.

Table 9. Amino acid content of acetic acid fermentation and 6 months aging vinegar according to the type of Starters

Amino acids (ppm)	Acetic acid fermentation			6 months aging		
	Jin Ju	Song Hak	San Seong	Jin Ju	Song Hak	San Seong
Aspartic acid	10.04±1.53^{b}	9.08±1.97^{b}	24.39±4.11^{a}	16.12±2.15^{b}	5.32±2.01^{c}	43.25±3.33^{a}
Threonine	61.43±5.15^{a}	54.40±5.13^{ab}	47.18±2.93^{b}	81.46±7.57^{b}	137.14±25.82^{a}	70.59±6.16^{b}
Serine	58.09±11.14^{b}	64.77±9.85^{a}	40.11±11.13^{b}	79.55±16.57^{a}	42.37±4.83^{b}	86.84±9.57^{a}
Glutamic acid	100.08±15.10^{b}	97.82±9.98^{b}	174.29±31.30^{a}	121.07±24.71^{b}	153.12±23.94^{a}	123.14±21.51^{b}
Glycine	123.16±17.62^{ns}	129.29±30.12	116.45±7.95	141.29±33.80^{b}	110.74±18.51^{c}	167.11±22.85^{a}
Alanine	274.39±50.11^{ns}	279.45±36.51	311.17±27.62	301.37±41.81^{a}	347.12±22.23^{a}	244.19±38.41^{b}
Valine	109.14±25.08^{b}	128.03±14.51^{a}	104.88±9.73^{b}	118.67±18.73^{b}	174.23±34.23^{a}	81.19±21.17^{c}
Cysteine	0.21±0.00^{ns}	0.42±0.23	0.27±0.12	1.11±0.09^{a}	0.23±0.01^{b}	0.12±0.01^{b}
Methionine	15.42±3.11^{b}	23.05±6.12^{a}	19.81±2.71^{ab}	21.43±5.11^{b}	78.77±8.86^{a}	64.09±1.85^{a}
Isoleucine	59.29±3.14^{a}	41.39±5.13^{b}	36.24±3.82^{b}	67.26±3.44^{b}	121.02±13.81^{a}	34.77±8.82^{c}
Leucine	114.05±1.63^{a}	97.88±9.92^{b}	108.45±18.87^{ab}	121.19±27.53^{ns}	120.16±25.81	276.25±33.62
Tyrosine	25.34±2.31	50.74±9.94^{a}	48.27±13.13	33.27±3.93^{b}	64.74±8.45^{a}	43.73±8.42^{b}
Phenylalanine	10.07±1.46^{ns}	7.08±0.96	8.62±1.67	24.19±2.11^{b}	5.94±1.58^{c}	59.26±3.74^{a}
Ornithine	174.07±18.13^{a}	79.38±4.96^{c}	109.23±22.19^{b}	187.91±24.94^{a}	97.14±12.51^{b}	118.11±21.41^{b}
Lysine	42.61±7.83^{b}	80.09±10.17^{a}	38.56±6.72^{b}	43.08±8.13^{b}	110.88±19.91^{a}	47.38±4.83^{b}
Histidine	85.61±7.27^{a}	64.79±8.15^{b}	57.55±6.64^{b}	121.88±19.91^{a}	57.18±9.11^{b}	54.55±6.41^{b}
Arginine	0.29±0.03^{ns}	0.19±0.01	0.58±0.02	1.72±0.16^{a}	0.16±0.03	0.24±0.01
Total amino acids	1,259.18±34.21^{b}	1,207.66±16.35^{a}	1,245.47±82.99^{a}	1,480.85±79.73^{b}	1,621.21±21.27^{d}	1,509.66±20.21^{d}

$^{a\sim c}$ Values with different superscript within a same row are significantly different at *p*<.05 by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD.

3.2.4 항산화

초산발효 후 각 식초의 항산화 성분을 Table 10에 나타내었다. 초산발효 후 항산화 물질 지표로 삼은 성분중에 ABTS+는 진주곡자 87.03%, 송학곡자 89.28%, 산성누룩 89.26%로 나타났으며, DPPH는 2.93~4.59%, 그리고 총 폴리페놀은 319.23~510.82 mg/100 ml를 나타내었다. ABTS+ 기준으로 보면, 산성누룩과 송학곡자를 이용하여 제조한 식초가 약간 높은 수치를 보였으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났고, DPPH의 기준으로 보면, 진주곡자를 이용하여 제조한 식초에서 유의적으로 높게 나타났다(*p*<.05). 총 폴리페놀 기준으로는 진주곡자를 이용하여 제조한 식초에서 유의적으로 높게 나타났다(*p*<.05).

