



오디 탄산음료 제조를 위한 최적 품종 선발 및 제조된 탄산음료의 품질평가

김현복^{1#} · 고은지^{2#} · 석영식³ · 류병렬⁴ · 김경주⁵ · 신예림⁶ · 이지영⁷ · 이현태⁸ · 임정대^{9*}

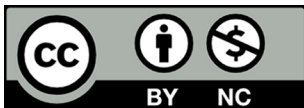
Selection of Suitable Variety and Quality Evaluation for Prepared Mulberry Fruit Soft Drinks

Hyun Bok Kim¹, Eun Ji Go², Young Seek Seok³, Byeong Ryeol Ryu⁴, Gyeong Ju Gim⁵, Ye Rim Shin⁶, Ji Young Lee⁷, Hyun Tai Lee⁸ and Jung Dae Lim^{9*}

ABSTRACT

Received: 2023 February 27
1st Revised: 2023 March 21
2nd Revised: 2023 March 29
3rd Revised: 2023 April 3
Accepted: 2023 April 3

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



Background: The study aimed to identify the optimal variety of mulberry for soft drinks production. **Methods and Results:** Fruity characteristics, minerals, and functional composition [total flavonoid, total anthocyanin, and 1-deoxynojirimycin (1-DNJ)] of 11 different mulberry varieties were investigated and compared. The ‘Iksu’ variety was optimal for soft drink production. Mulberry extracts and concentrated fruit were carbonated before evaluating different properties, including physicochemical (total soluble solid (TSS), titrable acidity, °Brix : Acid ratio, and total sugar) and sensory characteristics (color, flavor, taste, mouth feel, and overall acceptability) using different mulberry extract concentration in combination with various levels of additional sugar. Optimum physicochemical parameters were obtained with mulberry extract concentration level of 0.1112% with 12 °Brix (mulberry base formulation T7). Based on the hedonic scale, the sensory evaluation identified the optimum combination of mulberry extract concentrates with the additional sugar level. T7 contained superior sensory qualities. The T7 mulberry base carbonated at 120 psi pressure had the highest for sensory quality than those at 75 or 120 psi. **Conclusions:** Soft drinks developed using the Iksu mulberry variety with the base formulation T7 were optimal for all physicochemical characteristics. This formula generally produced impressive sensory characteristics, providing a promising alternative to synthetic soft drinks.

Key Words: Mulberry Fruit Soft Drinks, Physicochemical Characteristics, Selection of Optimal Variety, Sensory Characteristics

서 언

생활 패턴의 변화에 따른 가공 및 편이 식품의 발달은 언제 어디서나 쉽게 섭취할 수 있는 음료의 소비가 증가하였으며, 총 수분 섭취량 중 음용수 및 식품 속 수분 등의 섭취를 제외한 기호음료의 섭취 비율이 지속적으로 증가하고 있다 (Ha

et al., 1999; Kang *et al.*, 2006).

실제로 식품의약품안전처의 각 연도별 식품 및 식품첨가물 생산 실적 중 국내 판매액의 세분 현황에 의하면 2020년 우리나라 음료류 매출 규모는 6 조 2,225 억원으로 2018년 대비 1% 성장률을 보이고 있으며 음료 중에서도 탄산음료류가 30% 넘는 높은 매출 비중을 기록하였고, 전년 대비 매출액도

[#]Hyun Bok Kim and Eun Ji Go are contributed equally to this paper
^{*}Corresponding author: (Phone) +82-33-540-3323 (E-mail) ijdae@kangwon.ac.kr

¹농촌진흥청 국립농업과학원 연구관 / Reseracher, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea.

²강원대학교 바이오헬스융합학과 박사과정생 / Ph. D. student, Department of Bio-Health Convergence, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea.

³강원도 농산물원종장 팀장 / Reseracher, Gangwondo Agricultural Product Registered Seed Station, Chuncheon 24410, Korea.

⁴강원대학교 바이오헬스융합학과 박사과정생 / Ph. D. student, Department of Bio-Health Convergence, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea.

⁵강원대학교 바이오헬스융합학과 석사과정생 / Master's degree student, Department of Bio-Health Convergence, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea.

⁶강원대학교 바이오헬스융합학과 석사과정생 / Master's degree student, Department of Bio-Health Convergence, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea.

⁷가톨릭대학교 대전성메리병원 교수 / Professor, Daejeon ST. Mary's Hospital, The Catholic University, Seoul 06591, Korea

⁸동의대학교 바이오의약공학과 교수 / Professor, Division of Applied Bioengineering, Dongeui University, Busan 47940, Korea

⁹강원대학교 바이오기능성소재학과 교수 / Professor, Department of Bio-Functional Materials, Kangwon National University, Samcheok 25949, Korea.

4.2%로 가장 큰 폭으로 증가하였다 (MFDS, 2021a).

식품공전에 따르면 ‘탄산음료는 먹는 물에 식품 또는 식품첨가물, 탄산가스를 포함하는 것이거나 탄산수에 식품 또는 식품첨가물을 가한 것이다’라고 정의, 규정하고 있는 바 (MFDS, 2016), 일반적으로 탄산음료를 제조하기 위해서는 주로 물, 탄산가스, 과당 시럽과 같은 감미료, 구연산과 같은 산미료, 카페인, 인공착향료, 인공색소, 화학적 보존제 등의 다양한 첨가물을 사용하게 되는데 탄산음료 섭취가 증가함에 따라 이러한 첨가물의 과량 섭취에 의해 건강상의 문제가 발생할 수 있다고 보고되고 있다 (Kregiel, 2015).

특히, 탄산음료 제조 시 일반적으로 단맛을 나타내기 위해 첨가되는 1 - 12%의 당류의 경우 당 함량이 높은 탄산음료를 자주 섭취함에 따라 과체중 및 비만 유발할 수 있으며 (Funtikova *et al.*, 2015), 당뇨병 발병률을 높이고 (Basu *et al.*, 2013; Eshak *et al.*, 2013), 천식, 만성 폐질환, 고혈압, 심혈관질환, 고 요산혈증, 통풍, 만성 신장질환과 같은 만성질환이 발병될 위험성도 높다고 하였다 (Choi *et al.*, 2010; Bae *et al.*, 2014).

당 첨가 탄산음료의 만성질환과의 연관성이 알려지면서 최근에는 탄산음료의 제조 시 과일 주스나 천연 소재의 베이스를 첨가함으로써 인위적으로 첨가되는 설탕의 양을 줄이거나 제한함으로써 건강상의 해로움을 피할 수 있다고 하였으며 과일 주스나 천연 소재의 베이스로 제조된 음료에는 포화 지방, 설탕 및 염이 없을 뿐만 아니라 유용한 이차대사산물을 포함하고 있어 만성 질환을 예방할 수 있다고 하였다 (Pires *et al.*, 2019).

이러한 추세에 따라 음료업계는 인공착향료, 인공색소, 카페인, 보존제, 과당시럽을 사용하지 않거나 적게 사용하는 대신 천연 재료를 활용한 탄산음료 제품을 다양하게 개발하여 천연 탄산음료 (natural soft drink) 제품이라고 규정하고 이를 출시·판매하고 있다.

뿐만 아니라, 최근 MZ 세대를 중심으로 자리 잡은 ‘헬시 플레저 (healthy pleasure) 트렌드는 일반 탄산음료 제품보다는 탄산수 (sparkling water) 혹은 향을 첨가한 물 (flavored water), 건강성을 부여한 음료, 기능성 음료의 판매를 증가시키고 있고 (Han, 2022), 2020년 일반식품도 기능성 표시를 할 수 있게 하는 ‘일반식품 기능성 표시제’ 시행으로 (MFDS, 2021b) 음료업계는 과거 알리지 못했던 제품원료의 효능을 차별화 전략으로 내세워 식품으로만 섭취하던 음료에 에너지 부스팅, 숙취 해소 등 생체 조절 기능을 추가하거나 프로바이오틱스 등 다양한 영양소를 더해 소비자에게 새로운 상품으로 제공하고 있다.

식음료의 개발에 있어 이러한 천연 소재의 활용은 첨가제 부분에서도 적용되어 식음료에 제조에 있어 안전성에 우려가 되는 화학적 합성염료첨가제로 사용하는 것을 대체할 수 있고

생리활성 화합물 함량이 높은 천연 착색제의 개발과 사용을 통해 최종 제품에서 건강 기능성을 나타내도록 하고 있다 (Petropoulos *et al.*, 2019; Albuquerque *et al.*, 2020; Sampaio *et al.*, 2020).

Singhal 등 (2009)은 뽕나무 열매인 오디에 85 - 88%의 수분, 7.8 - 9.0%의 탄수화물 0 - 0.5% 지방산, 0.8 - 1.4%의 단백질, 0.1 g 지방, 0.9 - 1.3%의 섬유질, 0.8 - 1.0 회분, 0.17 - 0.39%의 칼슘, 0.18 - 0.21% 인, 0.17 - 0.19% 철이 포함되어져 있으며, 1.0 - 12.5 mg/100g의 비타민 C 등 항산화제 및 미네랄을 풍부하게 포함하고 있는 것으로 보고되어지고 있다.

또한, 뽕나무 열매인 오디의 기능성 성분과 효능이 알려짐에 따라 새로운 기능성 소재로 인식되고 있다. 즉 cyanidin-3-glucoside (C3G; Kim and Kim, 2003), rutin (Kim and Kim, 2004), γ -aminobutyric acid (GABA; Kim *et al.*, 2004), linoleic acid (Kim *et al.*, 2003), resveratrol (Kim *et al.*, 2005) 등 여러 가지 기능성 성분들이 들어있으며 뇌신경 세포보호 (Bhuiyan *et al.*, 2011), 면역 증강 (Lee *et al.*, 2013), 망막변성 억제 (Lee *et al.*, 2014), 항비만 (Kim *et al.*, 2017a, 2017b, 2021a) 등의 효능을 갖는 것으로 보고됨으로써 건강에 이로운 식품소재로 알려져 있다.

하지만 오디는 높은 수분함량으로 인해 급격히 품질이 저하되는 현상, 일시적인 홍수 출하에 따른 가격하락으로 인하여 생과용이나 오디잼, 오디 주스, 오디 효소, 오디술 등 단순 가공제품으로 활용하는 한계점을 가지고 있어 오디 생산 농가의 소득향상과 소비 촉진을 위해 식용 및 이용이 가능한 오디의 가공 기술이 필요한 실정이다.

이에 따라 오디의 소비 확대를 위하여 고부가가치 가공식품 및 기능성 소재로의 개발이 필요하며 오디 천연 식용색소 제조 방법 (Kim *et al.*, 2011), 반건조 오디 제조방법 (Kim *et al.*, 2015, 2017b), 과립형 오디 꿀가루 제조 방법 (Kim *et al.*, 2019) 등의 기술 개발이 이루어지고 있으나 아직까지 고 품질의 가공식품 개발의 실용화는 이루어지지 않고 있다.

또한 오디의 품질 특성, 화학성분의 조성 및 생리활성적 효능은 뽕나무 품종, 재배지역, 시비 조건, 가공 및 저장조건에 따라 크게 차이 (Isabelle *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2009; Park *et al.*, 2013)를 나타내기 때문에 오디를 이용한 여러 가공식품의 개발을 위해서는 목적으로 하는 가공제품의 목적에 부합되는 우량 뽕나무 품종 선발과 표준화, 규격화 및 과학화를 위한 품질 관리 체계를 확립하는 것이 필요하다 (Lee and Choi, 2013).

