

와인 농축액을 첨가한 모짜렐라 치즈의 품질 특성 및 기능성

†신혜림 · 황온빛* · 박혜진 · 최성열 · 박의광 · 김민자**

충북농업기술원 와인연구소 농업연구사, *충북농업기술원 와인연구소 연구원, **충청북도농업기술원 와인연구소 농업연구관

Quality Characteristics and Functionality of Mozzarella Cheese with Wine Concentrate

†Hyerim Shin, On Bit Hwang*, Hyejin Park, Sungyeol Choi, Eui Kwang Park and Min-Ja Kim**

Associate Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Youngdong 29151, Korea

*Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Youngdong 29151, Korea

**Senior Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Youngdong 29151, Korea

Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality characteristics of mozzarella cheese added wine concentrate. Mozzarella cheese was produced with different additives of wine concentrate which were 0~5%. The pH and the total acidity of the Cheese were analyzed. We also examined the radical scavenging activities for the antioxidant effect of samples and evaluated for their total polyphenol, and total flavonoid contents. The pH of Meoru wine cheese (6.28~6.37) was significantly higher and total acidity tended to decrease compared to that of the control. L^* (lightness) of the wine cheese decreased with increasing amounts of wine concentrates whereas a^* (redness) tended to increase. In the texture profile analysis, Meoru wine cheese showed higher values of hardness, gumminess, and chewiness. The ABTS radical scavenging activity of Meoru wine cheese showed the highest value when wine concentrate amounts were 2%. The DPPH radical scavenging activity was significantly increased in cheese added with wine concentrate. Total polyphenol contents and total flavonoid contents of Meoru wine cheese tended to increase with increasing amounts of wine concentrate. This research result highlights the positive influence of wine concentrate addition in cheese. Also, these results are expected to impact the experience programs in farm wineries.

Key words: wine, mozzarella cheese, quality characteristics, functional compounds

서 론

포도, 포도 주스, 포도씨 추출물 등의 건강 기능성에 관한 연구는 다양하게 이루어져 암, 심혈관 질환, 고혈압 등 다양한 질환 치료에 사용되어 왔다(Pérez-Jiménez & Saura-Calixto 2008). 일부 연구자들은, 포도와 와인의 화학 성분이 다름에도 와인이 포도와 유사한 치료 효과를 나타내는 것은 알코올 발효 과정을 통해 와인 속 폴리페놀의 생물학적 가용성이 증가했기 때문이라고 말하고 있다(Guilford & Pezzuto 2011). 와인의 건강 기능성을 세계적으로 알리게 된 프렌치 패러독스는 전통적인 프랑스 식단의 높은 포화지방 수치에도 불구하고

고 관상동맥 질환의 발생률이 낮다고 보고하는 역학 연구에 기초하고 있다(Guilford & Pezzuto 2011). 다양한 연구에 따르면, 적당한 양의 와인의 섭취는 심혈관 사망률이 20~30% 감소한다고 한다(German & Walzem 2000; Ruf JC 2003).

와인은 와인러리 체험과 생산 지역의 라이프 스타일과 연계하여 새로운 관광 분야로 부상했다(Dowling RK 2001; O'Neill & Charters 2006). 와인과 음식 축제는 시음을 통해 와인에 대한 지식을 향상 시킬 수 있는 편안한 환경을 제공하게 되어 지역 와인 브랜드와 생산 지역의 대한 인지도를 높일 수 있다(Axelsen & Swan 2010). 이미 해외에서는 와인과 음식 축제가 와인 생산자 및 생산 지역 홍보에 긍정적인 영

† Corresponding author: Hyerim Shin, Associate Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Youngdong 29151, Korea. Tel: +82-43-220-5876, Fax: +82-43-220-5879, E-mail: limi8903@korea.kr

향을 미쳐 축제의 개최가 늘어나고 있다(Carlsen J 1999; Hall 등 2003). 하지만, 와인은 단순 주류 형태로 가공되고 있어, 어린이, 청소년 등 주류 섭취가 불가능한 소비자층과 알코올에 취약한 사람들은 와인을 체험할 수 없는 실정이다.

와인을 이용한 가공제품 개발에 관한 연구는 산머루 와인을 첨가한 요구르트의 품질 특성(Kim 등 2012a), 복분자 와인을 첨가한 프로바이오틱 크림 치즈에 관한 연구(Kim CC 2008), 캠벨얼리 와인으로 제조한 빵쇼의 품질특성 및 기능성(Park 등 2021)이 있으며, 그 외에 전통약용주를 이용한 한국형 브랜드 치즈 개발에 관한 연구(Bae & Choi 2008), 쌀막걸리를 첨가한 요구르트의 품질특성에 관한 연구(Lee & Bae 2017) 등이 있다. 주류 시장에서의 웰빙 열풍과 관련하여 건강 기능성에 대한 소비자들의 선호 증가 및 소비자의 기호에 따른 맞춤형 가공품 개발이 요구되고 있으나 그에 따른 제품 개발은 미흡한 상태이다.