6개월의 숙성을 거친 식초의 항산화 물질 지표인 ABTS+, DPPH, 총 폴리페놀 성분은 국(麴) 종류에 상관없이 증가한 것으로 나타났다(Table 10). 상기 실험결과 각 항산화 물질 지표간 상호 호환성은 보이지 않았지만 대체적으로 숙성을 거친 식초에서 항산화 물질이 유의적으로 높게 나타남을 알 수 있었다. 폴리페놀은 녹색식물이 광합성을 할 때 생성된 탄수화물의 일부가 변화된 2차대사 화합물로 주로 식물체 내에서 색과 쓴맛, 떫은맛을 나타내는데, 이러한 폴리페놀 화합물은 활성산소에 노출되어 손상되는 DNA의 보호나 세포구성 단백질 및

Table 10. ABTS(%), DPPH(%) and Total polyphenol contents according to the type of Starters

Division	Acetic acid fermentation			6 months aging		
	Jin Ju	Song Hak	San Seong	Jin Ju	Song Hak	San Seong
ABTS+(%)	87.03±11.21^{ns}	89.28±9.34	89.26±15.04	92.18±8.97^{b}	101.07±18.65^{a}	91.08±19.40^{b}
DPPH(%)	4.59±1.43^{a}	4.18±0.92^{a}	2.93±0.72^{b}	7.82±1.37^{a}	7.76±0.75^{a}	1.91±0.20^{c}
Total polyphenol(mg/100ml)	510.82±29.64^{a}	420.04±28.85^{b}	319.23±34.08^{c}	567.32±43.74^{b}	616.22±33.41^{a}	514.04±19.53^{b}

$^{a\sim c}$ Values with different superscript within a same row are significantly different at *p*<.05 by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD. * ^{ns} Not significant.

Table 11. Sensory characteristics of of vinegar according to the type of *Nuruk and Ipguk*

Sample	Sweet Taste	Sour Taste	Umami Taste	Flavor	Overall preference
Jin Ju	3.41±0.11^{b}	4.27±0.43^{b}	4.31±0.30^{b}	4.51±0.20^{ns}	4.03±0.41^{b}
Song Hak	4.53±0.32^{a}	4.61±0.13^{a}	4.81±0.21^{a}	4.54±0.12	4.74±0.22^{a}
San Seong	4.68±0.12^{a}	4.30±0.32^{b}	4.33±0.11^{b}	4.30±0.21	4.22±0.11^{b}

* Values with different letters(a,b,c,d,e) in the same column were significantly different at $p<.05$ by Duncan's multiple range test.
* Each value is expressed as mean±SD.

효소를 보호하는 역할을 하여 항산화능에 크게 기여하는 물질이라고 보고된 바 있다[17]. ABTS+ 와 DPPH는 다양한 천연소재로부터 항산화 물질을 탐색하기 위해 많이 이용되고 있다[12]. Kim과 Park [17]은 식초의 항산화 활성에 관여하는 주요 물질은 폴리페놀 및 플라보노이드 성분이고 그 양에 비례해서 항산화 활성이 높게 나온다고 보고하였는데, 본 연구 결과 역시 저산도 식초이면서 총 폴리페놀 함량이 많은 화합물이 강한 항산화 활성을 가지고 있다는 기존의 사실과 일치하였다.

3.3 관능검사

국(麴) 종류별 각 식초의 관능 검사 결과는 Table 11과 같다. 단맛의 경우 산성누룩이 다른 국 종류에 의해서 만들어진 식초보다 유의적으로 높게 나타났으며($p<.05$), 감칠맛과 신맛은 송학곡자가 진주곡자와 산성누룩에 비해서 유의적으로 높게 나타났다($p<.05$). 향의 경우 국(麴) 종류에 관계없이 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전반적인 기호도의 경우 송학곡자에서 가장 높은 점수를 보였으며 서로 다른 국(麴)의 종류에 따라 유의적인 차이가 나타났다($p<.05$). 이는 송학곡자의 경우 단맛과 신맛, 감칠맛이 다른 국(麴)의 종류에 의해서 만들어진 식초에 비해서 다소 높게 나타났으며 이의 영향이 전체적인 기호도에 영향을 주는 것이 아닌가 추측되어진다.

