

## 복숭아 품종에 따른 복숭아와인의 이화학적 및 향미 특성

이주은<sup>1</sup> · 강지은<sup>2</sup> · 임보라<sup>2</sup> · 최지호<sup>3</sup> · 김찬우<sup>2\*</sup> · 한귀정<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국립농업과학원 발효가공식품과 전문연구원, <sup>2</sup>국립농업과학원 발효가공식품과 농업연수사,  
<sup>3</sup>국립농업과학원 발효가공식품과 농업연구관

### Physicochemical Properties and Flavor Characteristics of Wine from Peach Varieties

Ju-Eun Lee<sup>1</sup>, Ji-Eun Kang<sup>2</sup>, Bo-Ra Lim<sup>2</sup>, Ji-Ho Choi<sup>3</sup>, Chan-Woo Kim<sup>2\*</sup> and Gui-Jeong Han<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Research Fellow, Fermented & Processing Food Science Division, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 55365, Republic of Korea

<sup>2</sup>Researcher, Fermented & Processing Food Science Division, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 55365, Republic of Korea

<sup>3</sup>Senior Researcher, Fermented & Processing Food Science Division, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 55365, Republic of Korea

#### ABSTRACT

The selection of an appropriate brewing variety plays a crucial role in enhancing the quality of wine. In this study, several peach varieties (*Cheonjungdo*, *Janghowon*, and *Sunfre*) were used for wine-making to examine the physicochemical and flavor characteristics of wine. *Sunfre* wine exhibited a significantly lower total phenolic content (670.14 mg/L GAE) and higher L value (90.24), and total acid (0.80%) and volatile acid contents (244.53 mg/L) than *Cheonjungdo* and *Janghowon* wine, which are similar to commercial rose and white wine. The concentrations of citric and tartaric acids were higher in *Sunfre* wine, contributing to its refreshing taste. In addition, *Sunfre* wine showed a strong umami intensity, while *Janghowon* and *Cheonjungdo* wines exhibited a higher bitterness intensity, potentially because of their higher phenolic contents. This study revealed the overall quality characteristics of wine from peach varieties, showing that *Sunfre* is a suitable variety for peach wine production.

**Key words:** peach, variety, wine, flavor, fermentation

#### 서론

복숭아(*Prunus persica* (L.) Batsch)는 장미과에 속하며 사과와 배 다음으로 상업적인 가치가 높은 과일이다(Bento C 등 2022). 복숭아는 뛰어난 향과 맛을 가지며 영양가가 매우 높고 섬유질, 페놀성 화합물, 유기산, 미네랄, 비타민 등 여러 생리활성 성분들을 함유하여 항산화, 항균, 항당뇨, 항염활성을 비롯한 건강상의 이점을 가진다(Bento C 등 2022). 또한 전세계적으로 많이 소비되는 과일 중 하나로, 6월 상순부터 9월 중순까지 생산되며, 연간 생산량은 2000년 1,320만 톤에서 2020년 2,460만 톤으로 점차 증가하고 있다(Rodrigues C 등 2022; Wang X 등 2022). 그러나 복숭아의 저장수명이 상대적으로 짧아 상온에서 보관 시 품질이 급격하게 손실되는 문제가 있으며, 저장기간을 연장하기 위해 여러 냉장 기술이

개발되었지만, 냉장 과정 중 발생하는 냉각 손상에 의해 품질이 저하되기 쉽다(Rodrigues C 등 2022). 따라서 국내 복숭아의 소비 확대 차원에서 복숭아의 맛과 향을 보존하면서도 보관 및 유통이 자유로운 가공 방법이 필요하다. 현재 복숭아를 가공한 제품으로는 주스, 잼, 말린 과일, 와인, 브랜드 등이 있는데, 이 중 복숭아와인은 강한 복숭아 향과 부드러운 후미 및 보관과 유통상의 이점으로 좋은 가공 방법이 될 수 있다(Wang X 등 2022). 주류 산업의 가치는 2018년 1조 달러를 넘어섰으며 향후 5년 동안 3% 성장할 것으로 예상되어, 복숭아와인 제조 시 많은 생산량을 기반으로 복숭아의 활발한 소비 촉진을 기대해볼 수 있다(Arslan M 등 2021).

복숭아는 모양, 크기, 과육(빨간색, 흰색 또는 노란색 과육), 껍질 유형에 따라 다양한 품종이 있다. 품종의 분류는 과육과 핵의 분리 정도, 과육의 연화 정도 등에 따라 나눌 수 있다. 또한 과육의 색에 따라 백도와 황도로 나눌 수 있는데, 백도는 산도가 낮고 당도가 높은 반면, 황도는 산도와 당도 모두 높은 특징이 있다(Lurie S 2021). 이처럼 복숭아 품종에

\* Corresponding author : Chan-Woo Kim, Tel: +82-63-238-3623, Fax: +82-63-238-3843, E-mail: kcw5142@korea.kr

따라 물리적, 화학적 특성의 차이가 크기 때문에, 고품질의 복숭아와인을 제조하기 위해 양조 전용 품종과 관련된 기반 연구가 필요하다. 그러나 현재까지 복숭아와인의 제조나 특성에 관한 국내 연구는 많이 보고되지 않았고, 품종 분류에 따라 제조한 복숭아와인에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 와인 제조에 적합한 복숭아 품종을 선별하고, 선택한 품종으로 제조한 와인의 이화학적 및 향미 특성을 살펴보았다. 복숭아 원료는 문헌을 참고하여 다소비 및 고향기 품종으로(Rural Development Administration 2020), 천도는 선프레, 백도는 천중도백도, 황도는 장호원황도 총 3종을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 선프레는 경북 의성, 천중도백도 및 장호원 복숭아는 충북 음성에서 2023년에 생산된 것을 구매하여 사용하였다. 와인 제조 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* (Lallemand Denmark A/S, Fredericia, Denmark)을 사용하였다. 실험에 사용된 시약인 3-methyl-1-butanol( $\geq 98.5\%$ ), 2-phenylethanol( $\geq 99\%$ ), 1-propanol( $\geq 99.5\%$ ), 1-butanol( $99.5\%$ ), ethyl acetate( $99.9\%$ ), isoamyl acetate( $\geq 97\%$ ), phenethyl acetate( $\geq 97\%$ ), ethyl lactate( $\geq 98\%$ ), ethyl hexanoate( $\geq 99\%$ ), ethyl butyrate( $99\%$ ), isobutyl acetate( $>99.8\%$ ),  $\gamma$ -decalactone( $\geq 97\%$ )은 Sigma - Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구매하여 사용하였다. 2-methyl-1-propanol( $99\%$ )은 Junsei(Tokyo, Japan)에서 구매하여 사용하였다.