따라서, 본 연구에서는 농가에서 활용 가능한 체험 프로그램 개발과 와인의 수요 증대를 위해 와인을 첨가한 모짜렐라 치즈를 제조하고 품질특성과 기능성을 살펴 본 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 연구에 사용한 와인은 와인연구소에서 2019년도에 제조한 알코올 함량 12%의 캠벨얼리 및 머루 드라이 와인을 사용하였는데 두 품종 모두 본 연구소에서 재배한 것을 이용하였으며, 와인 제조 시 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* (Fermivin 7013, DSM Food Specialities, Fermivin®, Lallemand, Denmark)를, 설탕은 백설탕(씨제이제일제당(주), 한국)을 사용하였다. 발효 시 메타중아황산칼륨(Institut oenologique de champagne, France)을 이용하여 와인을 제조하였고 분석 시약은 Sigma-Aldrich Co.(St.Louis, MO, USA), Merck(München, Germany) 등에서 구입한 특급 및 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

2. 레드 와인 제조

포도는 제경 파쇄기를 이용해 과경과 포도 알갱이를 분리하였고 송이줄기가 제거된 포도즙(포도즙, 과육, 씨 등을 포함)에 100 ppm의 메타중아황산 칼륨을 처리하였고 처리 5시간 후 효모를 처리하였다. 효모는 접종 전 미리 미지근한 물에서 30분가량 활성화를 시킨 후 전체 무게의 0.02%(W/W) 첨가하여 발효를 시작하였다. 발효 온도는 18℃를 유지하였으며 일주일의 침용 기간 후 주박을 제거하여 알코올 발효가 끝난 후 저온으로 옮겨 랙킹과 숙성을 진행하였다.

3. 와인 농축

캠벨얼리 및 머루 와인을 55℃ 수욕상에서 회전식 감압농축기(Eyela N-1200A, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 용매를 제거하여 농축한 후 증류수를 이용하여 정용하여 제조한 10배 와인 농축액을 냉장 보관하면서 시료로 사용하였다.

4. 와인 치즈 제조

와인 치즈를 제조하기 위해 저온 살균 우유(롯데푸드(주) 파스퇴르, 서울, 한국)를 구매하여 사용하였다. 저온 살균 우유에 와인 농축액을 첨가한 후 식초((주)오뚜기, 서울, 한국)를 첨가하여 pH 5.6~5.7로 조절 후 32℃까지 가열하였다. 증류수 10 mL에 레닛(Maysa Gida, Istanbul, Turkey) 1 mL를 혼합한 레닛 희석액을 첨가하여 섞어준 후 커드가 형성되도록 5분간 정치시켰다. 형성된 커드를 은행알 크기로 잘라 준 후 천천히 저어가며 40℃까지 가열시켜 커드를 분리하였다. 80℃ 이상으로 가열해놓은 유청에 분리한 커드를 담가 성형하여 얼음물에 1시간 굳힌 후 실험에 사용하였다.

5. 일반 품질 특성

1) pH 및 총산

분석을 위해, 제조된 치즈와 증류수를 1:9 비율로 혼합하여 교반기(SciLab, 서울, 한국)로 교반하여 시료로 사용하였다. pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였고, 총산은 시료 5 mL에 증류수를 가하여 균질화한 시료에 페놀프탈레인 용액 2~3 방울을 떨어뜨린 후, pH를 측정하였고, 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하였다. 적정한 양을 유기산 계수를 이용하여 다음식으로 나타내 총산으로 환산하였다.

$$\text{총산} = \frac{F \times V \times f}{S} \times 100$$

F =소비한 0.1N -NaOH의 mL수

f =0.1N -NaOH의 Factor (=1)

S =검체량

F =0.1N NaOH 용액 0.1 mL에 상당하는 유기산의 계수 (0.0075 주석산)

2) 색도

치즈의 색도는 직경 5 cm, 높이 1 cm의 용기에 빈공간 없이 시료를 담아 spectrophotometer CM-5(Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter L, a, b 값을 측정하였다. Hunter L(Lightness, 명도), a(redness 적색도) 및 b(yellowness 황색도)

값은 각각 zero, white calibration을 통해 보정하였으며, 이때 백색판의 색도는 $L=99.55$, $a=-0.05$, $b=-0.33$ 이었다(Park 등 2018).

3) 물성측정

와인 치즈는 제조된 즉시 물성을 측정하였으며, Texture analyzer(TA.XT Express, Stable Micro System, Godalming, UK)를 이용하여 측정하였으며, 가로, 세로, 높이 1.5 cm로 잘라 원기둥 probe(지름 35 mm)를 장착하고 TPA 분석으로 Target mode는 strain, strain은 75%, Trigger type은 auto, Trigger force는 5.0 g으로 설정하여 시료를 2회 연속적으로 침입시켰을 때 얻어지는 force-time curve로부터 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 및 복원성(resilience)을 측정하였다(Seon BS 2016).