오디에 포함되어진 안토시아닌은 pH의 변화에 따라 붉은색과 보라색의 색상을 부여할 수 있을 뿐만 아니라 높은 수용성에 의해 수용성의 음료 시스템에 쉽게 사용할 수 있는 천연 착색 화합물이라고 보고되어지고 있으며 (Rodriguez-Saona *et*

al., 2008), 시험관 내 실험 시스템에 적용된 정제된 안토시아닌 및 안토시아닌 추출물에 대한 이전 연구의 결과로, 이러한 화합물이 천연 착색제로서 사용될 가능성이 확인되었다고 하였다 (Delgado-Vargas *et al.*, 2000; de Rosso and Mercadante, 2007).

또한 식품에 첨가되는 안토시아닌은 최종 제품의 전반적인 품질을 향상시킬 수 있는 인자와 함께 건강 기능성을 제공할 수 있어 천연 제품의 제제학적 성분으로 포함되어질 수 있다고 하였고 (Quan *et al.*, 2019), 안토시아닌이 적용되어질 수 있는 식재료 분야 중에서 청량음료의 제조에 있어 제제학적 구성요소에 첨가될 수 있는 안토시아닌은 산성 pH (3.5 미만)와 물에 대한 높은 용해도로 인해 적합한 소재라고 보고되어지고 있다 (Montibeller *et al.*, 2018).

그럼에도 불구하고 식품 매트릭스가 온도, 광도 및 산소와 같은 환경 변화에 노출되는 동안 분해 및 안정성에 영향을 미치는 제한 요소를 제어하는 것이 필수적이다 (Konczak and Zhang, 2004; Markakis, 2012). 안토시아닌의 경우에도 pH, 온도, 빛, 산소 또는 공존하는 다른 구성 요소와의 상호 작용의 영향으로 가공 과정 중에 색상 불안정성 문제가 발생할 수 있고 (Santos-Buelga and González-Paramás, 2019), 청량 음료를 만드는 제조 과정에서 제품의 저장 수명을 연장하고 안전성을 높이기 위한 실행되는 열처리 과정이 필수적이기 때문에 저온 살균 후 색상 안정성을 검정하는 것이 매우 중요하다고 하겠다.

따라서 본 연구에서는 11 종의 뽕나무 품종의 과육을 대상으로하여 과실 특성, 무기함량, 기능 성분 함량을 비교분석하여 오디를 포함한 청량음료에 사용할 수 있는 최적의 품종을 선발하였으며 청량음료에 모델에 적용할 선발된 품종의 열매로부터 오디색소농축액의 제조와 오디색소농축액을 대상으로 한 저온 살균 후 색상 안정성을 확인하여 상용 제품의 천연 착색제로 사용할 수 있는 가능성을 평가하였다.

또한 합성 화합물의 첨가가 우려되는 식품에 대한 현재 시장 동향과 소비자 선호도를 반영하여 색상 안정성이 확인된 오디색소농축액을 기반으로 하여 저온살균 청량음료 모델에 적용하여 혼합비를 등을 최적화하였다.

재료 및 방법

1. 품종별 오디 채취 및 과실적 특성 조사

국립농업과학원 유전자원포 (Wanju, Korea)에서 관리되고 있는 심강, 대심, 수향, 과상 2호, 새알찬, 카타네오, 익수, 청일, 청수, 대성뽕, 사철뽕의 11 품종에 대한 뽕나무 열매인 오디를 숙기에 따라 각각 2020년 6월 2일에서 부터 6월 9일까지 채취하여 과실적 특성을 조사하였다 (Fig. 1).

오디의 무게를 측정하여 단과중으로 표시하였으며, 오디의

크기 (길이, 폭) 및 당도를 측정하였다. 당도는 digital refractometer (PR-101, ATAGO Company, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, °Brix로 표기하였다. 수확한 오디는 무기성분 및 기능 성분 분석을 위해 즉시 -80°C의 초저온냉동고 (Wisecryo WUF-D600, DAIHAN Scientific, Wonju, Korea)에 보관 및 동결건조 (FD-8508, IIShin BioBase Co., Ltd., Yangju, Korea)의하여 분말로 제조하였다.

2. 품종별 오디의 무기성분 함량 분석

11 품종에 대한 뽕나무 열매인 오디에 대한 무기성분 분석은 Optima™ 8300 ICP-OES spectrometer (PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA)를 사용하였으며, 시료 전처리는 건식분해법으로 하였다. 동결건조된 각 품종의 오디 건조 시료 0.7 g을 정확히 칭량하여 450°C - 550°C에서 회화 (LVT 15, Nabertherm GmbH, Lilienthal, Germany)하여 회분을 획득한 다음, 회분에 염산 (Daejung Chemical and Metal, Siheung, Korea)과 3차 증류수를 1 : 1로 혼합한 희석액 10 ml를 가하여 6 시간 상온 분해하였다. 상온 분해된 산물을 funnel이 장착된 50 ml의 volumetric flask에 여과지 (C1.F001.055, Ø55 mm, Chmlab, Terrassa-Barcelona, Spain)로 여과한 다음 3차 증류수로 희석하여 이를 시험용액으로 하였다.

ICP-OES (PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA)의 작동 조건은 RF power는 1,300 watts, nebulizer gas flow (Ar)는 0.55 l/min, plasma gas flow (Ar)는 10.00 l/min, auxiliary gas flow는 0.20 l/min로 하였고 K, P, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Zn, Mn 총 9 가지 무기성분을 분석하였다. 표준물질로는 P의 경우 1, 5, 10 ppm, 나머지 무기성분은 1, 5, 10, 20 ppm 농도로 정량 분석에 이용하였다.

3. 품종별 오디의 기능성분 함량 분석

11 품종의 뽕나무 열매인 오디 동결건조 분말 시료에 대한 기능성 성분의 함량 분석으로 총 플라보노이드, 총 안토시아닌, 1-deoxyojirimycin (1-DNJ)의 함량을 측정 비교하였다.

3.1. 총플라보노이드 함량 평가

총플라보노이드 (total flavonoid)의 함량은 각 품종별 오디 분말 시료 1 g에 80% 에탄올 30 ml를 가하고 200 rpm의 속도로 15 분간 교반한 다음, 70°C에서 1 시간동안 초음파를 처리하여 (120V, 60Hz, UCP-20, JeioTech, Daejeon, Korea) 추출하였다. 추출액을 상온으로 식히고 3,000 rpm에서 10 분간 원심분리한 후 (VS-15000, Vision scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea), 상등액을 0.45 µm의 syringe filter (Adventec Manufacturing Inc., Hsin Tien, Taipei)로 여과한 후 시험용액으로 사용하였다.

시험용액과 표준 곡선 산출을 위한 농도별 quercetin

(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 표준용액을 각각 0.5 ml씩을 시험관에 취한 후 에탄올 1.5 ml, 10%의 AlCl₃·6H₂O 0.1 ml, 1 M의 초산칼륨 용액 0.1 ml, 증류수 2.8 ml를 가하여 충분히 교반하였다. 교반된 혼합액을 실온에서 40 분간 정지 후 액층을 10 mm cell을 사용하여 물을 대조액으로 하여 분광광도계 (UV-1900, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였으며 총플라보노이드 함량은 아래와 같이 산출하였다.

$$\text{총플라보노이드 함량 (mg-QE/100g)} = C \times \frac{a \times b}{S} \times 100$$

C: 시험용액 중의 총플라보노이드 함량 (mg/ml)

a: 시험용액 전량 (ml), b: 희석배수

S: 시료 채취량 (g 또는 ml).

3.2. 총 안토시아닌 함량 평가

총안토시아닌 (total anthocyanin) 함량 분석은 각 품종별 오디 분말 시료 1 g에 1% HCl을 함유한 methanol 25 ml를 가하고 20 분간 빙냉하에서 초음파를 (120V, 60Hz, UCP-20, JeioTech, Daejeon, Korea) 하였으며, 4,000 rpm에서 10 분간 원심분리하여 (VS-15000, Vision scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea) 상등액을 분리하였다. 이 상등액을 0.45 μm syringe filter로 여과한 후 분광광도계 (UV-1900, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 530 nm와 600 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도 2.5 이상일 경우 추출 용매로 희석하여 재측정하였으며, 총 안토시아닌의 함량 계산은 다음과 같이 산출하였다.

총안토시아닌 함량 (mg-C3G/100g) =

$$\left[\frac{(A_a - A_b)}{\epsilon} \times 1 \text{ cm} \right] \times W \times (10^6 \text{ μmole/mole}) \times (1 \text{ l} / 10^3 \text{ ml}) \times \frac{a}{S} \times b \times 0.01$$

A_a : 530 nm 흡광도

A_b : 600 nm 흡광도

ε : 흡광계수 (34,300 l/cm/mol)

W : cyanidin-3-glucoside 분자량 (449.2 g/mol)

S : 시료 채취량(g)

a : 시험용액량 (ml)

b : 희석배수

3.3. 1-deoxyojirimycin (1-DNJ) 함량 평가

1-DNJ 분석은 1-deoxyojirimycin에 9-fluorenylmethyl chloroformate, (FMOC-Cl, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 첨가하여 HPLC/FLD (fluorescence detector)로 분리 정량하는 방법으로 먼저 표준용액을 제조하였다.

표준 용액을 제조하기 위해 1-deoxyojirimycin 표준품을 100 mg/kg의 stock solution을 만든 다음 0.02, 0.04, 0.08, 0.2, 0.4, 0.8 mg/kg에 맞게 각각 2 ml의 micro tube에 넣은 후 0.4 M의 borate buffer (pH 8.5) 10 μl, 5 mM의 FMOC-Cl 100 μl를 넣은 후 40°C 수욕조상에서 60 분간 유도체화 반응을 시켰다. 유도체화 반응을 완료한 후 0.1 M의 glycine 10 μl를 넣고 0.1% acetic acid를 첨가하여 총 부피가 1 ml가 되도록 반응액을 제조하였고, 이 반응액 시료를 1 μl씩 HPLC (Waters e2695 HPLC System, Waters Co., Milford, MA, USA)에 주입하여 분석하였다.

분석 시료의 경우 각 품종별 오디 분말 시료 0.2 g을 50 ml 부피의 falcon tube에 칭량한 후 멸균증류수 20 ml를 넣어 vortexing하고 10 분간 방치하였다. 다음으로 80°C 수욕조상에 20 분간 추출한 후 진탕기에 15 분 진탕하였고 다시 sonicator에서 60 분간 초음파를 처리한 후 (120V, 60Hz, UCP-20, JeioTech, Daejeon, Korea) 4,000 rpm에서 20 분간 원심분리하였다.

원심 분리후 얻어진 상등액을 10 μl를 취하여 micro tube에 넣은 후 0.4 M borate buffer (pH 8.5) 10 μl, 5 mM FMOC-Cl 100 μl를 넣은 후 40°C 수욕조상에서 60 분간 유도체화 반응을 수행하였다. 유도체화 반응을 완료한 후 0.1 M glycine 10 μl를 넣고 0.1% acetic acid를 첨가하여 총 부피가 1 ml가 되게 하였다. 이 반응액 시료를 1 μl씩 HPLC (Waters e2695 HPLC System, Waters Cor., Milford, MA, USA)에 주입하여 1-deoxyojirimycin의 함량을 표준물질을 이

Table 1. HPLC operating condition for analysis of 1-deoxyojirimycin in mulberry fruits.