### 2. 와인 제조 방법

실험에 쓰인 복숭아는 천중도, 장호원, 선프레로 선별하고 처리구 당 5 kg씩 원료로 하여 예비실험을 거쳐 와인을 제조하였다. 원료를 파쇄한 후 메타중아황산칼륨(Esseco, San Martino, Italy)을 원료 무게 대비 0.02%(w/w)의 농도로 첨가하여 산화나 잡균의 오염을 방지하였다. 당도는 백설탕으로 22 °Brix가 되도록 조절하였다. 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)는 아황산 처리 5시간 이후 원료 무게 대비 0.02%(w/w)를 40°C에서 20분간 활성화시킨 후 접종하였으며, 25°C에서 9일간 발효하였다. 1차 발효가 끝나고 압착한 발효액을 용기에 넣고 15°C에서 10일간 잔당발효 하였고, 상등액을 분리하여 얻은 와인을 15°C에서 14일간 숙성 후 와인의 품질 특성을 분석하였다.

3. pH, 총산(%), 가용성고형분(% Brix) 함량 및 색도 측정  
pH는 pH meter(Orion 3 star, Thermo Fisher Scientific Inc.,

MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 총산 함량은 복숭아 착즙액 및 복숭아와인 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2까지 적정한 후, malic acid의 양으로 환산하여 산출하였다. 가용성고형분은 굴절당도계(PAL-1, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 색도는 색차계(UltraScan PRO, Hunter Lab Inc., Virginia, USA)를 사용하여 명도( $L^*$ , lightness), 적색도( $a^*$ , redness), 황색도( $b^*$ , yellowness) 및  $\Delta E^*$ 를 Regular transmission으로 측정하여 나타내었다.

### 4. Pectin 분석

Pectin은 Pectin Identification Assay Kit(K-PECID, Megazyme International Ireland Ltd., County Wicklow, Ireland)를 이용하여 측정하였다. Pectin을 탈이온수에 용해하여 pH 12.0으로 조정하면 pectate로 전환된다. Pectate는 pectate lyase를 첨가하면 polygalacturonic acid가 분해되고 방출된 불포화 올리고당을 235 nm에서 분광광도계(Cary 60 UV-Vis, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 측정하였다. 생성된 불포화 올리고당은 다음 식에 의해 계산되었다.

$$\text{Unsaturated product} = \frac{\Delta A}{L} \times \epsilon$$

$\Delta A$  = reaction absorbance (after 30 min) - blank absorbance  
L = path-length of reaction cuvette (=1 cm)  
 $\epsilon$  = the molar extinction coefficient of the reaction product (4,600  $M^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ).

### 5. 알코올 및 휘발산 함량 측정

알코올 함량은 각 시료 100 mL에 증류수 100 mL를 혼합하여 증류하고, 증류액 약 80 mL에 증류수를 첨가하여 100 mL까지 정용한 후 증류액을 15°C로 조정하여 간이 알코올 분석기(AL-3, RIKEN KEIKI, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 휘발산 함량은 알코올 증류액 30 mL에 phenolphthalein(Showa chemicals Inc., Tokyo, Japan) 용액 3방울을 첨가한 후 0.01 N NaOH를 이용하여 pH 8.2~8.3까지 적정한 값을 초산 함량으로 환산하였다.

### 6. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법에 따라 시료의 페놀 화합물에 의해 Folin-Ciocalteu's reagent가 환원되어 청색으로 발색하는 원리로 측정하였다. 시료 20  $\mu\text{L}$ 에 10% Folin-Ciocalteu 시약 500  $\mu\text{L}$  및 20% sodium carbonate 1.5 mL를 첨가하고 2시간 동안 상온에서 반응시킨 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid 표준용액 검량선으로 환산하여 나타내었다(Dou Y 등 2022).

## 7. 환원당 함량 측정

환원당 분석은 dinitrosalicylic acid(DNS)법으로 분석하였다(Jin Z 등 2021). 희석한 시료용액 0.2 mL에 3,5-dinitrosalicylic acid(Sigma Aldrich)로 제조한 시약 0.6 mL를 넣고 끓는 수욕에서 5분 동안 끓인 다음 실온에서 냉각하였다. 이후 증류수 4.2 mL를 첨가하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 시료 대신 증류수를 같은 방법으로 처리하였다. 환원당 함량은 glucose 표준용액 검량선으로 환산하여 계산하였다.

## 8. 유기산 분석

유기산 분석은 HPLC(LC-20A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하였다. A용매로 8 mM perchloric acid(Kanto chemical, Tokyo, Japan)를 이용하였으며, B용매로 0.2 mM bromothymol blue(Sigma Aldrich), 15 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>(Sigma Aldrich), 7 mM NaOH(Sigma Aldrich)와 반응한 후 UV 440 nm에서 유기산을 검출하였다. Column은 TSKgel ODS-100V (5 µm, 4.6 mm ID × 25.0 cm, Tosoh Co., Tokyo, Japan)로 하고 온도는 40°C로 flow rate 1 mL/min로 하여 분석하였다. 시료는 여과(0.2 µm, Millipore Co., Cork, Ireland)한 후 사용하였다.

## 9. 유리당 분석

유리당 분석은 HPLC(e-2695, Waters Co., Milford, MA, USA)를 이용하였다. 이동상은 75% acetonitrile을 사용하였고 RI detector(2414, Waters Co.)로 유리당을 검출하였다. Column은 Asahipak NH2P-50 4E(Shodex F7630001 4.6 × 250 mm, Shodex, Tokyo, Japan)로 하고 온도는 35°C로 flow rate 1 mL/min, injection volume은 10 µL로 하여 분석하였다. 시료는 여과(0.2 µm, Millipore Co.)한 후 사용하였다.

## 10. 전자코 분석

전자코 분석을 위해 와인 5 mL을 20 mL vial에 넣고 전자코(Heracles NEO electronic nose, Alpha Mos, Toulouse, France)를 이용하여 5회 반복 측정하였다. 분석에는 두 개의 column이 부착된 Heracles E-nose(MTX-5 and MTX-1701)를 사용하여 FID로 검출하였다. Injection은 syringe type으로 injection volume은 5,000 µL로 하였다. 분석 조건은 split mode로 하여 column 온도는 50°C, trapping 온도는 40°C, injector의 온도는 200°C, FID는 260°C로 하고, 이동상은 수소로 1 mL/min의 유속으로 하였다. 데이터 통계처리는 Alpha MOS Software를 사용하여 판별분석법(Discriminant Function Analysis)으로 나타내었다.

## 11. 전자혀 분석

맛 패턴 분석은 전자혀(Astree2, Alpha Mos)를 이용하였다. 원심분리기(CR22GIII, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)로 원심 분리(8,000 rpm, 4°C)한 와인 시료를 알코올 5%로 희석한 후, 100 mL를 취해 3회 반복 측정 하였다. 표준물질은 standard kit(Alpha Mos)를 사용하여 diagnostics procedure로 sensor 상태를 확인하고 실험을 진행하였다. 실험에 사용된 5가지 센서는 5가지 맛 중 특정 맛에 감응도가 높으며, 서로 상호작용한다. AHS는 신맛, CTS는 짠맛, NMS는 감칠맛을 나타내며 보조센서인 PKS 및 ANS는 각각 단맛 및 쓴맛의 경향을 가진다. 각 센서에서 나타나는 감응도는 맛 스코어로 변환되는데 센서마다 모든 데이터의 평균값(m)과 표준편차(o)를 산출하고 각 시료 데이터의 평균값(X)을 토대로  $X' = |(X - m) / o|$ 을 계산한 값으로 시료 간 맛의 상대적인 스코어를 알 수 있다.