6. 기능성 분석

1) ABTS 라디칼 소거능 분석

기능성 분석을 위해 치즈 20 g당 5배량(w/v)의 80% ethanol로 2회 반복 추출한 다음, 추출액은 여과지(Membrane filter, 0.45 μ m, Hyundai micro co., Seoul, Korea)로 여과하였다. 여액을 55°C 수욕상에서 회전식 갑압농축기로 용매를 제거하고 갑압·농축한 후 증류수를 이용하여 5 mL로 정용하여 밀봉 냉동 보관하면서 시료로 사용하였다. 시료의 총 항산화력은 ABTS cation decolorization assay 방법(Dewanto 등 2002)에 의하여 측정하였다. 즉, ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich Co.) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 분광광도계(Lambda 35 UV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 시료 50 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 60분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid(Sigma)를 동량 첨가하였고, 전자공여능은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 대조구(증류수)의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

2) DPPH 라디칼 소거능 분석

치즈의 항산화 활성을 측정하기 위하여 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 분석하였다. 즉 0.4 mM 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH, Sigma-Aldrich Co.) 용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 대조구로는 증류수를 사용하였으며 전자공여능은 시료 첨가

구와 비첨가구의 흡광도 차이로 나타내었다.

$$\text{Electron Donating Ability(\%)} = \frac{C_{Abs} - S_{Abs}}{C_{Abs}} \times 100$$

C_{Abs} : Absorbance of control

S_{Abs} : Absorbance of sample

3) 총 폴리페놀 함량

와인의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(Amerine & Ough 1980). 즉 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치시킨 다음 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.1 mL를 가하고 30분 방치 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.) 100 mg% stock solution을 제조한 후 희석해 농도별로 측정 사용하여 검량선을 작성하였고, 총 폴리페놀 함량은 와인 중의 gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

4) 총 플라보노이드 함량

와인의 총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등(1999)의 방법에 따라 분석하였으며, 플라보노이드가 알칼리성 pH 조건에서 알루미늄과 반응하여 분홍색의 플라보노이드-알루미늄 결합체를 형성하는 원리를 활용하여 정량하였다. 즉 시료 250 μ L를 취하여 증류수 1 mL와 5% NaNO_2 용액 75 μ L를 가한 후 5분간 반응 시킨 후, 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 150 μ L를 첨가하여 6분간 반응시켰다. 그 후 1M NaOH 500 μ L를 가하여 11분 반응 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였고, 총 플라보노이드 함량은 (+)-catechin hydrate를 이용한 표준곡선으로부터 시료의 플라보노이드 함량을 구하였다.

7. 통계분석

모든 실험의 각 항목은 3회 반복 실시하여 측정된 평균과 표준편차를 산출하고, 각 실험군간 평균치의 통계적 유의성은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 $p < 0.05$ 수준으로 t -test와 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)을 실시하여 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 총산

와인 농축액 첨가량에 따른 모짜렐라 치즈의 pH와 총산도

결과는 Fig. 1에 나타내었다. pH 측정 결과, 대조구인 와인 농축액을 첨가하지 않은 치즈가 6.11~6.38로 분석되었으며, 머루 와인 농축액을 첨가한 와인 치즈의 pH는 6.28~6.37로 대조구와 비교해 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 유의적으로 높아졌으나 첨가량에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 새싹보리를 첨가한 스트링 치즈와 자색고구마 분말을 첨가한 모짜렐라 치즈의 pH는 대조구 대비 낮아진다는 보고 (Seon BS 2016; Park 등 2017)와는 다른 경향을 나타냈다. 반면, 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈는 pH 6.25~6.26으로 대조구와의 유의성이 나타나지 않았다. 치즈의 pH는 조직 감 형성, 수분 등에 영향을 주는 요인이지만(Arthur RH 2017) 본 연구에서는 와인 농축액 첨가로 인한 pH 변화는 치즈의 물성에 직접적인 영향을 주지 않을 것으로 판단된다. 와인 농축액을 첨가한 치즈의 총산을 분석한 결과, 머루 와인 농축액을 첨가한 치즈에서는 대조구와 비교해 유의적으로 낮아진 것을 확인하였으며, 첨가량에 따른 차이는 나타나지 않았다. 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈의 총산은 대조구

보다 낮게 나타났지만, 유의적인 차이는 없었다.