Instrument	Waters e2695 HPLC system equipped with 2998 photodiode array detector and autosampler	
Column	YMC-Pack Pro C18 (5 μm, 4.6 mm × 250 mm, YMC Inc., Allentown, PA, USA)	
Detector	PDA detector (340 nm)	
Solvent A	water	
Solvent B	methanol	
Flow rate	1 ml/min	
Injection volume	1 μl	
Gradient elution system		
Time (min)	A%	B%
Initial	45	55
16	45	55
19	10	90
22	10	90
25	35	65
30	45	55

용하여 작성한 검량곡선으로부터 계산하였으며, 3 회 반복 측정 후 평균하여 나타내었다. DNJ 함량은 이때 HPLC 분석 조건은 Table 1과 같다.

4. 오디 탄산음료를 위한 오디 농축물 제조 및 저온살균

오디 탄산음료에 첨가할 오디 농축물을 제조하고 오디 탄산음료 제조 시 적용되는 저온살균 과정이 오디 색소인 안토시아닌의 안정성에 미치는 영향을 확인하기 위해 오디 베이스를 제조하고 저온살균을 진행하였다. 오디를 포함한 청량음료로의 제조에 가장 적합하다고 판단되는 뽕나무 품종인 익수의 오디를 사용하여 Kim 등 (2011)에 의한 방법으로 제조하였다.

익수 품종의 오디 5 kg에 0.3% citric acid-증류수 10 l 를 첨가하여 3 회 추출한 후 whatman No. 2 filter paper (Maidstone, England)로 여과하여 여과액 28,760 ml 를 얻었다. 여과액은 40°C에서 진공 농축하여 오디 색소 농축물 575 g을 얻었으며 (수율 11.5%), 갈색병에 담아 실험 시까지 냉장보관 하였다.

청량음료로의 제조 과정 중 필수적인 과정인 저온 살균공정이 오디를 포함하는 청량음료에 포함되어질 수 있는 오디 농축물의 안정성을 검정하기 위해 오디 농축물을 멸균 증류수로 100 배 희석하여 오디 농축용액 (1 → 100, 오디 농축물 1 g 을 멸균 증류수 녹여 100 ml 로 만든 수용액)을 만든 후 이

오디 농축용액을 250 ml 의 백색메디아병 (BT1540-250, DURAN Produktions GmbH & Co., KG Mainz, Germany) 에 넣고 밀봉한 후 70°C의 수조에서 20 분 동안 정치하여 저온살균을 진행하는 in-pack pasteurisation 방법을 사용하였다 (Ashurst, 2016).

저온살균 전-후의 오디색소농축용액에서 오디에 포함되어진 안토시아닌의 대부분을 차지하고 있는 C3G와 C3R의 함량을 high performace liquid chromatography (HPLC)를 이용하여 측정하였다. HPLC 분석은 Table 2의 조건에 따라 1200 Series system (Agilnet technologies, Waldboronn, Germany) 을 이용하여 분석하였으며 Column 은 Triart C18 (5 μm size, 250 mm × 4.6 mm, YMC Co., Ltd., Kyoto, Japan)을 사용하였다. 데이터 분석은 Agilent ChemStation for LC 3D Systems (Agilent Technologies, Waldbonn, Germany)을 이용하여 수행하였다 (Table 2). 표준물질은 C3G (kuromanin chloride ≥ 95.0%, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 와 C3R (keracynin chloride ≥ 98.0%, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)로 검량선을 작성하였으며, 안토시아닌 함량은 오디색소농축물 1 g에 존재하는 C3G, C3R의 함량을 산출하여 나타내었다.

Table 2. HPLC operating condition for analysis of C3G, C3R in mulberry fruits.

Instrument	Agilent technologies system 1200 series	
Column	Triart C18 (5 μm, 250 mm × 4.6 mm)	
Detector	PDA detector (340 nm)	
Solvent A	10% formic acid in water	
Solvent B	acetonitrile : methanol : water : formic acid (22.5 : 22.5 : 40 : 10)	
Flow rate	1 ml/min	
oven	30°C	
Injection volume	10 μl	
Gradient elution system		
Time (min)	A%	B%
Initial	93	7
35	75	25
45	35	65
46	0	100
50	35	65
60	75	25
70	93	7
75	93	7

5. 오디 탄산음료를 위한 오디 베이스 조성물 및 특성 평가

오디 탄산음료 제조를 위한 오디색소농축물을 각각 0.0589%, 0.0909%, 0.1112%, 0.1667% (추출물을 오디 과육의 원물로 환산한 경우 각각 8, 12, 16, 20 kg에 해당하는 추출물 농도) 수준으로 나누어 처리하였고 10 °Brix, 12 °Brix, 15 °Brix가 되도록 서로 다른 양의 설탕을 첨가하여 총 12 개의 조성물로 오디 베이스를 구성하였다 (Table 3).

각 조성물을 1 l 의 백색메디아병 (BT1540-1000, DURAN Produktions GmbH & Co. KG Mainz, Germany)에 넣고 밀봉한 후 70°C의 수조에서 20 분 동안 정치하여 둔 후 실온 25.0 ± 2.0°C에서 냉각시키는 in-pack pasteurisation 방법으로 저온살균을 진행하였다.

12 개의 조성물로 구성된 오디 베이스를 대상으로 TSS (% w/w), 적정 산도 (titrable acidity, %), 전당 (total sugar, %), 당산비 (°Brix : Acid ratio) 및 ascorbic acid 함량 (mg/100g) 에 대해 평가하였다.

TSS의 경우 실온 (25.0 ± 2.0)에서 Digital Refractometer PR 101 (0 - 45%, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하였으며 12 개의 조성물로 구성된 오디 베이스를 한 두 방울 떨어뜨려 표시되는 °Brix를 조성물 용액 중 가용고형분의 함량 (% w/w)으로 나타내었다.

적정 산도의 경우 AOAC 937.05 method (Bugner and Feinberg, 1992)를 적용하여 50 ml 의 증류수에 12 개의 조성물로 구성된 오디 베이스 10 ml 를 첨가하고 0.1%

Table 3. Mulberry drink base formulation by different content of mulberry extract concentrate and sugar.

Formulations ¹⁾	Content mulberry extract concentrate (%) + Sugar (°Brix)
T1	0.0589% mulberry extract concentrate + 10 °Brix
T2	0.0909% mulberry extract concentrate + 10 °Brix
T3	0.1112% mulberry extract concentrate + 10 °Brix
T4	0.1667% mulberry extract concentrate + 10 °Brix
T5	0.0589% mulberry extract concentrate + 12 °Brix
T6	0.0909% mulberry extract concentrate + 12 °Brix
T7	0.1112% mulberry extract concentrate + 12 °Brix
T8	0.1667% mulberry extract concentrate + 12 °Brix
T9	0.0589% mulberry extract concentrate + 15 °Brix
T10	0.0909% mulberry extract concentrate + 15 °Brix
T11	0.1112% mulberry extract concentrate + 15 °Brix
T12	0.1667% mulberry extract concentrate + 15 °Brix

¹⁾Formulation; fromulation by mulberry extract concentrate was made into three equal content (0.0589%, 0.0909%, 0.1112% and 0.1667%) and was added with different quantity of sugar to obtain 10, 12 and 15 °Brix in the end product, respectively.

phenolphthalein (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 지시약 1 - 2 방울을 떨어뜨린후, 0.1 M NaOH를 천천히 첨가하여 혼합물의 핑크색이 30 초 동안 유지되는 점을 종말점으로 하고, 종말점까지 소모된 NaOH 양을 측정하여 소비량에 0.1164를 곱하여 총산을 구연산 (citric acid) 함량으로 환산하여 백분율 (%)로 계산하였다.

전당 함량은 phenol-sulfate acid법 (Saha and Brewer, 1994)에 따라 12 개의 조성물로 구성된 오디 베이스 1 ml 에 5% phenol 1 ml 와 sulfuric acid 5 ml 를 가하여 발색시킨 다음 20 분간 방치 후 spectrophotometer (UV1601, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 470 nm 에서 흡광도를 측정하였으며 전당 함량은 glucose 표준품을 사용하여 검량선을 작성하여 실시하였다.

총당도 당산비는 당도 대비 산도의 비율로 계산하였다. Ascorbic acid 함량측정은 2,6-dichlorophenolindophenol (DCIP) 법 (AOAC, 1990)을 0.1% DCIP 100 µl 에 12 개의 조성물로 구성된 오디 베이스를 넣어가며 rose pink 색이 5 초 이상 유지될 때의 양을 확인하였고 0.1% ascorbic acid를 표준 물질로 이용하여 정량하였다. 모든 분석은 3 회 이상 반복하여 진행하였다.

6. 오디 탄산음료를 제조를 위한 탄산주입

전반적인 관능검사 허용 점수를 기준으로 선발된 3 종 (T4, T7, T9)의 조성물을 대상으로 탄산주입을 실시하였다.

탄산주입은 가정용 탄산수 제조기 (Sodastream SPIRIT,

Sodastream, Kfar Saba, Israel)를 사용하여 75, 100 및 120 psi 압력의 세 가지 수준의 CO₂로 탄산화하였으며 제조사가 제시한 절차에 따라 병을 단단히 밀봉하고 서늘한 상온에 보관하였다.

7. 관능검사

서로 다른 농도의 오디색소농축물과 TSS 함량을 가지는 12 종의 조성물에 대한 관능검사는 강원대학교 생명윤리위원회에서 승인을 받아 (승인번호: KWNUIRB-2021-10-011), 색깔 (color), 향기 (flavor), 맛 (taste), 풍미 (mouth feel), 전반적인 만족도 (overall acceptability)의 항목으로 1차적으로 수행하였다.

12 종의 조성물에 대한 관능검사는 20 명으로 구성된 훈련되지 않은 패널로 강원대학교 바이오기능성소재학과 학생으로 선정하였다. 12 개의 조성물로 오디 베이스를 1 회용 컵에 담아 물과 함께 제시하였으며 시음 후, 소비자 기호도 설문지에 직접 기입하고, 물로 입안을 헹군 후에 다음 시료를 평가하도록 지도하였다. Lawless와 Heymann (1998)가 제안한 방법대로 9점 Hedonic 척도 (1- 매우 싫어함 및 9- 매우 좋아함)에 따라 선호도를 부여하였다.

전반적인 관능검사 허용 점수를 기준으로 선발된 3 종의 조성물 (T4, T7, T9)을 대상으로 탄산주입을 실시하였고 탄산이 주입된 3 종의 조성물에 대한 관능 검사를 탄산감 (sparkling sensation)과 전반적인 만족도 (overall acceptability)를 항목으로 하여 2차 관능 평가를 수행하였다. 선호도는 9 점 Hedonic 척도 (1- 매우 싫어함 및 9- 매우 좋아함)에 따라 부여하도록 하였다. 각 실시되는 관능검사는 개별적으로 2 회 실시하였다.

8. 통계분석

실험의 각 측정값은 평균과 표준편차 (means ± SD)로 나타냈고, 실험군 간의 통계분석은 SPSS 프로그램 (IBM SPSS Statistics, Ver. 27, IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였다. 실험군 간의 측정치 비교는 Duncan's Multiple Range Test (DMRT) 방법으로 5% 유의수준에서 통계적 유의성을 검정하였다 ($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 뽕나무 품종별 오디의 과실적 특성

11 종의 뽕나무 품종에 대한 과실적 특성은 개화시기, 오디의 결실기 및 성숙기로 나누어 관찰할 수 있었으며 뽕잎이 1 개 엽기인 5월 10일 전후에 개화를 시작하여 약 1 주일 후에 만 개되었고, 그 후 약 15 일 전후가 되면 오디가 결실하게 되어 6월 9일 전후에 성숙되었다. 과실이 완전히 성숙된 시점을 중심으로 각 품종별 수확 시기는 청일과 대성이 6월 5일, 새알찬, 익수, 사철 등이 6월 9일로 가장 늦어 경북 영천, 경주,

김천, 경산, 경기도 양평, 전북 정읍 등지에서 생과용으로 주로 이용되고 있는 익수병 오디의 숙기는 경상북도 상주에서 오디즙 및 오디주스용으로 주로 이용되고 있는 중생종의 청일병 오디의 숙기에 비해 4 일 느린 중만생종 품종이며 그 밖의 품종은 6월 2일 - 6월 3일에 해당하는 조생종으로 확인되었다.