## 12. 휘발성 향기성분 분석

휘발성 향기성분은 gas chromatography(GC2010, Shimadzu Co.)를 사용하여 분석하였다. 분석용 column은 DB-WAX(60 m × 0.25 mm I.d. × 0.25 µm film thickness, J&W Scientific, Agilent Co.)를 사용하였으며 Flame ionization detector(FID)로 검출하였다. Column oven의 온도는 40°C(5분 holding), 3°C/min의 속도로 200°C(5분 holding)까지 프로그램하였다. 운반가스(carrier gas)는 질소를 이용하였으며 유속은 21.1 cm/sec(linear velocity), split ratio는 20:1로 설정하였고, 주입기의 온도는 240°C, 검출기의 온도는 240°C로 하였다. 샘플은 와인 시료 10 mL에 methylene chloride 2 mL를 첨가한 용액을 150 rpm으로 1시간 동안 교반하여 향기성분을 추출하고 methylene chloride를 포획한 다음 이를 실험에 사용하였다.

## 13. 통계 처리

전자코를 제외한 모든 실험은 3회 반복 실시하였고, 결과를 평균과 표준편차로 나타내었다. 시료간의 차이 분석은 ANOVA를 실시하였고, Duncan의 다중검정법에 따라 유의차 검정을 하였다( $p < 0.05$ ). 주성분 분석(PCA)은 데이터 및 변수 간의 관계와 패턴을 분석하기 위해 실시하였다. 모든 통계 기법은 XLSTAT(Addinsoft, Paris, France) 프로그램을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 복숭아의 이화학적 특성

복숭아와인 제조에 적합한 품종 선별을 위한 복숭아의 외







관, 과중, 펙틴, 당도, pH, 총산을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 선프레는 천도복숭아로 분류되며 장호원은 황도, 천중도는 백도로 분류된다. 과중은 천중도, 장호원, 선프레순으로 높으며, 선프레는 과중이 151.9 g으로 가장 낮았다. 와인 제조 시 과중이 작을수록 과피의 첨가 비율이 높아지게 되는데, 복숭아에 함유된 생리활성물질은 대부분 껍질, 특히 표피층 및 표피하층에 집중되어 있기 때문에, 과피 첨가율이 높을수록 건강상 이점을 줄 수 있다(Bento C 등 2022). 펙틴은 pectate lyase에 의해 분해된 불포화올리고당으로 측정되었는데, pectin identification 분석 시 펙틴은 불포화올리고당의 수치가  $0.5 \times 10^{-5}$  이상일 때 시료 내에 존재한다고 알려져 있다(Singthong J 등 2004). 평가한 모든 품종의 복숭아에서 불포화올리고당의 수치가  $0.5 \times 10^{-5}$  이상이므로 시료 내 펙틴이 존재함을 알 수 있다. 이화학적 특성 중 당도 및 산도는 비휘발성 물질 중 균형에 따라 와인의 풍미에 영향을 주는 중요한 요소이다(Liu J 등 2015). 가용성 고형분 함량은 장호원이 14 Brix로 가장 높았고 일반적으로 와인으로 제조되는 국내 포도 원료의 당도(14~15 Brix)와 가장 유사했다. 복숭아의 pH는 3.41~4.17의 값을 보이는데(Lee HL & Youn KS 2012), 선프레의 pH는 3.58, 장호원과 천중도는 각각 4.19 및 4.30으로 나타났다. 와인의 총산 함량은 선프레가 0.73%로 가장 높았고 천중도 및 장호원은 각각 0.13 및 0.19%로 선프레에 비해 현저히 낮은 총산 함량을 보였다. 과실주의 pH나 총산에 관한 규격은 정해지지 않았으나 포도주의 경우 발효 전 원료의 총산 함량은 0.6~0.8%가 적합하다고 보고되었다(Ahn HJ & Son HS 2012). 또한 와인의 pH가 높을수록

미생물 부패에 대한 민감성이 증가하며, pH 3.5에서 발효한 와인은 발효 속도가 빠르고 풍부한 향과 맛을 가진 와인이 생성된다고 보고되었다(Sun SY 등 2018). 원료의 당도 및 산도를 고려할 때 당도는 장호원, 산도는 선프레 품종이 적절하다고 판단되었으며, 와인을 제조하여 이화학적 품질 특성 및 향미 패턴에 대한 추가적인 연구를 진행하였다.

## 2. 복숭아와인의 이화학적 품질 특성

복숭아와인의 이화학적 특성 분석결과 Table 2에 나타내었다. 천중도, 장호원, 선프레 품종으로 제조한 복숭아와인의 알코올 함량은 약 11%로 발효 효율은 품종 간 비슷한 수준으로 확인되었다. 복숭아 원료의 가용성고형분 함량은 11~14 %Brix이기 때문에, 가당 정도에 따라 다양한 알코올을 함유한 복숭아와인 제조가 가능할 것으로 사료된다. 이는 최근 주류 시장에서 저알코올 와인이 알코올 관련 질병 위험을 감소시키는 등 수요가 증가하는 추세로(Longo R 등 2018), 생산자의 목적에 따라 가당 정도를 조절할 수 있는 장점이 있다. 와인의 pH는 단백질 침전물 형성의 주요 요인으로 pH가 높을수록 침전물 형성 및 탁도가 증가하여 와인의 품질과 안정성을 저해하게 되며, pH 4.0의 와인은 pH 3.0의 와인보다 가열 후 더 높은 단백질 응집 및 탁도를 유발하였다는 연구 또한 보고되었다(Cosme F 등 2012). 본 연구에서 선프레 품종으로 제조한 와인의 pH는 3.57로 천중도, 장호원으로 제조한 와인의 pH 4.08, 4.15에 비해 유의적으로 낮았으며, 이는 와인의 저장 및 유통과정 중 미생물에 의한 품질변화, 침전물 형성에 의한 탁도 발생 등의 가능성을 저하시킬 수 있

Table 1. Physicochemical properties of peach varieties

Peach sample	Classification	Appearance	Section	Weight (g)	Color	pH	Soluble solids (%)	Total acid (malic acid, %)	Pectin quantification (M) <sup>3)</sup> × 10 <sup>-5</sup>
<i>Cheonjungdo</i>	Peach			386.30±14.02 <sup>1)a2)</sup>	White	4.30±0.02 <sup>a</sup>	11.33±0.88 <sup>b</sup>	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.83
<i>Janghowon</i>	Peach			244.20±4.09 <sup>b</sup>	Yellow	4.19±0.12 <sup>a</sup>	14.33±0.74 <sup>a</sup>	0.19±0.01 <sup>b</sup>	0.91
<i>Sunfre</i>	Nectarine			151.90±6.05 <sup>c</sup>	Yellow	3.58±0.09 <sup>b</sup>	11.67±0.56 <sup>b</sup>	0.73±0.04 <sup>a</sup>	1.47

<sup>1)</sup> Values are expressed means of three replications±S.D.

<sup>2)</sup> Different letters in a column indicate significant difference at  $p<0.001$ .