4. 결론

본 연구에서는 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩 등 다양한 국(麴)을 이용하여 전통방식으로 제조한 곡물 발효식초의 품질 특성을 비교하여 향후 이를 활용한 식초 제조의 품질 지표 기초자료로 활용하고자 하였다. 국(麴)에 따라 유기산 및 향기성분, 아미노산 함량, 항산화 물질 지표인 ABTS+, DPPH, 총 폴리페놀 성분 등에 차이는 있지만 초산발효 후 보다 6개월 숙성을 거친 식초에서 비교적 농도가 높게 나타났음을 발견하였다. 6개월간 숙성을 거친 송학곡자와 산성누룩 식초에서 젖산이 가장 많이 생성되었고, 진주곡자의 경우 호박산이 유의적으로 가장 많이 생성되었으며, 진주곡자와 송학곡자에서 에스터류가 유의적으로 많이 검출되었다. 특히 식초에 꽃향을 부여하는 에스터류는 국(麴)에 관계없이 증가된 것으로 나타났다. 관능검사 결과 송학곡자가 단맛과 신맛, 감칠맛, 전반적인 기호도에서 가장 높은 점수를 가졌으며, 서로 다른 국(麴) 종류간에 유의적인 차이가 나타났다.

이상의 결과에서 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩 등 국(麴) 종류를 달리해서 제조한 식초의 품질 특성 모두 발효식초로서 우수하지만 특히 송학곡자를 사용한 식초는 총 폴리페놀 함량이 많고 DPPH 라디칼 소거 활성 등 항산화 활성이 우수하며, 아미노산 함량도 높아 음식의 조미용뿐만 아니라 음료용으로 폭넓게 산업화로 개발한다면 국민건강 향상뿐만 아니라 기능성 식품 시장의 활성화 및 농산물에 대한 가치를 창출할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이를 통해 농촌 지역의 일자리 창출 및 경제 활성화에 기여할 수 있을 것으로 본다.

References

[1] J.H.Lee, *A review of research trend related to the Korean traditional Nuruk*, Unpublished master's thesis, Seoul Venture University, Department of Fermented Foods Science, Seoul, Korea, pp.1-2, 2017.

[2] Y.J.Yeon, *The practical research on Korean traditional wine using traditional fermented malt - with examining Aspergillus as the center*, Unpublished master's thesis, Nambu University, Department of Culinary Education, Gwangju, Korea, pp.5-8, 2014.

[3] J.H.Hong, E.S.Son, C.Cheong, "The Study of Quality Charateristics of Vinegar According to the Type of Nuruk and Ipguk", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol.22, no.8, pp.244-252, August, 2021.
DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.8.244

[4] Y.H.Noh, *Effect of Monascus-fermented grain vinegar on in vitro anti-hyperglycemic enzyme (α-amylase, α-glucosidase) and pancreatic lipase*, Unpublished

master's thesis, Sungshin University, Department of Food and Nutrition, Seoul, Korea, pp.1-7, 2020.

[5] S.R.Yang, *Development of manufacturing method for natural brown rice vinegar with isolated microorganisms from traditional fermentation vinegar*, Unpublished master's thesis, Mokpo University, Department of Food Engineering, Mokpo, Korea, pp.1-3, 2017.

[6] M.Casale, M.J.S.Abajo, J.M.G.Sáiz, C.Pizarro, M.Forina, "Study of the aging and oxidation processes of vinegar samples from different origins during storage by near-infrared spectroscopy", *Analytica Chimica Acta,* vol.5, no.12, pp.360-366, January, 2006.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.10.063

[7] B.Y.Park, J.W.Choi, S.H.Kim, Y.R.Yun, Y.R.Lee, J.H.Jung, "Antioxidant activity of premature mandarin vinegar according to harvest period and raw material conditions", *Korean journal of food science and technology,* vol.52, no.4, pp.333-341, June, 2020.
DOI: https://doi.org/10.9721/KJFST.2020.52.4.333

[8] Y.O.Park, "Quality Comparison of Natural Fermented Vinegars Manufactured with Different Raw Materials", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition,* vol.47, no.1, pp.46-54, January, 2018.
DOI: https://doi.org/10.3746/jkfn.2018.47.1.046