결실된 오디의 단과중 무게는 6.98 g (대성)에서 1.56 g (청수)으로 품종별로 매우 다양하게 나타났으며 대심과 대성이 높은 수준이었고 그 다음 순으로 익수, 과상 순으로 확인되었다. 각 단과중의 길이와 직경은 길이가 긴 품종의 경우 직경도 함께 길어지는 특징을 나타내었다. 당도의 경우 청수와 수향이 가장 높은 수준이었고 과상 2호와 카타네오, 익수 순으로 나타났고 대성병과 사철병이 가장 낮은 당도를 나타내었다. 또한 단과중이 높았던 대심과 대성의 당도는 각각 10.3과 6.5 °Brix의 당도를 나타내어 상대적으로 낮은 당도를 나타내었다.

이러한 결과는 4 가지 뽕나무 품종별 오디즙의 이화학적 품질 특성 조사에서 가장 높은 과실의 중량을 나타낸 대성병이 가장 낮은 당도를 나타내었다는 결과 (Lee and Choi, 2013) 과 유사하였다. 동결건조된 오디 분말의 수율은 수향과 청수가 높았고 사철병이 가장 낮았으며 대심과 대성의 경우 높은 단과중에 비하여 건조분말의 수율이 높지 않은 특성을 나타내어 수분이 많이 포함되어진 것으로 판단된다.

Kim 등 (2010)은 7 가지의 뽕나무 품종별 오디의 일반성분을 측정할 결과 익수병, 과상 2호 및 청일병 등이 다른 품종보다 총당 및 환원당 함량이 높은 반면, 단백질, 지방 및 섬유소 함량이 낮게 나타났으며 당 함량은 높고 단백질, 지방 및 섬유소의 함량이 낮은 오디 품종이 오디주스, 오디주 및 오디식초와 같은 가공식품 및 발효식품 제조용으로 적합하다는 보고를 고려하여 볼 때 오디를 포함한 청량음료로의 제조에 적합한 품종은 단과중이 높으면서도 크기가 크고 약 12

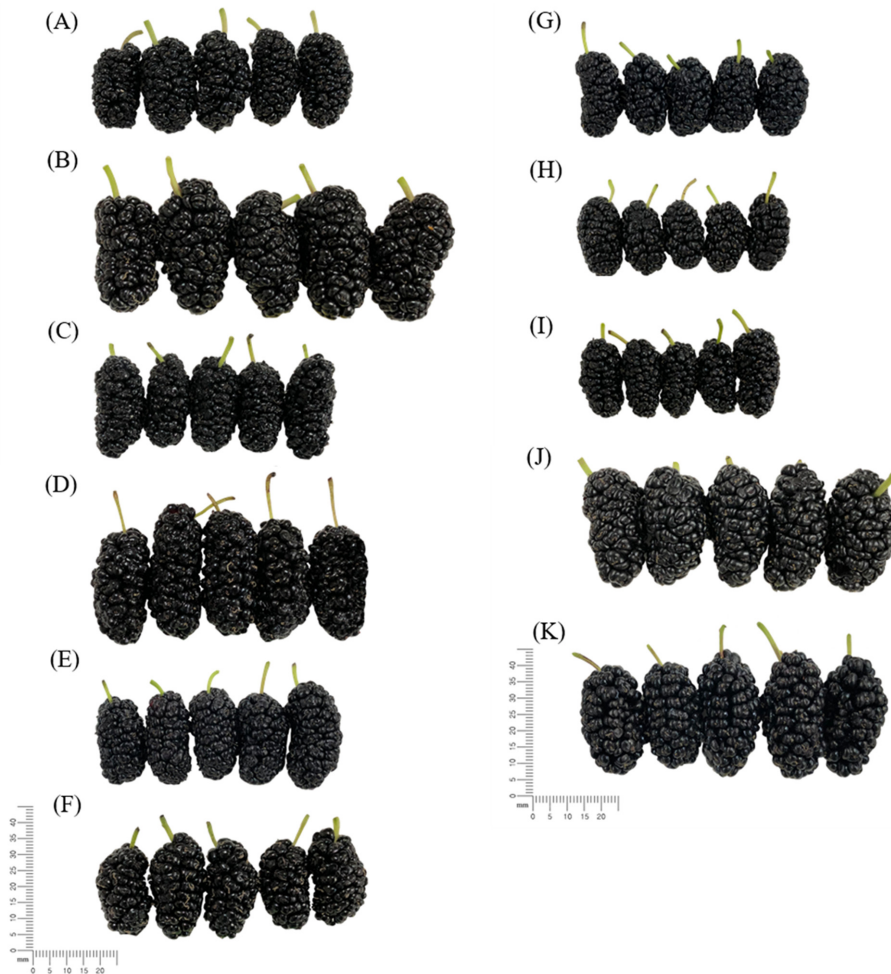


Fig. 1. Fresh mulberry fruit of 11 different mulberry varieties in *Morus alba* L. (A); Shimgang, (B); Daesim, (C); Shuyang, (D); Gwasang 2, (E); Saealchan, (F); Cataneo, (G); Iksu, (H); Cheongil, (I); Cheongsu, (J); Daesung, (K); Sacheol.

Table 4. Fruity characteristics of 11 different mulberry varieties in *Morus alba* L.

Cultivars	Collecting Date	Weight of single fruit (g)	Size		Sugar content (°Brix)	Yield of freezing dry (%)
			Length (mm)	Width (mm)		
Shimgang	2 June	2.09±0.12 ^g	27.2±0.3 ^e	12.5±0.2 ^h	12.3±0.2 ^{de}	15.8±0.4 ^c
Daesim	2 June	5.49±0.28 ^b	36.7±0.5 ^a	19.5±0.3 ^a	10.3±0.2 ^h	12.8±0.2 ^e
Suhyang	3 June	3.35±0.11 ^e	31.8±0.9 ^c	14.8±0.2 ^f	15.1±0.3 ^b	20.6±0.8 ^a
Gwasang 2	2 June	4.16±0.32 ^d	36.7±0.6 ^a	16.4±0.4 ^d	14.7±0.1 ^c	15.7±0.6 ^{cd}
Saealchan	9 June	2.76±0.08 ^f	27.9±0.7 ^e	16.5±0.3 ^d	10.1±0.4 ^g	14.5±0.4 ^d
Cataneo	2 June	2.73±0.26 ^f	29.3±0.8 ^d	16.8±0.6 ^d	12.6±0.5 ^d	14.2±0.2 ^d
Iksu	9 June	4.62±0.32 ^c	26.5±0.5 ^f	15.5±0.2 ^e	12.0±0.3 ^e	15.6±0.3 ^d
Cheongil	5 June	2.07±0.28 ^g	25.6±0.7 ^g	13.5±0.2 ^g	11.1±0.2 ^f	16.0±0.1 ^b
Cheongsu	3 June	1.56±0.09 ^h	24.2±0.2 ^h	11.7±0.4 ⁱ	16.2±0.6 ^a	20.3±0.2 ^a
Daesung	5 June	6.98±0.32 ^a	37.3±0.3 ^a	17.6±0.3 ^c	6.5±0.2 ^h	12.0±0.2 ^f
Sacheol	9 June	4.33±0.22 ^{cd}	34.7±0.8 ^b	18.3±0.1 ^b	5.0±0.2 ⁱ	10.0±0.5 ^g

Each value is means ± SD from triplicate separated experiments. *Means with difference letters in column are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

°Brix 이상의 당도를 나타내는 수향, 과상 2호, 익수 품종이 적합할 것으로 판단된다 (Fig. 1 and Table 4).

2. 무기성분 및 기능 성분 함량 비교

11 종의 뽕나무 품종에 대한 무기성분 함량을 분석한 결과 K의 경우 1,668.9 mg/100g (대성)에서 1,098.0 mg/100g (수향)의 범위를 나타내었으며 심강과 익수의 경우도 높은 수준을 나타내었다. P의 경우, 심강이 340.8 mg/100g을 나타내어 가장 높은 함량을 나타내었고 과상 2호가 213.0 mg/100g으로 가장 낮았으며 심강, 익수, 대성, 사철 등이 높은 수준을 나타내었다. Ca의 경우 258.5 mg/100g (사철)에서 142.4 mg/100g (대심)의 범위를 나타내었으며 Mg의 경우 127.9 mg/100g (사철)에서 81.5 mg/100g (과상 2호)의 범위를 나타내었다. Na은 전

체적으로 약 20 mg/100g – 30 mg/100g의 범위를 나타내었으나 특히적으로 카타네오에서 57.8 mg/100g으로 높은 함량을 나타내었고 Cu의 경우 뽕나무 품종별로 큰 차이를 나타내지 않았다. Fe의 경우 가장 높은 함량을 나타낸 것이 심강 (6.7 mg/100g)과 사철 (6.5 mg/100g)이었고 가장 낮은 함량을 나타낸 것은 수향 (3.3 mg/100g)과 과상 2호 (3.5 mg/100g)이었고 나머지 품종은 중간 정도의 함량을 나타내었다. Zn의 경우 익수가 1.9 mg/100g으로 가장 높은 함량을 나타내었으며 익수 품종의 경우 Mn의 함량도 높은 수준을 나타내었다.

Lee와 Choi (2013)은 4 가지 뽕나무 품종 (익수, 대성, 청일, 과상 2호) 중 청일 품종이 과실의 크기는 작지만 당도와 산도가 가장 높았고, 과즙이 풍부하여 과즙을 착즙하여 생산하는 오디즙 및 오디 주스의 원료로서 적절할 것으로 판단된

Table 5. Mineral contents of 11 different mulberry varieties. (mg/100g-dry basis).