<sup>3)</sup> Pectin is expressed that the unit of the unsaturated product formed is molar (M).

Table 2. Quality characteristics of wine made from various peach varieties

Sample	Alcohol (%) <sup>*)2)</sup>	pH	Soluble solids (%)	TPC (mg GAE/L) <sup>3)</sup>	L*	a*	b*	ΔE*
Cheonjungdo	10.87±0.05 <sup>1)ab2)</sup>	4.08±0.02 <sup>b</sup>	6.43±0.05 <sup>c</sup>	1,349.44±153.61 <sup>a</sup>	49.48±0.00 <sup>b</sup>	26.08±0.01 <sup>a</sup>	64.77±0.06 <sup>a</sup>	84.05±0.05 <sup>a</sup>
Janghowon	10.77±0.05 <sup>b</sup>	4.15±0.02 <sup>a</sup>	7.17±0.05 <sup>a</sup>	1,453.82±67.95 <sup>a</sup>	49.26±0.01 <sup>c</sup>	19.57±0.02 <sup>b</sup>	57.99±0.06 <sup>b</sup>	77.19±0.04 <sup>b</sup>
Sunfre	10.93±0.05 <sup>a</sup>	3.57±0.01 <sup>c</sup>	6.93±0.05 <sup>b</sup>	670.14±7.88 <sup>b</sup>	90.24±0.01 <sup>a</sup>	1.87±0.00 <sup>c</sup>	12.29±0.02 <sup>c</sup>	13.71±0.02 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Values are expressed means of three replications±S.D.

<sup>2)</sup> Different letters in a column indicate significant difference at  $p<0.001$ , \*  $p<0.05$ .

<sup>3)</sup> TPC: total phenolic content, GAE: gallic acid equivalent.

다. 와인의 색도는 L\*, a\*, b\*값으로 표현되었고, L\*은 명도(0~100)를 나타내며 0은 검은색, 100은 흰색을 나타낸다. a\*는 적색(+)과 녹색(-), b\*는 황색(+)과 청색(-)에 대한 값이다. 명도는 선프레가 90.24로 가장 높게 나타났고, 천중도 및 장호원은 유사한 값을 보였다. a\*값과 b\*값의 경우 천중도와 장호원이 선프레보다 높은 값으로 나타나 선프레보다 와인색의 적색과 황색이 두드러지게 나타난 것을 알 수 있었다.

### 3. 복숭아와인의 총 페놀 함량

페놀 함량은 와인의 항산화 특성 및 풍미에는 긍정적인 영향을 끼치지만, 페놀이 퀴논으로 산화되고 중합되어 황갈색의 거대분자를 형성하면서 탁도와 갈변에 영향을 줄 수 있다(Cosme F 등 2012). 또한 페놀성 화합물은 와인의 쓴맛과 떫은 맛을 낸다고 알려져 있으며 폴리페놀이 증가할수록 분자간 상호작용을 통해 와인의 과일 향과 꽃 향을 감소시킨다고 보고되었다(Ferrer-Gallego R 등 2014). 일반적인 레드와인의 페놀 함량은 1,700~1,900 mg/L, 로제와인은 665 mg/L, 화이트와인은 200~400 mg/L 사이의 값을 보인다(Paixão N 등 2007). 복숭아와인의 총 페놀 함량은 Table 2에 나타냈으며 천중도와 장호원와인이 각각 1,349 mg GAE/L 및 1,453 mg GAE/L로, 선프레와인 670 mg GAE/L에 비해 약 2~2.2

배 높게 나타나 와인의 탁도, 갈변 및 쓴맛에 부정적인 영향을 줄 수 있다.

### 4. 복숭아와인의 산 함량

복숭아와인의 총산, 휘발산 및 유기산 함량은 각각 신맛의 정도, 휘발되어 후미에 영향을 끼치는 산의 함량 및 발효 시 생성된 유기산의 구성을 알기 위해 측정하였으며(Tsegay ZT 2020), 그 결과는 Table 3에 나타내었다. 복숭아와인의 총산은 천중도와 장호원 와인이 0.41%, 선프레는 0.80%로 나타났다. 일반적인 와인의 총산 함량이 0.6~1.0%임을 고려하였을 때(Liu J 등 2015), 선프레와인이 적절한 신맛을 함유하고 있음을 알 수 있다. 휘발산 함량은 천중도와 장호원와인이 107.2, 158.2 mg/L로 나타났고, 선프레는 244.5 mg/L로 시료 중 가장 높게 나타났다. 시중 화이트와인 12개의 휘발산 함량을 분석한 결과 180~350 mg/L로 나타나(Liu J 등 2015), 선프레와인의 휘발산 함량이 시중 와인과 가장 유사하여 와인의 과일향을 향상시키고 균형잡힌 식미를 제공할 수 있을 것으로 사료된다. 와인에 존재하는 주요 유기산은 주석산, 사과산, 젖산, 시트르산이며, 이 중 주석산 및 시트르산은 와인에 신선함을 부여하는 긍정적인 역할을 한다(Vicente J 등 2022). 주석산은 포도 와인에 주로 함유된 산으로 복숭아와

Table 3. Total acid, volatile acid and organic acids contents of wine made from various peach varieties

Sample	Total acid (%) <sup>1)</sup>	Volatile acid (mg/L) <sup>2)</sup>	Organic acids (mg/100 mL)						
			Tartaric acid	Formic acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid
Cheonjungdo	0.41±0.00 <sup>3)4)</sup>	107.20±0.86 <sup>c</sup>	-	13.09±0.52 <sup>b</sup>	125.85±1.25 <sup>a</sup>	31.15±0.38 <sup>b</sup>	8.69±0.30 <sup>c</sup>	47.98±0.35 <sup>c</sup>	21.83±0.53 <sup>a</sup>
Janghowon	0.41±0.00 <sup>b</sup>	158.20±2.79 <sup>b</sup>	-	17.90±1.41 <sup>a</sup>	25.43±2.00 <sup>c</sup>	101.04±6.81 <sup>a</sup>	12.02±1.39 <sup>b</sup>	68.42±4.23 <sup>b</sup>	16.57±0.71 <sup>c</sup>
Sunfre	0.80±0.00 <sup>a</sup>	244.53±5.64 <sup>a</sup>	-	12.37±0.26 <sup>b</sup>	77.41±4.57 <sup>b</sup>	25.45±1.13 <sup>b</sup>	16.78±0.79 <sup>a</sup>	196.00±11.11 <sup>a</sup>	18.45±0.73 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Total acids are expressed concentration of malic acid (%).

<sup>2)</sup> Volatile acids are expressed concentration of acetic acid (mg/L).

<sup>3)</sup> Values are expressed means of three replications±S.D.

<sup>4)</sup> Different letters in a column indicate significant difference at  $p<0.001$ .