2. 색도

와인 농축액 첨가량에 따른 모짜렐라 치즈의 색도 분석 결과는 Table 1과 같다. 머루 와인 농축액 첨가 치즈의 명도는 33.35~49.25, 캠벨얼리 와인 농축액 첨가 치즈의 명도는 65.56~80.14로 모두 대조구보다 낮았으며, 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 품종간의 다른 명도의 차이도 나타났으며, 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 더 높았다. 이는 Park 등(2018)의 연구에 따르면 머루 와인의 명도는 0.77~5.55로 캠벨얼리 와인의 명도인 40.94 (Park 등 2021)보다 낮은 수치로, 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 머루 와인 농축액 첨가 치즈의 적색도는 9.10~9.95로 대조구보다 유의적으로 높았으나 첨가량에 따른 경향은 없었으며, 캠벨얼리 와인 농축액 첨가 치즈는 4.05~7.49로 첨가량에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. Park 등(2018)의 연구에 따르면 국산 시판 머루 와인의 적색도는 3.97~31.16

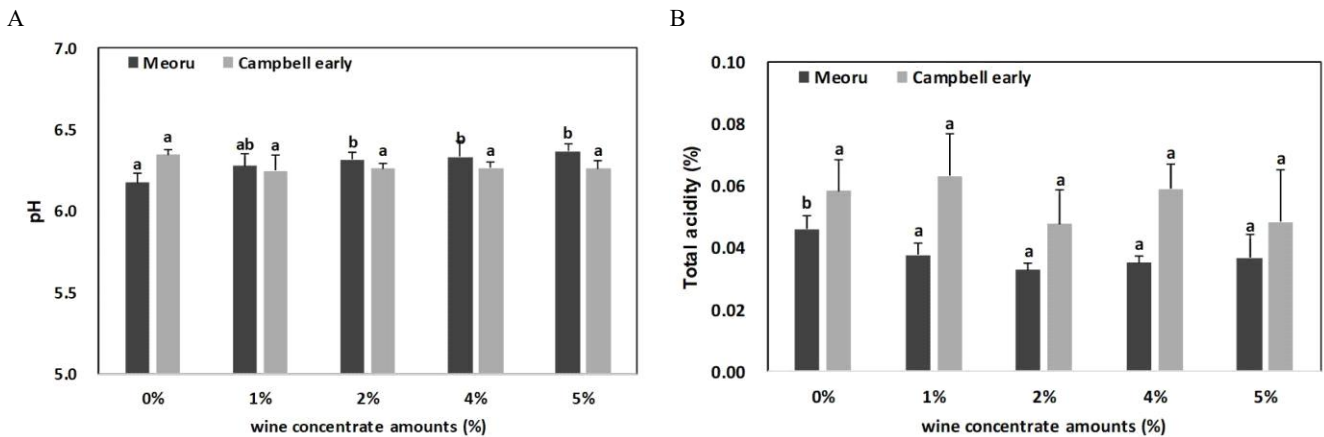


Fig. 1. pH (A) and total acidity (B) of mozzarella cheese with wine concentrate.

Table 1. Colorimetric characteristics of mozzarella cheese added with wine concentrate

Wine concentrate (%)	L (Lightness)		a (Redness)		b (Yellowness)	
	M ¹⁾	C ²⁾	M	C	M	C
0	91.81±0.30 ^c	91.68±0.67 ^c	-1.22±0.11 ^a	-0.74±0.43 ^a	9.78±0.83 ^d	9.11±0.51 ^b
1	49.25±5.29 ^b	80.14±1.36 ^{d*}	9.10±0.48 ^{b*}	4.05±0.49 ^b	7.71±0.29 ^{bc*}	5.41±1.23 ^a
2	45.59±5.63 ^b	75.30±1.99 ^{c*}	9.68±0.61 ^{b*}	5.46±0.70 ^c	8.26±0.39 [*]	4.68±1.69 ^a
4	34.36±1.89 ^a	68.53±2.25 ^{b*}	9.95±0.43 ^{b*}	6.90±0.35 ^d	7.02±0.62 ^{ab*}	4.31±1.43 ^a
5	33.35±0.70 ^a	65.56±0.79 ^{a*}	9.44±0.51 ^{b*}	7.49±0.69 ^d	6.24±0.34 ^a	4.22±2.23 ^a

¹⁾ M means Meoru wine concentrate.

²⁾ C means Campbell Early wine concentrate.

All values are mean±S.D. of triple determinations.

Different letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$).

*Means significant difference ($p < 0.05$) between varieties.

으로 나타났으며, Yook 등(2008)의 연구에서 캠벨얼리 와인의 적색도는 46.98 ± 1.58 로 와인의 적색도는 캠벨얼리 와인에서 더 높게 나타나 본 연구 결과와는 다르게 나타났다. 이의 원인에 관해서는 와인 농축액과 흰색인 우유와 섞이며 발생하는 색의 변화와 pH 상승이 요인으로 보이거나(Lee 등 2002) 다양한 요인에 대한 분석이 필요할 것으로 생각된다. 황색도는 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 대조구보다 낮아졌으며, 머루 와인 농축액 첨가 치즈에서는 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 나타냈다. 본 연구에서 제조된 와인 치즈는 기존 모짜렐라 치즈에 익숙해진 소비자들에게는 낯설 수 있으나, 와인의 기능성을 강조하며 시판 치즈와 차별화를 둔다면 관광객들을 대상으로한 체험프로그램으로 활용 가능성이 우수할 것으로 생각된다.