Cultivar	Mineral contents (mg/100g-dry basis)								
	K	P	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
Shimgang	1,652.6±32.1 ^a	340.8±7.5 ^a	176.0±3.5 ^f	111.0±2.9 ^{bc}	24.9±7.9 ^{bcd}	0.3±0.1 ^{abcd}	6.7±1.7 ^a	0.9±0.1 ^{bc}	0.8±0.0 ^f
Daesim	1,449.2±52.6 ^c	295.7±8.7 ^c	142.4±4.5 ^h	98.8±2.0 ^d	20.2±3.6 ^{cd}	0.2±0.0 ^{bcd}	3.9±0.2 ^e	0.9±0.1 ^{bc}	0.9±0.0 ^e
Suhyang	1,098.0±34.7 ^f	279.8±8.4 ^d	185.5±7.3 ^e	88.9±2.9 ^f	25.9±6.3 ^{bcd}	0.1±0.0 ^e	3.3±0.1 ^e	0.8±0.1 ^{bc}	0.6±0.0 ^g
Gwasang 2	1,194.4±35.7 ^e	213.0±3.6 ^h	161.9±3.8 ^g	81.5±0.9 ^g	12.6±1.0 ^d	0.2±0.0 ^{de}	3.5±0.1 ^e	0.4±0.0 ^c	0.6±0.0 ^g
Saealchan	1,314.1±61.9 ^d	242.3±5.9 ^f	249.8±4.4 ^b	111.5±1.9 ^b	26.7±10.4 ^{bcd}	0.2±0.1 ^{cde}	4.0±0.3 ^{de}	1.0±0.5 ^{bc}	1.8±0.0 ^a
Cataneo	1,341.8±53.4 ^d	270.1±5.1 ^e	154.9±2.7 ^g	92.9±0.6 ^{ef}	57.8±18.8 ^{bcd}	0.2±0.1 ^{abc}	5.3±0.5 ^b	2.2±0.4 ^a	0.8±0.0 ^f
Iksu	1,581.3±61.8 ^b	293.5±2.3 ^c	154.5±1.3 ^g	99.8±1.5 ^d	36.5±14.9 ^a	0.3±0.0 ^{ab}	5.0±0.3 ^{bc}	1.9±0.9 ^a	0.9±0.0 ^e
Cheongil	1,418.1±42.8 ^c	289.3±5.8 ^c	196.0±2.6 ^d	108.2±1.8 ^c	30.6±7.8 ^b	0.2±0.1 ^{abcde}	4.1±0.4 ^{cde}	0.9±0.1 ^{bc}	1.3±0.0 ^c
Cheongsu	1,285.5±74.0 ^d	231.1±6.5 ^g	206.3±5.1 ^c	94.9±1.0 ^e	29.5±3.5 ^{bc}	0.1±0.0 ^e	4.8±0.2 ^{bcd}	0.6±0.1 ^{bc}	0.8±0.0 ^f
Daesung	1,668.9±24.7 ^a	326.3±8.6 ^b	158.6±4.0 ^g	110.7±3.3 ^{bc}	27.6±4.2 ^{bc}	0.2±0.0 ^{cde}	4.9±0.3 ^{bcd}	1.2±0.2 ^b	1.4±0.0 ^b
Sacheol	1,341.6±41.9 ^d	298.2±3.3 ^c	258.5±8.4 ^a	127.9±1.8 ^a	25.5±4.0 ^{bcd}	0.3±0.1 ^a	6.5±0.5 ^a	1.0±0.0 ^{bc}	1.1±0.0 ^d

Table 6. Total flavonoid, total anthocyanin and 1-deoxynojirimycin contents in dry matters of 11 different mulberry varieties.

Cultivars	Total flavonoid contents (mg·QE/100g·dry basis)	Total anthocyanin contents (mg·C3G/100g·dry basis)	1-deoxynojirimycin (% w/w)
Shimgang	1,608.4±39.9 ^{ef}	2,960.2±222.4 ^{cd}	0.092±0.003 ^{ab}
Daesim	2,277.4±62.4 ^b	3,927.1±263.5 ^b	0.056±0.006 ^e
Suhyang	953.7±35.2 ^j	1,463.4±21.4 ^g	0.074±0.003 ^d
Gwasang 2	1,586.3±27.1 ^f	2,851.5±12.8 ^d	0.038±0.008 ^f
Saealchan	1,277.6±22.5 ^h	2,035.3±74.4 ^f	0.096±0.004 ^a
Cataneo	1,664.1±26.2 ^e	3,161.8±83.2 ^c	0.053±0.005 ^e
Iksu	1,990.8±52.0 ^c	4,133.0±207.0 ^b	0.061±0.006 ^e
Cheongil	1,064.6±16.8 ⁱ	1,363.7±91.7 ^g	0.075±0.004 ^d
Cheongsu	1,463.8±27.1 ^g	2,338.2±67.5 ^e	0.086±0.001 ^{bc}
Daesung	1,909.8±26.1 ^d	2,864.5±96.6 ^d	0.081±0.006 ^{cd}
Sacheol	3,089.8±61.9 ^a	5,366.8±229.4 ^a	0.081±0.002 ^{cd}

Each value is means ± SD from triplicate separated experiments. *Means with difference letters in column are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

다고 하였으나 무기성분 함량에 있어서는 익수 품종 오디의 무기성분 함량은 K, Na, Cu, Fe, Zn의 함량이 청일 품종 오디에 비해 10% 이상 높았으며, 단과중, 크기, 높은 당도를 나타내어 오디를 포함한 청량음료로의 제조에 적합할 것으로 판단한 수향, 과상 2호, 익수 품종 중에서는 Ca을 제외하고 모든 무기성분의 함량이 익수에서 가장 높은 수준을 나타내었다 (Table 5).

11 종의 뽕나무 품종에 대한 기능성분의 분석에 있어 사철 품종은 총플라보노이드 함량 (3,089.8 mg·QE/100g)과 총안토시아닌 함량 (5,366.8 mg·C3G/100g)으로 가장 높았으나 다른 품종보다 상대적으로 매우 낮은 당도를 나타내어 음료 제조 시 특정 수준의 당도를 나타내기 위해서는 더 많은 양의 당을 첨가하여야 하는 특성에 의해 오디를 포함한 청량음료에 사용하는 것은 적합하지 않는 것으로 판단되었다. 익수 품종의 경우 11 종의 뽕나무 품종에서 총플라보노이드 함량이 3 번째로 높았고 총안토시아닌 함량은 2 번째로 높은 함량을 나타내었을 뿐 아니라 1-deoxynojirimycin도 11 종의 뽕나무 품종 중에서 중간 정도의 함량을 나타내었을 뿐 아니라 오디를 포함한 청량음료로의 제조에 적합할 것으로 판단한 수향, 과상 2호, 익수 품종 중 가장 높은 기능 성분의 함량을 나타내었다 (Table 6).

이러한 결과를 종합하여 볼 때 11 종의 뽕나무 품종 중에서 오디를 포함한 청량음료로의 제조에 사용될 수 있는 품종은 단과중, 크기, 당도, 무기성분, 기능성 성분 등의 모든 평가 척도에 있어서 익수 품종이 가장 적합것으로 판단되었다.

3. 저온살균이 오디 안토시아닌 안정성에 미치는 영향

청량 음료를 만드는 제조 과정 중 제품의 저장 수명을 연장하고 안전성을 높이기 위해 필수적으로 열처리 과정이 동반되

므로 오디 농축물을 멸균 증류수로 100 배 희석하여 제조한 오디농축용액을 대상으로 저온살균 후 오디의 안토시아닌에 의한 색상 안정성을 검정하였다.

오디 농축 용액을 대상으로 저온 살균 전의 C3G, C3R의 함량을 오디 농축물 1g에 함유되어진 함량으로 분석한 결과 C3G의 경우 479.09 ± 83.07 µg/g, C3R은 445.91 ± 94.26 µg/g으로 나타난 반면 저온 살균의 공정을 거친 후의 C3G, C3R의 함량은 각각 475.40 ± 54.21 µg/g, 366.93 ± 39.14 µg/g의 함량을 나타내어 저온 살균 공정이 C3G의 함량에는 영향을 미치지 않았으나 C3R의 경우에는 82% 수준으로 감소하였으나 통계학적으로 유의한 수준은 아니었다 (Table 7).

이러한 연구 결과는 야생 벚찌 (Sour cherries, *Prunus cerasus*)에서 시간의 경과 및 열처리에 따라 안토시아닌, 페놀산, 플라보놀의 파괴 및 동적 변화를 검정한 연구에서 C3G가 안토시아닌 파괴 활성화 에너지가 C3R 보다 높아 온도가 높아질수록 안토시아닌 색소의 파괴가 증가하나 (Zorić *et al.*, 2014), 저온의 경우 여러 가지 안토시아닌 유도체 중 C3G가 가장 안정성이 높으며 시아니딘 유도체에서 모노글루코사이드 유사체 (glucoside)가 이당류 형태 (rutinoside)보다 더 긴 반감기를 나타낸다는 결과 (Mazza and Brouillard, 1990)를 비교하여 볼

Table 7. Anthocyanin content of unpasteurized and pasteurized mulberry extract concentrate.

Anthocyanin content in mulberry extract concentrate (µg/g)			
Unpasteurized		Pasteurized	
C3G	C3R	C3G	C3R
479.09±83.07	445.91±94.26	475.40±54.21	366.93±39.14

Each value is means ± SD from triplicate separated experiments.

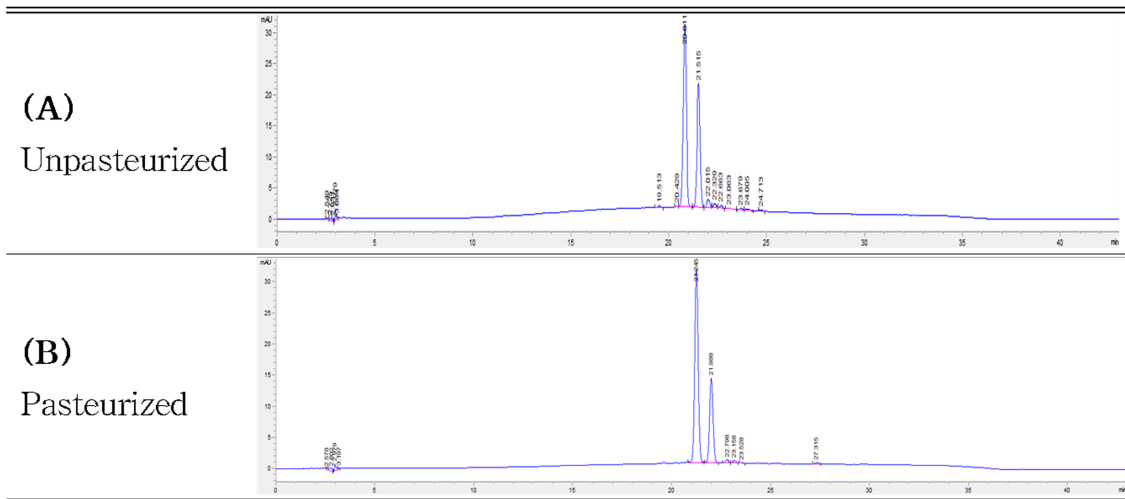


Fig. 2. HPLC chromatogram of anthocyanin in unpasteurized and pasteurized 100 fold diluted mulberry extract concentrate for soft drink. (A); Unpasteurized, 100 fold diluted Mulberry extract using 0.1% citric acid-distilled water, (B); Pasteurized, cooling (25°C) after 70°C pasteurization for 20 min in 100 fold diluted Mulberry extract using 0.1% citric acid-distilled water.

때 오디 베이스의 제조에 있어 in-pack pasteurisation 방법을 적용하는 경우 유용성분인 안토시아닌의 안정성을 위해서는 70°C의 가열온도에서 20 분 동안 처리한 후 25.0 ± 2.0°C에서 냉각시키는 조건이 적합한 것으로 판단된다.

저온 살균은 식음료 산업에서 안전을 보장하기 위해 가장 널리 사용되는 공정이며 노출되는 시간과 온도에 의해 열에 민감한 영양소뿐만 아니라 활성 성분도 파괴되어질 수 있기 때문에 과실을 이용한 음료 제조 시 저온 살균의 적정 범위를 확립하는 것은 중요하다고 하였다 (CAC, 2013). 음료에서 살균을 위한 저온의 조건은 영양소가 더 잘 보존되지만 음료의 품질과 저장 수명을 저하시키는 생화학 및 생물학적 오염이 발생할 수 있기 때문에 (Tome *et al.*, 2008), 추후 명확한 저온 살균 온도 및 시간별 유용성분의 안정성 정도와 저온 살균 조건 및 저온 살균 이후 시간의 경과에 따른 미생물 수에 대한 모니터링을 통해 안정성을 확보하는 연구가 필요한 것으로 보인다.