인에서는 검출되지 않았고, 복숭아와인을 구성하는 주요 유기산은 설프레와인에서 시트르산, 천중도와인에서 사과산, 장호원와인은 젖산으로 나타났다. 특히 설프레와인은 시트르산 함량이 196 mg/100 mL로, 복숭아와인의 저장성 및 풍미에 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 사료된다. 사과산은 거친 신맛과 쓴맛, 뽕은맛이 나는데 젖산균에 의한 말로락틱 발효로 비교적 부드러운 젖산으로 전환된다(Tian 등 2024). 초산은 와인에 80 mg/100 mL 이상 존재 시 안정성에 부정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있으나(Vicente J 등 2022), 제조된 3가지 와인 모두 초산 함량이 20 mg/100 mL 미만으로 나타나 초산으로 인한 품질의 부정적인 영향은 미미할 것으로 사료된다.

### 5. 복숭아와인의 당 함량

환원당 함량은 발효가 완료된 후 와인에 잔여하는 당을 확인할 수 있는 수치로, 잔류하는 당이 적을수록 효모에 의한 발효가 잘 진행되었음을 의미한다. 환원당 함량은 와인 분류 시에도 사용되는데, 드라이와인의 환원당 함량은 5 g/L 미만, 세미 드라이와인은 15~30 g/L, 세미 스위트와인은 30~50 g/L, 스위트와인은 50 g/L 이상의 값을 통해 와인을 분류한다(Fernández-Navales J 등 2009). 본 연구에서 제조한 천중도, 장호원, 설프레와인의 환원당 함량은 Table 4에 표시하였으며 각각 0.07, 1.60, 3.99 g/L로 분류상 드라이와인에 해당하며 대부분의 당이 발효에 사용되었다. 이는 유리당 함량으로도 관찰되었는데, 대부분의 유리당은 소모되어 검출되지 않았다. 글리세롤은 와인을 구성하는 주요 성분으로 고품질와인에서 식미특성을 나타내며 바디감을 주는 성분이다(Shehadeh A 등 2019). 일반적으로 *S. cerevisiae*로 발효한 와인보다 non-*S. cerevisiae*로 발효한 와인에서 더 풍부하고, 발효온도가 높을수록 증가하며, 당도가 높을수록 탈수를 방지하기 위해 효모 내 글리세롤이 축적된다(Ivit NN 등 2020). 적포도주에 약 10.5 g/L 함유되어 있고, 화이트 와인은 7 g/L 정도 존재하는 반면, 본 연구에서 제조한 복숭아와인의 글리

세롤 함량은 1 g/L 수준으로 목적하는 식미 특성에 따라 글리세롤 농도 조절을 위해 온도, 부재료 첨가, 효모를 비롯한 발효 조건을 설정할 수 있다.

### 6. 복숭아와인의 휘발성 향기성분

휘발성 향기성분은 와인의 풍미에 필수적인 역할을 하며 와인의 특성을 결정하는 데 중요한 역할을 한다. 이에 따라 휘발성 향기성분을 특정하여 복숭아와인에서 검출하였고 그 결과는 Table 5와 같다. 복숭아와인의 주요 향기성분으로 alcohol류 5종, ester류 7종, lactone류 1종으로 총 13종이 검출되었다. 가장 많이 검출된 성분은 3-methyl-1-butanol, ethyl acetate, 2-methyl-1-propanol, phenethyl alcohol, 1-propanol 순이었다. 이 중 3-methyl-1-butanol 및 ethyl acetate는 감각적으로 부정적인 영향을 끼친다고 알려져 있는데(Cortés S 등 2005; Barbará JA 등 2020), 각각 3-methyl-1-butanol의 함량은 천중도와인에서 438 mg/L, ethyl acetate는 장호원와인에서 271 mg/L로 가장 높게 나타났다. 사과향의 특성을 나타내는 2-methyl-1-propanol은 설프레에서 196 mg/L로 가장 높았고, 장미향으로 알려진 phenethyl alcohol은 장호원 및 천중도에서 약 55 mg/L, 설프레는 약 45 mg/L로 검출되었다. 복숭아의 대표적인 향기성분으로 알려진  $\gamma$ -decalactone은 세가지 와인 모두 약 15.5~16.7 mg/L의 함량을 보였다. 그 외 성분은 품종 간 비슷한 수준으로 나타났다.

### 7. 전자코를 이용한 복숭아와인의 향기 패턴 분석

복숭아와인을 전자코로 분석하여 샘플 간 차이에 관여하는 변수와의 상관 관계 패턴을 판별함수분석(DFA)으로 Fig. 1에 나타내었다. DF1의 결과는 75.53%로 나타났고 DF2의 결과는 23.47%로 나타나 가로축(DF1)에서 샘플 간 주요한 차이를 보였다. DF1을 기준으로 장호원와인은 음의 방향에 위치하였고 설프레 및 천중도와인은 양의 방향에 위치하여 향기 패턴의 차이가 명확하게 나타났다. 이러한 패턴의 차이를 나타내는 주요 성분은 peak area값을 통해 확인한 결과

Table 4. Sugars contents of wine made from different peach varieties

Sample	Reducing sugars (g/L)	Glycerol* (mg/100 mL)	Free sugar (mg/100 mL)			
			Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Cheonjungdo	0.07±0.03 <sup>1)2)</sup>	1,033.18±20.36 <sup>a</sup>	-	-	-	50.37±2.55 <sup>b</sup>
Janghowon	1.60±0.18 <sup>b</sup>	1,008.47±14.15 <sup>a</sup>	-	-	-	85.74±1.48 <sup>a</sup>
Sunfre	3.99±0.21 <sup>a</sup>	948.51±28.13 <sup>b</sup>	-	-	-	51.58±1.57 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Values are expressed means of three replications±S.D.

<sup>2)</sup> Different letters in a column indicate significant difference at  $p<0.001$ , and \* $p<0.05$ .