[9] G.E.Lee, S.M.Kim, C.K.Huh, I.K.Cho, Y.D.Kim, "Comparison of quality properties and identification of acetic acid bacteria for black waxy rice vinegar", *Korean Journal of Food Preservation,* vol.22, no.3, pp.443-451, April, 2015.
DOI: https://doi.org/10.11002/kjfp.2015.22.3.443

[10] K.W.Lee, J.M.Shim, G.M.Kim, J.H.Shin, J.H.Kim, "Isolation and characterization of Acetobacter species from a traditionally prepared vinegar", *Microbiology and Biotechnology Letters,* vol.43, no.3, pp.219-226, September, 2015.
DOI: https://doi.org/10.4014/mbl.1504.04004

[11] Y.S.Won, H.J.Min, K.I.Seo, "The current status, functionalities, and developmental strategies of the vinegar industry", *Food Science and Industry,* vol.53, no.2, pp.215-224, June, 2015.

[12] K.S.Jung, *A study on the quality characteristics of vinegar according to fermentation methods*, Published doctoral's thesis, Seoul Venture University, Department of Fermented Foods Science, Seoul, Korea, pp.5-30, 2020.

[13] S.M.Lee, H.Y.Han, S.J.Lee, "Volatile Compounds in Takju (Rice Wine) using Different Types of Fermentation Starters", *Food Engineering Progress,* vol.18, no.4, pp.348-354, October, 2014.
DOI: https://doi.org/10.13050/foodengprog.2014.18.4.348

[14] Y.J.Jung, *The study of quality characteristics of grain vinegar according to types of starter,* Published doctoral's thesis, Seoul Venture University, Department of Fermented Foods Science, Seoul, Korea, pp.60-70, 2021.

[15] W.Qui, C.Wanf, X.Cao, G.Zhao, C.Wang, "Flavor Analysis of Chinese Cereal Vinegar", *IERI Procedia,* vol.5, no.1, pp.332-338, 2013.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.ieri.2013.11.112

[16] E.M.Park, H.J.Lee, Y.K.Chung, "Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Brown Rice Pear Vinegar", *The East Asian Society Of Dietary Life,* vol.25, no.6, pp.1041-1048, December, 2015.
DOI: http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2015.12.25.6.1041

[17] M.J.Kim, E.Park, "Feature analysis of different in vitro antioxidant capacity assays and their application to fruit and vegetable samples", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition,* vol.40, no.7, pp.1053-1062, July, 2011.
DOI: https://doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.7.1053

구 은 경(Eun-gyung Ku) [정회원]

• 1994년 2월 : 충북대학교 학사
• 2022년 2월 : 서울벤처대학원대학교 석사(양조학)
• 2022년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 박사과정(양조학)
• 2015년 ~ 현재 : 농업회사업법인 두루(주) 이사
• 1995년 ~ 2014년 : (주) kt Business 부문 매니저

〈관심분야〉
양조학, 발효식품학

정 의 정(Ui-Jeong Jeong) [정회원]

• 2008년 2월 : 영산대학교 경영대학원 석사
• 2019년 3월 : 대한민국전통 발효명장
• 2021년 2월 : 서울벤처대학원대학교 박사(양조학)
• 2018년 ~ 현재 : (주)정의정발효연구소 대표이사

〈관심분야〉
양조학, 발효식품학

손 은 심(Eun-Shim Son) [정회원]

• 1996년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과 졸업(이학사)
• 1999년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과 (이학석사)
• 2011년 2월 : 수원대학교 식품영양학과 (이학박사)
• 2006년 1월 ~ 2019년 12월 : 안산대학교 식품영양학과 겸임교수
• 2019년 8월 ~ 2020년 5월 : 네이처센스농업법인 연구소장
• 2020년 6월 ~ 2023년 04월 : ㈜리하베스트 연구소장
• 2023년 5월 ~ 현재 : ㈜요헤벳 대표이사

〈관심분야〉
식품개발, 발효식품학, 관능검사

정 철(Chul Cheong) [정회원]

• 1996년 2월 : 독일 뮌헨공대 식품학
• 2002년 2월 : 독일 베를린공대 생명공학과 (이학박사)
• 2006년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 교수
• 2010년 3월 ~ 현재 : 한국식품연구원 주류품질인증 심사위원
• 2022년 2월 ~ 현재 : 한국주류안전협회 부회장
• 2023년 2월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 간사

〈관심분야〉
양조학, 발효식품학, 커피학, 식초학