3. 물성

머루 와인 농축액을 첨가한 치즈의 물성 측정 결과는 Table 2와 같다. 농축액 첨가량이 증가함에 따라 단단한 정도인 경도는 $2,631.41 \sim 4,821.47$ 로 유의적으로 높게 나타났다. 4% 첨가에서 가장 단단한 것으로 확인되었으나 5% 첨가와 유의적인 차이는 없었다. 이는 자색고구마분말 첨가 모짜렐라 치즈의 품질특성에서 자색고구마 분말을 첨가할수록 경도가 증가하는 결과(Seon BS 2016)와 일치하였다. 물질이 표면에 달라붙는 힘인 부착성은 와인 농축액이 첨가된 치즈에서 증가했으나 첨가량에 따른 유의성은 없었다. 변형된 치즈가 변형을 유발하는 힘이 제거된 후에 원래의 상태로 돌아가려는 성질인 탄력성은 4% 첨가까지, 탄력성과 관련된 복원성은 2% 첨가까지 증가하다 일정해지는 경향을 나타냈다. 치즈 그대로의 형태를 유지하려는 힘인 응집성은 와인 농축액이 첨가된 치즈에서 증가하였으나 첨가량에 따른 유의성은 확인하지 못했다. 치즈의 쫄깃한 식감을 나타내는 점착성

과 씹힘성은 대조구와 비교하여 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 각각 $839.29 \sim 1,951.33$, $405.92 \sim 1,427.62$ 로 와인 농축액 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높은 값을 나타냈다. 점착성과 씹힘성의 증가는 치즈 품질에 긍정적인 것으로 판단되며, 새싹보리를 첨가한 스트링치즈의 품질 특성(Park 등 2017)에서도 본 연구 결과와 일치하는 것을 확인하였다. 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈의 물성 측정 결과는 Table 3과 같다. 경도는 4% 이상 첨가에서 대조구 대비 낮아지는 것을 확인하였고 부착성은 와인 농축액이 첨가된 치즈에서 증가했으나 첨가량에 따른 유의성은 없었다. 탄력성은 와인 농축액 첨가에 따른 변화는 없으나, 복원성과 응집성은 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 증가했다. 점착성과 씹힘성은 와인 농축액 첨가량 2%까지 증가하다 감소하는 경향을 나타냈다. 캠벨얼리 농축액을 첨가한 치즈는 머루 와인 농축액 첨가 치즈와는 달리 첨가량에 따른 물성 특성을 확인하기 어려웠다. 이의 원인에 관해서는 포도 품종 간의 특성 차이로 보이거나 다양한 요인에 대한 분석이 필요할 것으로 생각된다.

4. 항산화성 분석

ABTS 전자공여능을 분석한 결과는 Fig. 2에 나타났다. 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 대조구와 비교하여 유의적으로 증가하였다. 머루 와인 농축액을 첨가한 치즈에서는 2%에서 85.92% 로 대조구 대비 9배 이상 증가하여 가장 높은 수치를 나타냈고, 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈에서는 첨가량이 증가할수록 전자공여능도 증가하는 경향을 확인하였다. Fig. 3에 나타낸 DPPH 전자공여능 결과, 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 대조구와 비교하여 모두 유의적으로 증가하였으며, 머루 와인 농축액 첨가 치즈에서는 첨가량에 따른 유의성은 확인할 수 없었으나 캠벨얼리 와인 농축액 첨가 치즈에서는 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 확인하였

Table 2. Texture profiles of mozzarella cheese added with Meoru wine concentrate

	Wine concentrate (%)				
	0	1	2	4	5
Hardness	$1,389.17 \pm 50.63^a$	$2,631.41 \pm 198.99^b$	$3,532.13 \pm 45.46^c$	$4,821.47 \pm 92.34^d$	$4,792.59 \pm 43.10^d$
Adhesiveness	-168.75 ± 5.92^a	-31.58 ± 4.98^c	-72.25 ± 13.74^b	-67.81 ± 0.96^b	-30.23 ± 11.96^c
Springiness	0.36 ± 0.03^a	0.52 ± 0.05^b	0.61 ± 0.03^c	0.71 ± 0.04^d	0.71 ± 0.02^d
Cohesiveness	0.31 ± 0.01^a	0.33 ± 0.02^b	0.43 ± 0.01^d	0.36 ± 0.02^c	0.41 ± 0.01^d
Gumminess	434.90 ± 43.79^a	839.29 ± 3.35^b	$1,522.51 \pm 22.50^c$	$1,756.23 \pm 134.62^d$	$1,951.33 \pm 46.87^e$
Chewiness	156.21 ± 20.44^a	405.92 ± 36.77^b	858.81 ± 48.72^c	$1,280.06 \pm 103.83^d$	$1,427.62 \pm 86.75^e$
Resilience	0.05 ± 0.01^a	0.08 ± 0.01^b	0.13 ± 0.01^c	0.13 ± 0.01^c	0.14 ± 0.00^c

¹⁾ All values are mean \pm S.D. of triple determinations.

²⁾ Different letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$).