4. 탄산음료를 제조를 위한 오디 베이스 조성물의 물리·화학적 특성

탄산음료는 용해된 이산화탄소를 포함하는 음료이지만 천연 탄산음료 제조의 경우 우선적으로 서로 다른 방법의 steeping 이나 boiling 과정을 통해 음료 베이스를 만드는 것이 중요하며 탄산음료의 기초가 되는 베이스는 탄산음료의 영양과 품질을 풍부하게 하기도 하지만 새로운 제품을 개발할 수 있는 원료로서 제공되기도 한다고 보고되어지고 있다 (Nath and Yadav, 2005).

12 개의 조성물로 오디 베이스의 물리·화학적 분석한 결과를 Table 7에 나타내었다. 최종 완성된 12 개의 조성물의 TSS

함량은 10.6 - 121.3% 까지 다양하였으며 0.1667%의 오디색소농축물과 15 °Brix가 되도록 설탕이 첨가된 조성물 T12가 가장 높았고 0.0589%의 오디색소농축물과 10 °Brix가 되도록 설탕이 첨가된 조성물 T1이 가장 낮은 함량을 나타내었으며 전반적으로 오디색소농축물 및 설탕 첨가량이 증가함에 따라 TSS 함량이 증가하는 경향을 나타내었다 (Table 8).

TSS는 sucrose, fructose and glucose와 같은 당의 첨가량이 증가할수록 TSS 함량을 증가하는 것이 일반적이나 (Chia *et al.*, 2012), 과일 음료 제조 시에 첨가되는 설탕의 함량 뿐만 아니라 과일 주스에 존재하는 당 성분과 가용성 무기염 (soluble mineral salts)의 함량도 영향을 미칠 수 있으며, 과일 주스에 포함되어진 다양한 유기산의 포도당 신생합성 (gluconeogenesis, GNG)을 통해 유기산이 당으로 전환되어지는 것도 영향을 미칠 수 있다고 하였다 (Chakrabortya and Athmaselvi, 2014).

각 조성물에서 동일 수준의 설탕 첨가 조성물에서의 TSS보다 오디색소농축물에 첨가되는 비율이 증가함에 따라 TSS 함량이 증가되는 것은 오디에 높은 수준으로 포함되어진 당과 유기산 (Lee *et al.*, 1998), 미네랄 함량 (Singhal *et al.*, 2009)이 더 높은 수준의 TSS 함량 증대로 나타났다고 생각된다.

12 종의 조성물에서 설탕 첨가량이 증가할수록 TSS 함량 증가와 유사하게 전당의 함량이 증가하였고 이에 따라 당산비 (°Brix : Acid ratio) 비율도 증가한 반면 산도 및 ascorbic acid의 함량은 감소하였다 (Table 9).

전당의 경우 12 종의 조성물이 13.6 - 19.0%의 함량을 나타내었는데 이 중 10, 12 °Brix가 되도록 설탕이 첨가된 조성물에서는 큰 차이를 나타내지 않았으나 15 °Brix가 되도록 설탕이 첨가된 조성물의 경우 모든 오디색소농축물 함유율에서

Table 8. Physico-chemical parameters of mulberry drink base formulation in various concentrations of mulberry extract concentrate and TSS for mulberry fruit soft drink.

Formulations ¹⁾	TSS (%)	Titration acidity (%)	°Brix : Acid ratio	Total sugars (°Brix)	Ascorbic acid (mg/100g)
T1	10.6±0.2 ^j	0.52±0.2 ^a	20.39±0.1 ^h	13.6±0.4 ^h	28.6±0.2 ^d
T2	12.8±0.2 ^h	0.41±0.2 ^b	31.22±0.2 ^j	14.5±0.3 ^{ef}	28.8±0.3 ^{cd}
T3	12.9±0.1 ^h	0.38±0.2 ^c	33.95±0.1 ⁱ	14.1±0.6 ^f	29.6±0.2 ^c
T4	14.3±0.1 ^f	0.33±0.1 ^e	43.33±0.1 ^f	13.8±0.2 ^g	31.6±0.2 ^a
T5	12.1±0.1 ⁱ	0.42±0.1 ^b	28.81±0.1 ^k	13.8±0.2 ^g	26.8±0.5 ^f
T6	12.9±0.1 ^h	0.36±0.2 ^d	35.83±0.1 ^h	14.3±0.7 ^{ef}	27.1±0.3 ^e
T7	13.4±0.1 ^g	0.32±0.1 ^f	41.88±0.2 ^g	15.1±0.3 ^d	31.5±0.6 ^b
T8	16.1±0.2 ^d	0.28±0.1 ^g	57.50±0.2 ^c	16.9±1.1 ^{cd}	31.6±1.1 ^{bc}
T9	15.9±0.1 ^e	0.36±0.1 ^d	44.17±0.1 ^e	17.5±0.5 ^c	21.7±1.8 ^j
T10	16.7±0.2 ^c	0.32±0.1 ^f	52.19±0.2 ^d	18.4±0.5 ^b	23.6±0.8 ^h
T11	18.6±0.2 ^b	0.21±0.1 ^h	88.57±0.1 ^b	18.9±0.8 ^a	24.8±0.7 ^{gh}
T12	21.3±0.2 ^a	0.19±0.1 ⁱ	112.11±0.2 ^a	19.0±0.9 ^a	24.9±0.2 ^g

¹⁾Formulation (T1 – T12); 3 added sugar levels for endproduct and 4 levels of mulberry extract concentrate comprising of total 12 formulation as T1, T5, and T9 with 10, 12 and 15 °Brix of sugar for endproduct each with 0.0589% of mulberry extract concentrate respectively, T2, T6 and T10 with 10, 12 and 15 °Brix of sugar for endproduct as above each with 0.0909% of mulberry extract concentrate respectively, and T3, T7 and T11 with 10, 12 and 15 Brix of sugar for endproduct as above each with 0.1112% of mulberry extract concentrate respectively, and T4, T8 and T12 with 10, 12 and 15 °Brix of sugar for endproduct as above each with 0.1667% of mulberry extract concentrate respectively. Each value is means ± SD from triplicate separated experiments. *Means with difference letters in column are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

다른 조성물과 상이하게 17% 이상의 높은 함량을 나타내었다 (Table 8). 이러한 전당 함량의 증가는 오디 베이스에 첨가된 설탕이 가수분해되어 단순한 당류로의 전환되었기 때문인 것으로 판단된다 (Mane *et al.*, 2019).

적정 산도는 TSS 함량, 전당 함량, 당산비 비율의 증가 경향과 상반되게 0.1667%의 오디색소농축물과 15 °Brix가 되도록 설탕이 첨가된 조성물 (T12)에서 가장 낮았고 오디색소농축물 0.1112%와 12 °Brix가 되도록 설탕이 첨가된 조성물 (T1)에서 가장 높았다. 또한 같은 수준으로 첨가된 오디색소농축물의 경우에서 설탕 첨가의 비율이 높아질수록 TSS 함량을 증가되어진 것과는 반대로 산도는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 산도의 감소는 조성물에 포함된 산이 염이나 당으로 전환되어졌기 때문으로 생각되며 이러한 결과는 구아바와 파파야 혼합 음료 (Tiwari, 2000), 당근 혼합 주스 (Dhaliwal and HIRA, 2001)의 물리·화학적 특성 평가에서도 유사하게 확인되었다.

제조된 12 종의 조성물의 적정 산도는 오디색소농축물 제조에 첨가된 citric acid와 오디 원물 자체에 포함된 citric acid의 함량에 의해 좌우되는 것으로 판단되며 (Özgen *et al.*, 2009), 오디의 여러 품종에 있어서 서로 다른 함량의 유기산을 가지지만 주요 유기산은 citric acid와 malic acid라고 보고 (Lee *et al.*, 1998)와 citric acid가 모든 식품의 산도를 조절하는 주요 요소이며 과일 음료의 선택적 특성에서 소비자가 받아들이는 첫 번째 선호도에 해당한다는 보고에 기인하여

(Hemalatha *et al.*, 2018) 오디 탄산음료를 제조하는데 있어 TSS의 함량과 함께 적정 산도의 범위 선정이 매우 중요하다는 것을 알 수 있었다.

Ascorbic acid 함량의 경우 12 종의 조성물에서의 함량은 21.7 mg/100g (T9)에서 31.6 mg/100g (T8)의 범위를 나타내었으며 첨가된 오디색소농축물의 농도가 높아질수록 높아지는 경향을 나타내었으나 설탕 첨가의 비율이 높아질수록 낮아지는 특성을 나타내었다. 일반적으로 과일 음료에 과즙의 함량을 증가시키면 과육에 포함되어 있다가 유리되는 ascorbic acid의 함량이 반영되어 그 함량이 증가한다는 결과와 (Amoth, 1980), 첨가되는 설탕의 농도가 높아지면 ascorbic acid의 함량이 감소한다는 결과 (Vadakkan *et al.*, 2010)와 유사하였으며 과일음료에서 낮은 수준의 ascorbic acid의 함량을 나타내는 경우 해당 조성물에서 산도가 높아지는 이유는 ascorbic acid의 분해와 이를 통해 생성되는 유기산에 기인하는 연구결과와는 상반되었다 (Mane *et al.*, 2019).

결론적으로 오디 탄산음료의 제조에 있어 오디색소농축액의 첨가 비율이나 설탕의 첨가와 비율은 TSS 함량, 산도, 전당 함량, ascorbic acid의 함량 등 조성물의 특성을 나타내는 여러 가지 물리·화학적 매개변수를 종합적으로 고찰하여 결정하여야 할 것으로 생각된다.

5. 탄산음료 제조를 위한 오디 베이스 조성물의 관능 특성

관능 평가는 제품에 대한 소비자의 선택과 수용 정도를 검

Table 9. Sensory analysis of mulberry drink base formulation in various concentrations of mulberry extract concentrate and TSS for mulberry fruit soft drink.

Formulations ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Mouth feel	Overall acceptability
T1	7.7±0.6 ^c	7.0±0.6 ^{bcd}	5.4±0.3 ⁸	7.6±0.2 ^{ab}	5.5±0.5 ⁸
T2	7.8±0.5 ^c	7.1±0.6 ^{bcd}	6.1±0.7 ^{ef}	7.2±0.6 ^c	6.7±0.3 ^e
T3	6.6±0.2 ^{ef}	7.1±0.4 ^{bcd}	7.3±0.6 ^{bcd}	6.8±0.3 ^d	6.5±0.4 ^{ef}
T4	5.0±1.2 ^f	7.0±0.3 ^{cd}	7.6±0.2 ^b	7.2±0.5 ^c	8.1±0.6 ^c
T5	7.4±0.1 ^d	7.6±0.4 ^a	6.2±0.3 ^{ef}	7.6±0.6 ^{bc}	7.0±0.5 ^d
T6	8.2±0.6 ^b	7.2±0.3 ^b	7.1±0.4 ^d	7.4±0.3 ^{bc}	7.0±0.6 ^d
T7	8.7±0.5 ^a	7.1±0.2 ^c	7.8±0.4 ^a	7.9±0.4 ^a	8.6±1.0 ^a
T8	8.0±0.5 ^{bc}	6.4±0.3 ^e	6.8±0.2 ^e	6.8±0.2 ^d	6.8±0.3 ^{de}
T9	6.9±0.3 ^e	7.0±0.6 ^{bcd}	7.2±0.2 ^c	7.0±0.3 ^{cd}	8.3±0.3 ^b
T10	7.3±0.2 ^d	6.8±0.5 ^d	7.6±0.1 ^{ab}	6.8±0.1 ^d	6.2±0.8 ^f
T11	7.4±0.1 ^d	6.1±0.2 ^f	6.4±0.5 ^f	6.1±0.3 ^e	6.1±0.6 ^f
T12	7.9±0.1 ^{bc}	5.4±0.3 ⁸	6.8±0.3 ^e	5.4±0.2 ^f	5.0±0.2 ^h

¹⁾Formulation (T1 - T12); 3 added sugar levels for endproduct and 4 levels of mulberry extract concentrate comprising of total 12 formulation as T1, T5, and T9 with 10, 12 and 15 °Brix of sugar for endproduct each with 0.0589% of mulberry extract concentrate respectively, T2, T6 and T10 with 10, 12 and 15 °Brix of sugar for endproduct as above each with 0.0909% of mulberry extract concentrate respectively, and T3, T7 and T11 with 10, 12 and 15 °Brix of sugar for endproduct as above each with 0.1112% of mulberry extract concentrate respectively, and T4, T8 and T12 with 10, 12 and 15 °Brix of sugar for endproduct as above each with 0.1667% of mulberry extract concentrate respectively. Each value is means ± SD from duplicate separated experiments. *Means with difference letters in column are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

정하는 중요한 변수이기 때문에 첨가되는 오디색소농축액과 설탕의 양에 관한 최적의 조합을 찾기 위해 패널리스트 20 명이 12 개의 조성물 모두를 대상으로 하여 색깔 (color), 향기 (flavor), 맛 (taste), 풍미 (mouth feel), 전반적인 만족도 (overall acceptability)의 항목으로 관능 특성을 평가한 결과를 Table 9에 나타내었다.