Table 5. Volatile flavor compounds in wine made from different peach varieties

#	Compound	Concentration (mg/L)			Odor description
		<i>Cheonjungdo</i>	<i>Janghowon</i>	<i>Sunfre</i>	
<i>Alcohols</i>					
1 <sup>1)</sup>	1-Propanol	40.52±1.11 <sup>2)3)</sup>	42.17±0.48 <sup>b</sup>	50.37±1.32 <sup>a</sup>	Alcohol <sup>1</sup>
2	2-Methyl-1-propanol	188.77±6.03 <sup>a</sup>	118.33±1.20 <sup>b</sup>	196.51±3.08 <sup>a</sup>	Apple <sup>3</sup>
3	1-Butanol	11.82±0.08 <sup>b</sup>	11.77±0.01 <sup>b</sup>	12.97±0.01 <sup>a</sup>	Medicine, fruit <sup>1</sup>
4	3-Methyl-1-butanol	438.00±6.14 <sup>a</sup>	367.45±3.18 <sup>b</sup>	371.05±2.98 <sup>b</sup>	Solvent, earth <sup>3</sup>
5	Phenethyl alcohol	55.62±1.01 <sup>a</sup>	54.35±0.73 <sup>a</sup>	44.91±1.06 <sup>b</sup>	Rose <sup>1</sup>
<i>Esters</i>					
6	Ethyl acetate	196.71±3.10 <sup>c</sup>	271.49±2.39 <sup>a</sup>	211.23±1.94 <sup>b</sup>	Solvent, fruity <sup>2</sup>
7	Isobutyl acetate	13.40±0.26 <sup>a</sup>	13.73±0.16 <sup>a</sup>	13.68±0.36 <sup>a</sup>	Banana <sup>2</sup>
8	Ethyl butyrate	14.35±0.04 <sup>a</sup>	14.49±0.11 <sup>a</sup>	13.92±0.17 <sup>b</sup>	Strawberry <sup>1</sup>
9	Isoamyl acetate	21.37±0.15 <sup>b</sup>	25.87±0.17 <sup>a</sup>	21.43±0.14 <sup>b</sup>	Banana, sweet <sup>3</sup>
10	Ethyl hexanoate	15.75±0.04 <sup>b</sup>	16.64±0.06 <sup>a</sup>	15.54±0.02 <sup>c</sup>	Apple, green <sup>3</sup>
11	Ethyl lactate	18.33±0.07 <sup>c</sup>	24.88±0.15 <sup>a</sup>	20.53±0.11 <sup>b</sup>	Fruity <sup>2</sup>
12	Phenethyl acetate	22.78±1.92 <sup>a</sup>	22.05±0.42 <sup>a</sup>	20.37±0.30 <sup>a</sup>	Rose, floral, honey <sup>3</sup>
<i>Lactone</i>					
13	γ-Decalactone	16.70±0.17 <sup>a</sup>	15.52±0.05 <sup>b</sup>	15.65±0.05 <sup>b</sup>	Peach, coconut <sup>2</sup>

<sup>1)</sup> #Co-elutions and compounds were numbered from 1 to 13.

<sup>2)</sup> Values are expressed means of three replications±S.D.

<sup>3)</sup> Different letters in a column indicate significant difference at  $p<0.001$ .

<sup>1</sup> Álvarez MG *et al* (2011).

<sup>2</sup> Soares RD *et al* (2015).

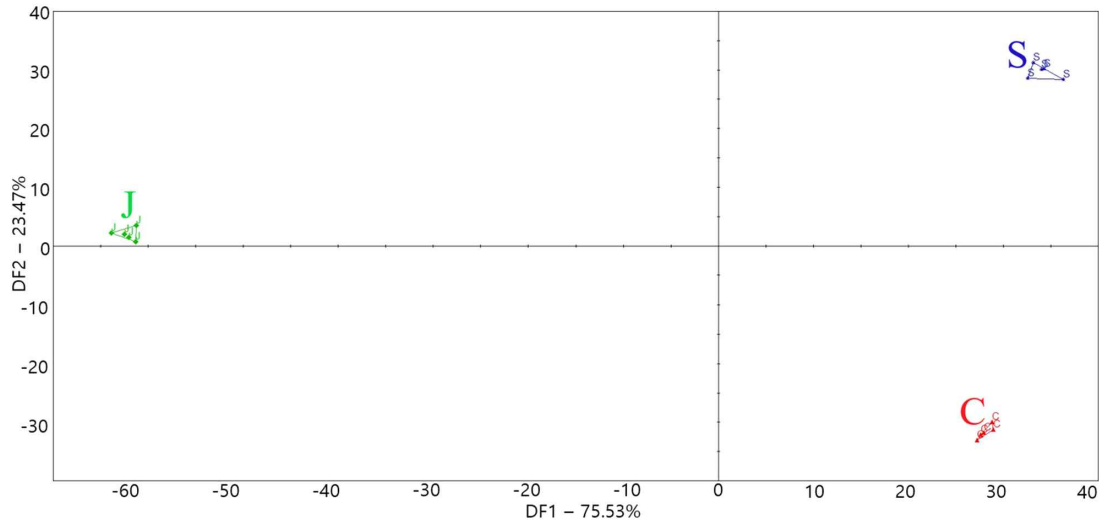
<sup>3</sup> Barbará JA *et al* (2020).

2-methyl-1-propanol, isoamyl acetate, ethyl octanoate, ethyl acetate, ethyl hexanoate로 나타났다. 2-methyl-1-propanol의 area 값은 선프레와인에서 245,279.9로 가장 높았고, 천중도 210,629.8, 장호원 147,936.4 순으로 확인되었다. Isoamyl acetate는 각각 천중도와와인에서 56,456.68, 선프레와인에서 60,311.14로 나타났고, 장호원와인에서는 95,161.57로 차이를 보였다. 이밖에 ethyl octanoate, ethyl hexanoate, ethyl acetate도 선프레와 장호원와인의 area값이 유사하게 나타났다. 이러한 성분들의 차이가 DFA에서 샘플 간의 분류에 영향을 주었다고 볼 수 있으며, 이는 Table 5에서 휘발성 향기성분 함량의 경향과도 일치한다.

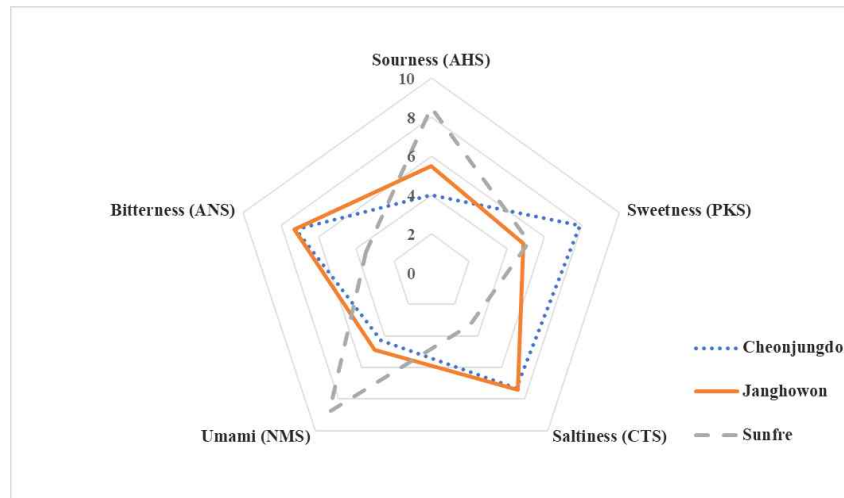
#### 8. 전자혀를 이용한 복숭아와인의 맛 패턴 분석

복숭아와인의 맛 패턴을 전자혀로 분석하였으며 신맛, 단맛, 짠맛, 감칠맛, 쓴맛의 상대적인 값에 따라 radar chart로

Fig. 2에 나타내었다. 감칠맛과 신맛은 상대적으로 선프레에서 가장 높게 나타났으며 천중도 및 장호원에서 낮은 강도를 보였다. 적절한 감칠맛과 신맛은 와인의 기호도에 긍정적인 역할을 하며 여러 식품연구에서 소비자에게 중요한 요인으로 고려된다. 드라이와인의 경우 신맛은 구조와 풍미의 균형을 제공하는 감각 성분으로 알려져 있다(Pickering GJ & Kvas R 2016). Table 2에서 천중도 및 장호원의 총산 함량은 기존 와인에 비해 상당히 낮은 수준으로 전자혀 결과와 일치하였고, 이는 와인 제조 시 산미의 보완이 필요할 것으로 사료된다. 단맛의 강도는 천중도와와인에서 높게 나타났고, 선프레 및 장호원와인은 상대적으로 낮게 확인되었다. 단맛은 와인의 분류에 따라 부정적인 혹은 긍정적인 요소가 될 수 있는데, 스위트와인이나 드라이와인 등 어떤 와인으로 제조할 것이냐에 따라 단맛의 강도를 조절할 필요가 있다. 쓴맛은 천중도 및 장호원에 비해 선프레와인에서 낮게 나타났는데,



**Fig. 1. Discriminant function analysis (DFA) plot of the flavor of peach wine made from different varieties using an electric nose.**  
 C: Cheonjungdo, J: Janghowon, S: Sunfre.