Table 3. Texture profiles of mozzarella cheese added with Campbell Early wine concentrate

	Wine concentrate (%)				
	0	1	2	4	5
Hardness	2,559.83±59.86 ^c	2,598.96±134.08 ^c	2,802.59±156.78 ^d	1,714.00±128.67 ^a	2,358.06±223.12 ^b
Adhesiveness	-74.02±14.04 ^a	-55.05±8.74 ^c	-56.23±11.48 ^{bc}	-60.41±13.49 ^{abc}	-69.53±3.71 ^{ab}
Springiness	0.81±0.02 ^a	0.82±0.01 ^a	0.82±0.01 ^a	0.83±0.01 ^a	0.80±0.05 ^a
Cohesiveness	0.29±0.03 ^a	0.34±0.04 ^{bc}	0.38±0.05 ^{cd}	0.34±0.01 ^b	0.40±0.01 ^d
Gumminess	751.59±164.42 ^a	1,120.93±42.62 ^b	1,372.06±221.45 ^c	760.90±199.83 ^a	1,032.10±93.01 ^b
Chewiness	480.47±72.17 ^a	874.34±36.55 ^c	1,008.43±149.54 ^d	522.06±13.39 ^a	737.64±62.04 ^b
Resilience	0.08±0.01 ^a	0.12±0.01 ^{bc}	0.14±0.04 ^c	0.11±0.02 ^b	0.12±0.02 ^{bc}

1) All values are mean±S.D. of triple determinations.

2) Different letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$).

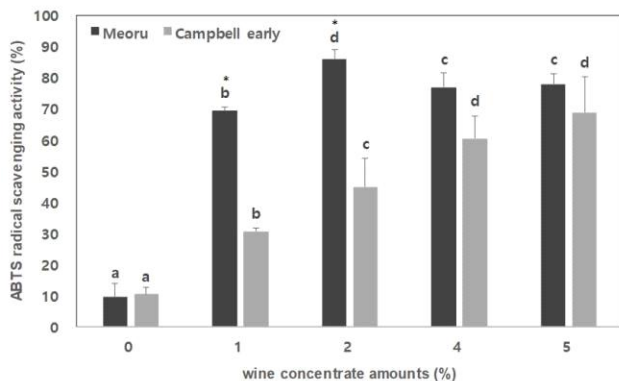


Fig. 2. ABTS radical scavenging activity of mozzarella cheese with wine concentrate.

다. Choi 등(2006)의 머루즙과 머루주의 항산화 효과 연구에서 시료의 농도가 증가함에 따라 전자공여능과 환원력은 유의적으로 높았다. 와인 치즈의 품종간의 차이를 비교해본 결과, ABTS 및 DPPH 전자공여능 모두 2% 이하 첨가에서 머루에서 전자공여능이 더 높았다. Jeong 등(2017)의 연구에 따르면 캠벨얼리 와인의 DPPH 전자공여능은 46%, 안토시아닌 함량이 2.3 g/L로 나타났으며, 머루는 항산화, 항암, 살균 기능이 강한 anthocyanin, resveratrol 등과 같은 다양한 건강기능성 물질의 함량이 높은 것으로 보고되고 있다(Lee & Choi 2009; Choi SJ 2010). 이러한 두 품종간의 기능성 물질의 함량 또는 항산화 활성의 차이가 본 연구에서 제조된 와인 치즈에서도 나타난다고 생각된다.

5. 기능성 성분 분석

와인 농축액의 첨가량에 따른 모짜렐라 치즈의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 4와 같다. 머루 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 대조구(108.64 mg%)와 비교하여 186.98~475.93 mg%로 첨

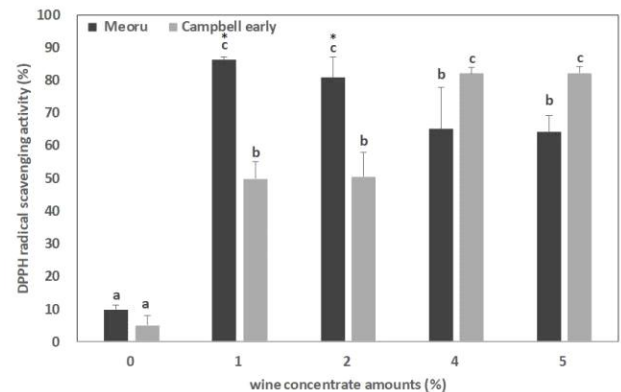


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of mozzarella cheese with wine concentrate.

가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량도 유의적으로 증가하였다. 반면, 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈에서는 첨가량에 따른 차이가 없었다. Kim 등(2012b)의 연구에 따르면 폴리페놀 성분에 의해 항산화 활성이 나타나며, 이러한 경향은 와인의 폴리페놀 함량과 와인의 항산화 활성이 상관관계를 가지고 있다는 보고(Guilford & Pezzuto 2011)와 유사하다는 것을 확인할 수 있다. 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Fig. 5에 나타냈다. 머루 와인 농축액 첨가 치즈에서 첨가량이 증가함에 따라 성분 함량이 증가하는 경향이 나타났으며, 4% 첨가에서 240.05 mg%로 가장 높았다. 캠벨얼리 와인 농축액 첨가 치즈에서는 첨가량에 따른 유의성은 없었다. 두 분석 결과는 유사한 경향을 보였으며, 2% 이상 첨가한 치즈에서 머루 와인 농축액을 처리한 치즈에서 유의적으로 더 높았다.