오디 베이스 조성물 중 가장 낮은 수준으로 첨가되는 오디 색소농축액과 첨가되는 설탕의 양인 경우 (T1)의 경우 개별 관능 특성 항목에서는 양호하였으나 전반적인 만족도에서 다른 조성물 보다 패널 구성원의 점수가 낮은 특성을 나타내었다. 또한 15 °Brix가 되도록 높은 수준으로 설탕을 첨가하는 경우 오디색소농축액의 농도가 높아지더라도 (T9 - T12), 관능 평가 항목 모두에서 전체적으로 낮은 순위를 나타내었다 (Table 9). 이러한 것은 15 °Brix를 초과하는 설탕의 첨가량과 그에 따른 TSS 함량의 증가가 소비자가 느끼는 관능 품질을 개선시키기는 어렵다는 것을 뜻한다고 하겠다.

향기 (flavor)과 풍미 (mouth feel)의 경우 오디색소농축액의 비율이 높아질수록 낮아지는 경향을 나타내었는데 오디 색소 농축액의 비율 증가로 인한 강한 향미 때문에 패널에게 좋은 관능 점수를 받지 못한 것으로 판단된다.

맛 (taste)의 경우 오디색소농축액의 농도가 0.1112%인 경우 첨가되는 설탕의 양이 10 °Brix과 12 °Brix가 되도록 첨가한 조성물에서 높았으나 동일한 오디색소농축액의 농도라도 첨가 되는 설탕의 양이 15 °Brix 되도록 첨가한 조성물의 경우 패

널 점수가 낮았다 (Table 9). 이러한 것은 15 °Brix 이상이 되는 당도가 패널에게 지나치게 단맛으로 인식되어졌기 때문으로 생각된다.

오디 베이스 조성물의 관능 평가에 대한 전반적인 선호도는 각 개별 관능평가 항목과 함께 T4 (0.1667% mulberry extract concentrate + 10 °Brix sugar), T7 (0.1112% mulberry extract concentrate + 12 °Brix sugar) 및 T9 (0.0589% mulberry extract concentrate + 15 °Brix sugar)으로 확인되었으며 0.1112%의 오디색소추출물과 12 °Brix가 되도록 설탕을 첨가한 조성물인 T7에서 전반적인 선호도 점수 (8.6 ± 1.0)가 모든 조성물 중에서 가장 높은 패널리스트의 선호도를 나타내었다. 특히 이러한 전반적인 선호도가 높은 수준으로 유도된 T4, T7, T9의 경우 Table 7에서 나타난 것과 같이 오디 베이스 조성물의 물리·화학적 특성의 항목 중 당산비 (°Brix : Acid) 비율이 각각 43.33, 41.88, 44.17를 나타내어 다른 조성물과 다른 특성을 나타내었다 (Table 8). 이러한 것은 오디 탄산음료 제조를 위한 오디 베이스 조성물의 관능적 선호도는 당도와 산도의 비율이 적절한 수준으로 균형을 이루고 있어야 함을 뜻하며 최적의 당산비 (°Brix : Acid ratio) 비율은 약 40 - 45임을 확인할 수 있었다.

6. 탄산주입에 따른 선발된 오디 베이스 조성물의 특성 변화

선발된 3 종의 오디 베이스 조성물 T4 (0.1667% mulberry extract concentrate + 10 °Brix sugar), T7 (0.1112% mulberry

Table 10. Effect of different levels of CO₂ injection to mulberry drink base formulation for mulberry fruit soft drink in sensory evaluation.

Formulations ¹⁾	Level of CO ₂ Injection (psi)	Sparkling sensation	Overall acceptability
T4	75	7.1±0.2 ^f	8.5±0.2 ^{cd}
	100	7.5±0.5 ^e	8.7±0.1 ^c
	120	8.1±0.3 ^{cd}	8.1±0.3 ^d
T7	75	7.6±0.4 ^d	8.7±0.0 ^c
	100	8.2±0.2 ^{cd}	8.9±0.2 ^b
	120	9.1±0.2 ^a	9.7±0.5 ^a
T9	75	7.0±0.3 ^f	8.3±0.3 ^d
	100	7.8±0.4 ^{cd}	8.2±0.2 ^d
	120	8.5±0.1 ^b	9.1±0.4 ^b

¹⁾Formulation is T4; formulation of added 10 °Brix of sugar for endproduct each with 0.1667% of mulberry extract concentrate respectively, T7; formulation of added 12 °Brix of sugar for endproduct each with 0.1112% of mulberry extract concentrate respectively, and T9; formulaion of added 15 °Brix of sugar for endproduct each with 0.0589% of mulberry extract concentrate respectively. Each value is means ± SD from duplicate separated experiments. *Means with difference letters in column are significantly different at 5% by Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

extract concentrate + 12 °Brix sugar) 및 T9 (0.0589% mulberry extract concentrate + 15 °Brix sugar)을 대상으로 하여 소비자가 느끼는 2차 관능 특성을 평가한 결과 각 조성물 수준에서 CO₂ 가스 압력이 증가함에 따라 패널의 탄산감 (sparkling sensation)과 전반적인 만족도 (overall acceptability)도 점수가 증가하는 양상을 보였고 120 psi 수준으로 처리한 경우 가장 높았으며 기존 1차 관능평가보다 더 높은 선호도 점수를 나타내었다. 또한 선발된 오디 베이스 조성물 중 T7의 경우가 다른 조성물에 비해 가장 높은 선호도 점수를 나타내었다 (Table 10).

탄산음료에서 탄산주입 전·후의 산도의 변화는 소비자의 기호도 변화 뿐만 아니라 제품의 수명을 결정할 수 있는 요소가 될 수 있다고 하였으며 (Vignesh *et al.*, 2019), 과즙 음료의 탄산화를 통해 산도를 증가시키고 모와 곰팡이의 성장을 억제할 수 있는 혐기성 환경의 조성을 통해 병원성 박테리아에 대한 치사 효과를 보충할 수 있다고 보고되고 있어 (Chaudhary, 2018), 음료 제조에 적용되어야 하는 살균공정에 있어 고온의 열처리 과정에 의한 영양적 손실을 경감시킬 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 오디 탄산음료를 제조에 사람들에게 물리화학적 특성과 제공하는 제품을 선택할 수 있는 만족도를 충족시키기 위한 최적의 조성은 오디 품종으로는 과실 자체에 12 °Brix 이상의 당도를 나타내며 당도와 산도가 가장 적합하며, 무기 성분과 기능성분 함량이 높은 “익수” 품종을 선택하고

0.1112%의 오디색소농축물을 제조하고 설탕의 첨가 수준을 12 °Brix로 조절하여 당산비가 40 - 45가 될 수있도록 조정하고 120 psi 압력의 CO₂를 주입함으로써 달성되어질 수 있다고 하겠다.

본 연구를 통하여 최적의 오디 품종 원물의 선발과 함께 과실에 포함되어진 안토시아닌 함량을 안정하게 유지함과 동시에 맛, 색깔, 기능성에 대한 소비자의 기호도를 향상시킨 오디 탄산음료 제조방법을 개발하였으며 이러한 오디 탄산음료의 제조방법을 농가 현장에 제공하여 오디의 소비 확산 및 농가 소득 증대에 기여하고자한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구과제(PJ015740042023)의 지원에 의하여 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

N and de Freitas V. (2009). Anthocyanins as food colorants. Anthocyanins-Biosynthesis, functions and applications. *In* Winefield *et al.* (eds.). Springer. New York. NY, USA. p.108-167.

Albuquerque BR, Pinela J, Barros L, Oliveira MBPP and CFR Ferreira I. (2020). Anthocyanin-rich extract of jaboticaba epicarp as a natural colorant: Optimization of heat- and ultrasound-assisted extractions and application in a bakery product. *Food Chemistry*. 316:126364. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620302211>

Amoth MC. (1980). The chemical analysis of sugars and acid of guava juice from variety grown in Kenya. Master thesis. University of Nairobi. 47-69.

Ashurst P. (2016). The stability and shelf life of fruit juices and soft drinks. *In* Kilcast D *et al.* (ed.). The stability and shelf life of food. Woodhead Publishing. Cambridge, England. 347-374.

Association of Official Analytical Chemists(AOAC). (1990). Vitamin C (ascorbic acid), 2, 6-dichloroindophenol titrimetric method. Association of Official Methods of Analysis. Arlington. VI, USA. 1058-1059.

Bae J, Chun BY, Park PS, Choi BY, Kim MK, Shin MH, Lee YH, Shin DH and Kim SK. (2014). Higher consumption of sugar-sweetened soft drinks increases the risk of hyperuricemia in Korean population: The Korean multi-rural communities cohort study. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. 43:654-661.

Basu S, McKee M, Galea G and Stuckler D. (2013). Relationship of soft drink consumption to global overweight, obesity, and diabetes: A cross-national analysis of 75 countries. *American Journal of Public Health*. 103:2071-2077.

Bhuiyan MIH, Kim HB, Kim SY and Cho KO. (2011). The neuroprotective potential of cyanidin-3-glucoside fraction extracted from mulberry following oxygen-glucose deprivation. *Korean Journal of Physiology and Pharmacology*. 15:353-361.