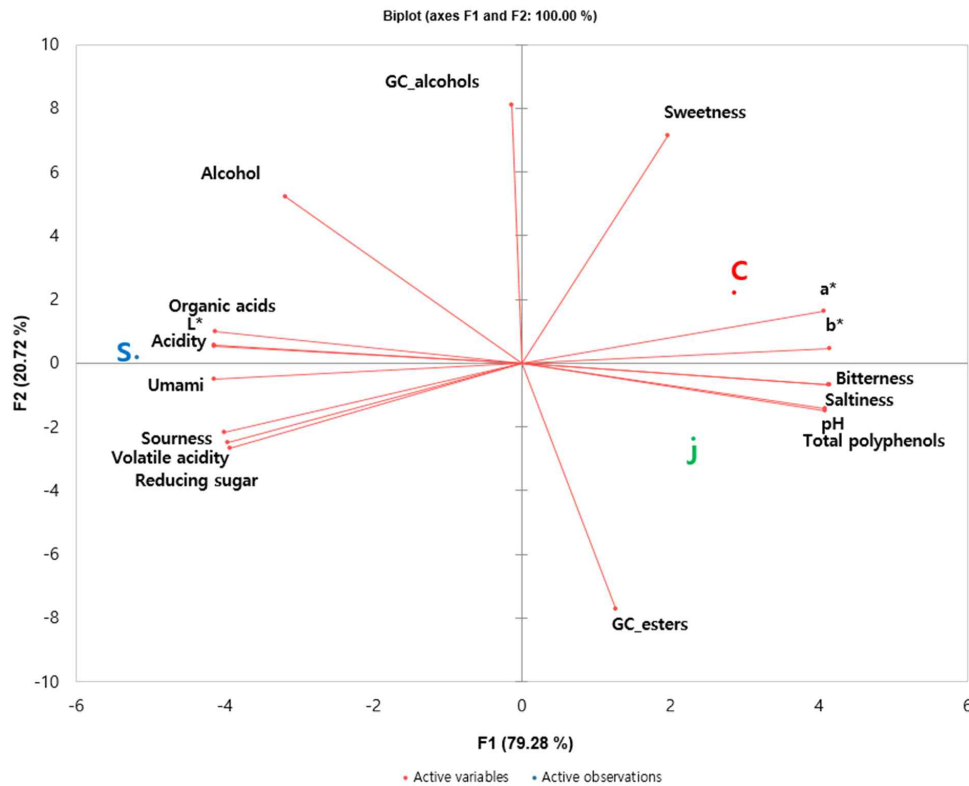
**Fig. 2. Taste profile of an electronic tongue for peach wine made from various varieties.**  
 AHS, PKS, CTS, NMS, and ANS are names of electronic tongue sensor.

이러한 경향은 총 페놀 함량의 차이와도 일치하여 쓴맛의 차이가 페놀성 화합물에서 기인함을 알 수 있다. 쓴맛은 와인의 주요한 맛이지만 일반적으로 소비자에게 부정적인 특성을 나타내기 때문에(Francis IL & Williamson PO 2015), 소비자 기호성이 높은 와인을 제조하기 위해서 쓴맛의 강도 또한 조절될 필요가 있다. 그러나 본 결과는 전자혀의 감도에 따른 값으로 사람의 인지 정도나 기본 맛 사이의 상호작용에서 실제 혀가 느끼는 감도와 차이가 있을 수 있다.

9. 복숭아와인의 이화학적 성분에 따른 상관관계

주성분 분석으로 이화학적 특성과 샘플의 상관성을 비교 하였으며 F1은 79.28% 및 F2는 20.72%의 설명력을 보였다 (Fig. 3). PC 1의 양의 방향에 천중도 및 장호원와인이 위치 하였고 선프레와인은 음의 방향에 위치하였다. 각 특성으로는 a\*, b\*, 쓴맛, 짠맛, pH, 총 페놀 함량, 단맛, 에스터류가 양의 방향에 위치하였고, 알코올, 유기산, L\*, 산도, 감칠맛, 신맛, 휘발산, 환원당이 음의 방향에 위치하였다. a\*, b\*, 쓴맛, 짠맛, pH, 총 페놀 함량은 천중도 및 장호원와인과 가까이





**Fig. 3. Principal component analysis to identify the relationships between peach wines and physicochemical profiles.**  
C: Cheonjungdo, J: Janghowon, S: Sunfre.

위치하여 높은 상관성을 보였다. 이는 천중도 및 장호원와인의 높은 pH 및 페놀 함량에 의한 갈변으로  $a^*$ ,  $b^*$  값이 증가하였고, 페놀 함량이 쓴맛에 영향을 주었음을 알 수 있다. 음의 방향에 위치한 특성으로는 유기산, 휘발산, 산도,  $L^*$ , 감칠맛, 신맛이 선프레와인과 근접한 위치로 높은 상관성을 보였다. 이는 선프레와인의 신맛 및 감칠맛 특성이 산도와 유기산에 의한 것임을 알 수 있다. 유기산 및 산도는 와인의 향과 풍미에 기여하는 인자로 주로 와인의 상쾌한 맛과 연관이 있으며 와인의 미생물학적 및 화학적 안정성에 중요한 역할을 한다. 또한  $L^*$  값은 선프레와인과 가까이 위치하여 화이트와인이나 로제와인의 명도와 유사함을 알 수 있으며, 와인의 외관에 생동감을 비롯한 시각적 측면에 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

## 결론

본 연구는 복숭아 품종별(천중도, 장호원, 선프레)로 와인을 제조하여 이화학적 및 향미 특성에 대해 알아보았다. 와인의 총산 및 휘발산 함량은 시중 와인과 비교하여 선프레와인이 0.80% 및 244.53 mg/L로 가장 유사하였고, 유기산은 선프레와인에서 citric acid의 함량이 가장 높게 나타나 와인의 신선한 맛에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