6. 기능성 성분 및 생리활성의 상관관계 분석

와인 농축액 첨가에 따른 치즈의 총 폴리페놀, 총 플라보

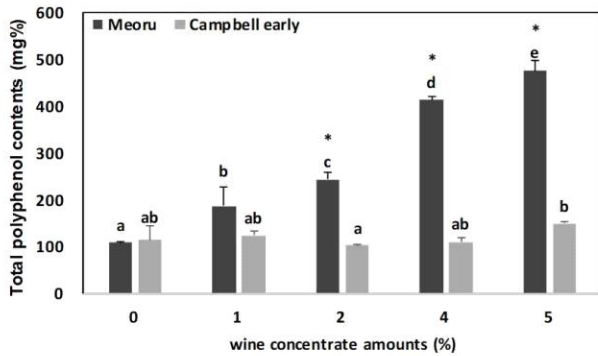


Fig. 4. Total polyphenol contents of mozzarella cheese with wine concentrate.

Table 4. Correlation coefficients among total polyphenol contents (TPC), total flavonoid contents (TFC), ABTS and DPPH radical scavenging activity of mozzarella cheese added with Meoru and Campbell Early wine concentrate

		TPC	TFC	ABTS	DPPH
Meoru	TPC	1	0.294**	0.653	0.367
	TFC		1	0.602	0.294
	ABTS			1	0.920*
	DPPH				1
Campbell Early	TPC	1	0.066	0.406	0.383
	TFC		1	-0.138	0.109
	ABTS			1	0.964**
	DPPH				1

Significant at * $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$.

노이드 함량, ABTS 및 DPPH 전자공여능 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈의 총 플라보노이드 함량과 ABTS 전자공여능을 제외하고는 모두 양의 상관관계를 나타내었으며, 특히 머루 와인 치즈의 ABTS 전자공여능과 DPPH 전자공여능의 상관계수가 0.920($p < 0.05$), 캠벨얼리 와인 치즈의 ABTS 전자공여능과 DPPH 전자공여능의 상관계수가 0.964($p < 0.01$)로 높은 상관관계를 나타내었다. 따라서 본 연구에서는 머루와 캠벨얼리 와인 농축액의 첨가량에 따른 치즈의 전자공여능에 영향을 주는 것으로 판단되며, 기능성 성분이 항산화 활성에 영향을 주는 것은 확인하지 못하였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 와인 농축액을 첨가하여 모짜렐라 치즈를 제조하였고 품질특성과 기능성을 비교하였다. 먼저, 와인 농

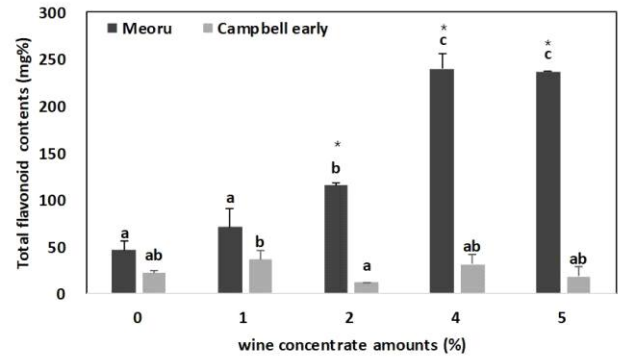


Fig. 5. Total flavonoid contents of mozzarella cheese with wine concentrate.

축액 첨가량에 따른 모짜렐라 치즈의 pH 측정 결과, 대조구인 와인 농축액을 첨가하지 않은 치즈가 6.11~6.38로 분석되었으며, 머루 와인 농축액을 첨가한 와인 치즈의 pH는 6.28~6.37로 대조구와 비교해 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 유의적으로 높았다. 와인 농축액을 첨가한 치즈의 총산을 분석한 결과, 머루 와인 농축액을 첨가한 치즈에서는 대조구와 비교해 유의적으로 낮았다. 머루 와인 농축액 첨가 치즈와 캠벨얼리 와인 농축액 첨가 치즈의 명도는 모두 대조구보다 낮았으며, 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 적색도는 와인 농축액 첨가량에 따라 증가하였고 황색도는 대조구 대비 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 낮았다. 머루 와인 농축액 첨가량이 증가함에 따라 경도는 2,631.41~4,821.47로 유의적으로 높았다. 점착성과 씹힘성은 대조구와 비교하여 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 와인 농축액 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높았다. 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈의 경도는 4% 이상 첨가에서 대조구 대비 낮았으며, 점착성과 씹힘성은 와인 농축액 첨가량 2%까지 증가하다 감소하는 경향을 나타냈다. ABTS 전자공여능 분석 결과, 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 대조구에 비하여 유의적으로 증가하였다. 머루 와인 농축액을 첨가한 치즈에서는 2%에서 85.92%로 대조구 대비 9배 이상 증가하여 가장 높았고 캠벨얼리 와인 농축액을 첨가한 치즈에서도 유사한 경향을 확인하였다. DPPH 전자공여능은 와인 농축액 첨가 치즈에서 대조구 대비 모두 유의적으로 증가하였다. 와인 치즈의 품종간의 비교 결과, 두 전자공여능 모두 2% 이하 첨가 시 머루 와인 치즈에서 더 높았다. 와인 농축액 첨가량에 따른 모짜렐라 치즈의 총 폴리페놀 함량 분석 결과, 머루 와인 농축액을 첨가한 치즈에서 186.98~475.93 mg%로 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량도 유의적으로 증가하였다. 총 플라보노이드 함량 분석 결과에서도 유사한 경향을 확인했다. 또한, 2% 이상 첨가 시 캠벨얼리 와인 농축액 처리보다 머루