- Bugner E and Feinberg M.** (1992). Determination of mono- and disaccharides in foods by interlaboratory study: Quantitation of bias components for liquid chromatography. *Journal of AOAC International*. 75:443-464.
- Chakrabortya I and Athmaselvi KA.** (2014). Changes in physicochemical properties of guava juice during ohmic heating. *Journal of Ready to Eat Food*. 1:152-157.
- Chaudhary V.** (2018). Soft carbonated beverage. In Mudgil D and Barak, S. (ed.). *Beverages: Processing and technology*. Scientific Publishers. Jodhpur, Rajasthan. 90-111.
- Chia SL, Rosnah S, Noranizan MA and Ramli WW.** (2012). The effect of storage on the quality attributes of ultraviolet-irradiated and thermally pasteurised pineapple juices. *International Food Research Journal*. 19:1001-1010
- Choi HK, Willet W and Curhan G.** (2010). Fructose-rich beverages and risk of gout in women. *JAMA*. 304:2270-2278.
- Codex Alimentarius Commission(CAC).** (2013). Regional Standard for kava products for use as a beverage when mixed with water. CXS 336R-2020. Codex Alimentarius FAO-WHO. Rome, Italy. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/> (cited by 2022 Aug 23).
- de Rosso VV and Mercadante AZ.** (2007). Evaluation of colour and stability of anthocyanins from tropical fruits in an isotonic soft drink system. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 8:347-352.
- Delgado-Vargas F, Jimenez AR and Paredes-Lopez O.** (2000). Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains-characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 40:173-289.
- Dhaliwal M and HIRA CK.** (2001). Effect of storage on physico-chemical and nutritional characteristics of carrot-beetroot and carrot-black Carrot juices. *Journal of Food Science and Technology*. 38:343-347.
- Eshak ES, Iso H, Mizoue T, Inoue M, Noda M and Tasugane S.** (2013). Soft drink, 100% fruit juice, and vegetable juice intakes and risk of diabetes mellitus. *Clinical Nutrition*. 32:300-308.
- Funtikova AN, Subirana I, Gomez SF, Fitó M, Elosua R, Benítez-Arciniega AA and Schröder H.** (2015). Soft drink consumption is positively associated with increased waist circumference and 10-year incidence of abdominal obesity in Spanish adults. *The Journal of Nutrition*. 145:328-334.
- Ha TS, Park MH, Choi YS and Cho SH.** (1999). A study on beverage consumption pattern associated with food and nutrient intakes of college students. *Journal of the Korean Dietetic Association*. 5:21-28.
- Han JH.** (2022). Soybean and healthy pleasures. *Korea Soybean Society letters*. 357:3-4.
- Hemalatha R, Kumar A, Prakash O, Supriya A, Chauhan AS and Kudachikar VB.** (2018). Development and quality evaluation of ready to serve(RTS) beverage from cape gooseberry(*Physalis peruviana* L.). *Beverages*. 4:42. <https://www.mdpi.com/2306-5710/4/2/42> (cited by 2022 Aug 23).
- Isabelle M, Lee BL, Ong CN, Liu A and Huang D.** (2008). Peroxyl radical scavenging capacity, polyphenolics, and lipophilic antioxidant profiles of mulberry fruits cultivated in southern China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56:9410-9416.
- Kang BS, Park MS, Cho YS and Lee JW.** (2006). Beverage consumption and related factors among adolescents in the Chungnam urban area. *Korean Journal of Community Nutrition*. 11:469-478.
- Kim EO, Lee YJ, Leem HH, Seo IH, Yu MH, Kang DH and Choi SW.** (2010). Comparison of nutritional and functional constituents, and physicochemical characteristics of mulberrys from seven different *Morus alba* L. cultivars. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 39:1467-1475.
- Kim HB and Kim SL.** (2003). Identification of C3G(cyanidin-3-glucoside) from mulberry fruits and quantification with different varieties. *Korean Journal of Sericultural Science*. 45:90-95.
- Kim HB and Kim SL.** (2004). Quantification and varietal variation of rutin in mulberry fruits. *Korean Journal of Sericultural Science*. 46:1-5.
- Kim HB, Go EJ, Ryu BR, Shin YR, Yang SJ, Baek JS and Lim JD.** (2021a). Anti-obesity effect of mulberry anthocyanins in C57BL/6J mice. *Korean Journal of Medicinal Crop Sciences*. 29:317-327.
- Kim HB, Ju WT, Sung GB, Lee ML and Seo SD.** (2017b). Drying characteristics of mulberry fruit according to storage condition using far-infrared ray dryer for the production of semi-dried mulberry fruit. *International Journal of Industrial Entomology*. 35:45-50.
- Kim HB, Kim JB and Kim SL.** (2005). Varietal analysis and quantification of resveratrol in mulberry fruits. *Korean Journal of Sericultural Science*. 47:51-55.
- Kim HB, Kim SK, Seok YS and Seo SD.** (2015). A making the method of semi-dried mulberry fruit by vacuum freezing dryer. *Journal of Sericultural and Entomological Science*. 53:50-54.
- Kim HB, Kim SL and Kang SW.** (2004). Varietal analysis and quantification of amino acid in mulberry fruits. *Korean Journal of Sericultural Science*. 46:47-53.
- Kim HB, Kim SL, Koh SH, Seok YS, Kim YS, Sung GB and Kang PD.** (2011). The development of natural pigment with mulberry fruit as a food additive. *Korean Journal of Crop Science*. 56:18-22.
- Kim HB, Kim SL, Sung GB, Nam HW, Chang S and Moon JY.** (2003). Quantification and varietal variation of fatty acids in mulberry fruits. *Korean Journal of Sericultural Science*. 45:75-79.
- Kim HB, Lim JD, Kim AJ, Kim YS and Kwon OC.** (2017a). Comparison with various mulberry leaves' and fruit's extract in lipid accumulation inhibitory effect at adipocyte model. *International Journal of Industrial Entomology*. 35:1-6.
- Kim HB, Seok YS, Lee JH and Ju WT.** (2019). Manufacturing properties of granulated honey powder. *Journal of Apiculture*. 34:265-271.
- Konczak I and Zhang W.** (2004). Anthocyanins—More than nature's colours. *BioMed Research International*. 2004:239-240.
- Kregiel D.** (2015). Health safety of soft drinks: Contents, containers, and microorganism. *BioMed Research International*. 2015:128697. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/128697/>(cited by 2022 June 10).
- Lawless HT and Heymann H.** (1988). *Sensory evaluation of food: Principles and practices*. Springer. New York, NY, USA. p.203-378.

- Lee HW, Shin DH and Lee WC.** (1998). Morphological and chemical characteristics of mulberry(*Morus*) fruit with varieties. *Journal of Sericultural and Entomological Science*. 40:1-7.
- Lee JS, Synytsya A, Kim HB, Choi DJ, Lee S, Lee J, Kim WJ, Jang SJ and Park YI.** (2013). Purification, characterization and immunomodulating activity of a pectic polysaccharide isolated from Korean mulberry fruit Oddi(*Morus alba* L.). *International Immunopharmacology*. 17:858-866.
- Lee SH, Jeong E, Paik SS, Jeon JH, Jung SW, Kim HB, Kim M, Chun MH and Kim IB.** (2014). Cyanidin-3-glucoside extracted from mulberry fruit can reduce N-methyl-N-nitrosourea-induced retinal degeneration in rats. *Current Eye Research*. 39:79-87.
- Lee YJ and Choi SW.** (2013). Physicochemical characteristics and analysis of functional constituents of four different mulberry (*Morus alba* L.) fruit juices. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*. 23:768-777.
- Mane RP, Pawar VS, Kshirsagar RB and Nisar M.** (2019). Studies on development of process technology for formulation, sensory evaluation and storage studies of fresh turmeric rhizome juice-based orange RTS beverage. *International Journal of Chemical Studies*. 7:1704-1709.
- Markakis P.** (2012). *Anthocyanins as food colors*. Elsevier. New York, NY, USA. p.163-178.
- Mazza G and Brouillard R.** (1990). The mechanism of copigmentation of anthocyanins in aqueous solutions. *Phytochemistry*. 29:1097-1102.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2016). Food regulation. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. <http://www.foodsafetykorea.go.kr> (cited by 2022 June 10).
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2021a). Production of food and food additives in 2020. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. p.20-78.
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS).** (2021b). Ministry of food and drug safety notification(No. 1098-01): Functional labeling on general foods. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. p.1-17.
- Montibeller MJ, de Lima Monteiro P, Tupuna-Yerovi DS, Rios ADO and Manfroi V.** (2018). Stability assessment of anthocyanins obtained from skin grape applied in kefir and carbonated water as a natural colorant. *Journal of Food Processing and Preservation*. 42:e13698. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfpp.13698> (cited by 2022 Aug 23).
- Nath A and Yadav DS.** (2005). Standardization of ginger-kinnow, a blended beverage from kinnow mandarin juice. *Journal of Food Science and Technology*. 2:520-522.
- Özgen M, Serçe S and Kaya C.** (2009). Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scientia Horticulturae*. 119:275-279.
- Park JH, Hong SI, Jeong MC and Kim DM.** (2013). Quality characteristics and changes in mulberry(*Morus alba* L.) depending on their maturity during distribution. *Korean Journal of Food Preservation*. 20:304-316.
- Petropoulos SA, Sampaio SL, Di Gioia F, Tzortzakakis N, Rouphael Y, Kyriacou MC and Ferreira I.** (2019). Grown to be Blue-Antioxidant properties and health effects of colored vegetables. Part I: Root vegetables. *Antioxidants*. 8:617. <https://www.mdpi.com/2076-3921/8/12/617> (cited by 2022 Aug 23).
- Pires TC, Barros L, Santos-Buelga C and Ferreira IC.** (2019). Edible flowers: Emerging components in the diet. *Trends in Food Science and Technology*. 93:244-258.
- Quan W, He W, Lu M, Yuan B, Zeng M, Gao D, Qin F, Che J and He Z.** (2019). Anthocyanin composition and storage degradation kinetics of anthocyanins-based natural food colourant from purple-fleshed sweet potato. *International Journal of Food Science and Technology*. 54:2529-2539.
- Rodriguez-Saona LE, Giusti MM and Wrolstad RE.** (2008). Expanding the potato industry: Exotic-colored fleshed tubers. *ACS Symposium Series*. 983:114-130.
- Saha SK and Brewer CF.** (1994). Determination of the concentrations of oligosaccharides, complex type carbohydrates, and glyco-proteins using the phenol-sulfuric acid method. *Carbohydrate Research*. 254:157-167.
- Sampaio SL, Fernandes A, Pereira C, Calheta RC, Sokovic M, Santos-Buelga C, Barros L and CFR Ferreira I.** (2020). Nutritional value, physicochemical characterization and bioactive properties of Brazilian quinoa BRS Piabiru. *Food and Function*. 11:2969-2977.
- Santos-Buelga C and González-Paramás AM.** (2019). Anthocyanin. *In* Varela P *et al.*, (eds.). *Encyclopedia of food chemistry*. Elsevier. Amsterdam, Netherlands. p.10-21.
- Singhal BK, Dhar A, Khan MA, Bindroo BB and Fotedar RK.** (2009). Potential economic additions by mulberry fruits in sericulture industry. *Plant Horti Tech*. 9:47-51.
- Song W, Wang HJ, Bucheli P, Zhang PF, Wei DZ and Lu YH.** (2009). Phytochemical profiles of different mulberry(*Morus* sp.) species from China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57:9133-9140.
- Tiwari RB.** (2000). Studies on blending of Guava and Papaya pulps for RTS beverage. *Indian Food Packer*. 54:68-72.
- Tome K, Kesic A, Mazalovic M, Catovic B and Crnikic A.** (2008). The influence of temperature and daylight effect on contents L-ascorbic acid in honey from Bosnia and Herzegovina. *Journal of Engineering*. 2:1584-1665.
- Vadakkan SR, Sakhale BK, Pawar VD, Miniyaar UG and Patil BM.** (2010). Studies on effects of total soluble solids, acidity and carbonation levels on quality of sweet orange beverage. *Food Science Research Journal*. 1:134-136.
- Vignesh D, Muthal T, Chidanand DV and Sunil CK.** (2019). Study of sensory and storage quality of the RTS juice enriched with papaya leaf flavonoid. *Indian Journal of Pure and Applied Bioscience*. 7:422-430.
- Zorić Z, Dragović-Uzelac V, Pedisi S, Kurtanjek Ž and Elez Garofuli I.** (2014). Kinetics of the degradation of anthocyanins, phenolic acids and flavonols during heat treatments of freeze-dried sour cherry marasca paste. *Food Technology and Biotechnology*. 52:101-108.