주요 향기성분으로는 3-methyl-1-butanol, ethyl acetate, 2-methyl-1-propanol, phenethyl alcohol, 1-propanol 순으로 확인되었고, 이 중 관능 특성에 부정적인 영향을 주는 3-methyl-1-butanol 및 ethyl acetate 함량은 장호원, 천중도와인에서 높게 검출되었다. 반면에 사과향으로 알려져 있는 2-methyl-1-propanol은 선프레에서 196 mg/L로 가장 많은 함량을 보여 선프레 품종으로 와인 제조 시 와인에 좋은 향미를 부여할 수 있다. 전자혀의 맛 패턴 결과, 감칠맛과 신맛이 선프레와인에서 상대적으로 높게 나타나 와인에 풍부한 맛과 균형감을 줄 것으로 사료되며, 높은 페놀 함량으로부터 기인하는 쓴맛의 강도는 장호원, 천중도와인에서 높게 확인되었다. 따라서 선프레 품종으로 와인 제조 시 와인의 품질 특성 및 향미에 긍정적일 것으로 판단되며, 추후 본 연구의 내용을 기반으로 소비자 기호도 조사를 비롯한 관능특성 분석이 필요할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 기관고유사업(과제번호: PJ01 679501)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Ahn HJ, Son HS (2012) Physicochemical properties of different grapevarieties cultivated in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 44(3): 280-286.
- Álvarez MG, González-Barreiro C, Cancho-Grande B, Simal-Gándara J (2011) Relationships between Godello white wine sensory properties and its aromatic fingerprinting obtained by GC-MS. *Food Chem* 129(3): 890-898.
- Arslan M, Tahir HE, Zareef M, Shi J, Rakha A, Bilal M, Xiaowei H, Zhihua L, Xiaobo Z (2021) Recent trends in quality control, discrimination and authentication of alcoholic beverages using nondestructive instrumental techniques. *Trends Food Sci Technol* 107: 80-113.
- Barbará JA, Nicolli KP, Souza-Silva EA, Aline Biasoto ACT, Welke JE, Zini CA (2020) Volatile profile and aroma potential of tropical Syrah wines elaborated in different maturation and maceration times using comprehensive two-dimensional gas chromatography and olfactometry. *Food Chem* 308: 125552.
- Bento C, Goncalves AC, Silva B, Silva LR (2022) Peach (*Prunus persica*): Phytochemicals and health benefits. *Food Rev Int* 38(8): 1703-1734.
- Cortés S, Gil ML, Fernández E (2005) Volatile composition of traditional and industrial Orujo spirits. *Food Control* 16(4): 383-388.
- Cosme F, Capão I, Filipe-Ribeiro L, Bennett R, Mendes-Faia A (2012) Evaluating potential alternatives to potassium caseinate for white wine fining: Effects on physicochemical and sensory characteristics. *LWT - Food Sci Technol* 46(2): 382-387.
- Dou Y, Mei M, Kettunen T, Mäkinen M, Jänis J (2022) Chemical fingerprinting of phenolic compounds in Finnish berry wines using fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *Food Chem* 383: 132303.
- Fernández-Novales J, López MI, Sánchez MT, Morales J, González-Caballero V (2009) Shortwave-near infrared spectroscopy for determination of reducing sugar content during grape ripening, winemaking, and aging of white and red wines. *Food Res Int* 42(2): 285-291.
- Ferrer-Gallego R, Hernández-Hierro JM, Rivas-Gonzalo JC, Escribano-Bailón MT (2014) Sensory evaluation of bitterness and astringency sub-qualities of wine phenolic compounds: Synergistic effect and modulation by aromas. *Food Res Int* 62: 1100-1107.
- Francis IL, Williamson PO (2015) Application of consumer sensory science in wine research. *Aust J Grape Wine Res* 21(S1): 554-567.
- Ivit NN, Longo R, Kemp B (2020) The effect of non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces non-cerevisiae* yeasts on ethanol and glycerol levels in wine. *Fermentation* 6(3): 77.
- Jin Z, Cai G, Wu C, Hu Z, Xu X, Xie G, Wu D, Lu J (2021) Profiling the key metabolites produced during the modern brewing process of Chinese rice wine. *Food Res Int* 139: 109955.
- Lee HL, Youn KS (2012) Quality characteristics of cold-air and infrared-dried peaches. *Korean J Food Preserv* 19(4): 485-491.
- Liu J, Toldam-Andersen TB, Petersen MA, Zhang S, Arneborg N, Bredie WL (2015) Instrumental and sensory characterisation of Solaris white wines in Denmark. *Food Chem* 166: 133-142.
- Longo R, Blackman JW, Antalick G, Torley PJ, Rogiers SY, Schmidtke LM (2018) Volatile and sensory profiling of Shiraz wine in response to alcohol management: Comparison of harvest timing versus technological approaches. *Food Res Int* 109: 561-571.
- Lurie S (2021) Genomic and transcriptomic studies on chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biol Technol* 174: 111444.
- Paixão N, Perestrelo R, Marques JC, Câmara JS (2007) Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. *Food Chem* 105(1): 204-214.
- Pickering GJ, Kvas R (2016) Thermal tasting and difference thresholds for prototypical tastes in wine. *Chem Percept* 9: 37-46.
- Rodrigues C, Gaspar PD, Simões MP, Silva PD, Andrade LP (2022) Review on techniques and treatments toward the mitigation of the chilling injury of peaches. *J Food Process Preserv* 46(8): e14358.
- Rural Development Administration (2020) Peach Cultivations. Jinhan M&B, Korea. pp 40-59.
- Shehadeh A, Kechagia D, Evangelou A, Tataridis P, Shehadeh F (2019) Effect of ethanol, glycerol, glucose and tartaric acid on the viscosity of model aqueous solutions and wine samples. *Food Chem* 300: 125191.
- Singthong J, Cui SW, Ningsanond S, Goff HD (2004) Struc-

- tural characterization, degree of esterification and some gelling properties of Krueo Ma Noy (*Cissampelos pareira*) pectin. *Carbohydr Polym* 58(4): 391-400.
- Soares RD, Welke JE, Nicolli KP, Zanús M, Caramão EB, Manfroi V, Zini CA (2015) Monitoring the evolution of volatile compounds using gas chromatography during the stages of production of Moscatel sparkling wine. *Food Chem* 183: 291-304.
- Sun SY, Chen ZX, Jin CW (2018) Combined influence of lactic acid bacteria starter and final pH on the induction of malolactic fermentation and quality of cherry wines. *LWT - Food Sci Technol* 89: 449-456.
- Tian MB, Hu RQ, Liu ZL, Shi N, Lu HC, Duan CQ, He F (2024) The pH adjustment of *Vitis amurensis* dry red wine revealed the evolution of organic acids, volatiles, and sensory quality during winemaking. *Food Chem* 436: 137730.
- Tsegay ZT (2020) Total titratable acidity and organic acids of wines produced from cactus pear (*Opuntia ficus indica*) fruit and *Lantana camara* (*L. camara*) fruit blended fermentation process employed response surface optimization. *Food Sci Nutr* 8(8): 4449-4462.
- Vicente J, Baran Y, Navascués E, Santos A, Calderón F, Marquina D, Rauhut D, Benito S (2022) Biological management of acidity in wine industry: A review. *Int J Food Microbiol* 375: 109726.
- Wang X, Guo W, Sun B, Li H, Zheng F, Li J, Meng N (2022) Characterization of key aroma-active compounds in two types of peach spirits produced by distillation and pervaporation by means of the sensomics approach. *Foods* 11(17): 2598.

---

Date Received Nov. 28, 2023  
Date Revised Dec. 7, 2023  
Date Accepted Dec. 8, 2023