와인 농축액을 처리한 치즈에서 유의적으로 더 높았다. 이와 같은 연구 결과를 통해 다양한 와인 가공제품의 보급 확대로 농가 소득 향상과 지역특화작목 와인을 활용한 농가형 체험·관광용 상품 개발이 가능할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 충청북도농업기술원 연구사업(주관과제명: 와인 소비 활성화를 위한 가공제품 개발)의 지원에 의한 것으로, 이에 감사드립니다.

References

- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wine. pp.176-180. John Wiley & Sons
- Arthur RH. 2017. Cheesemaking Technology. p.54. Yuhanmunhwasa
- Axelsen M, Swan T. 2010. Designing festival experiences to influence visitor perceptions: The case of a wine and food festival. *J Travel Res* 49:436-450
- Bae IH, Choi GS. 2008. Development of Korean-brand cheese added with traditional medicinal liquors. *Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs*. Report No. TRKO 201300026627
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Carlsen J. 1999. The first Australian wine tourism conference. *Tour Manage* 20:367-368
- Choi SJ. 2010. The difference of anthocyanin pigment composition and color expression in fruit skin of several grape cultivars. *Korean J Food Preserv* 17:847-852
- Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ. 2006. Physicochemical analysis and antioxidative effects of wild grape (*Vitis coignetiea*) juice and its wine. *Korean J Food Nutr* 19:311-317
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50:3010-3014
- Dowling RK. 2001. Wine tourism. *Tour Recreat Res* 26:1-2
- German JB, Walzem RL. 2000. The health benefits of wine. *Annu Rev Nutr* 20:561-593
- Guilford JM, Pezzuto JM. 2011. Wine and health: A review. *Am J Enol Vitic* 62:471-486
- Hall CM, Mitchell R, Sharples L. 2003. Consuming places: The role of food, wine and tourism in regional development. In Hall CM, Sharples L, Mitchell R, Macionis N, Cambourne B (Eds.), *Food Tourism Around the World*. pp.25-59. Routledge
- Jeong H, Lee SB, Yeo S, Kim DH, Choi JS, Kim DH, Yeo SH, Park HD. 2017. Blending effect of Campbell Early and aronia wines fermented by the mixed culture of *Pichia anomala* JK04 and *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin. *Korean J Food Preserv* 24:472-482
- Kim CC. 2008. A study on the probiotic cream cheese produced with *Rubus coreanus* Miquel wine. Master's Thesis, Hankyong National Univ. Anseong. Korea
- Kim EJ, Choi JY, Yu M, Kim MY, Lee S, Lee BH. 2012b. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44:337-342
- Kim JK, Lee JS, Jeong YT, Bae IH. 2012a. Development of yoghurt with Sanmeoru (*Vitis amurensis* Ruprecht) wine as an additive. *Korean J Dairy Sci Technol* 30:23-30
- Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim, SS and Koh, KH. 2002. Study on the color characteristics of Korean red wine. *Korean J Food Sci Technol* 34:164-169
- Lee JS, Bae I. 2017. A study on the quality properties of yogurt containing *Makgeolli* (Korea rice-wine). *J Milk Sci Biotechnol* 35:135-142
- Lee NR, Choi SJ. 2009. Contents of resveratrol in different parts of various grape cultivars. *Korean J Food Preserv* 16:959-964
- O'Neill M, Charters S. 2006. Service quality at the cellar door: A lesson in services marketing from Western Australia's wine-tourism sector. In Prideaux B, Moscardo G, Laws E (Eds.), *Managing Tourism and Hospitality Services: Theory and International Applications*. pp.251-261. CABI
- Park H, Park E, Park EK, Choi S, Shin H, Kim MJ. 2021. Quality characteristics and functionality of vin chaud prepared from Campbell Early wine. *Korean J Food Nutr* 34:516-525
- Park H, Park JM, Han B, Choi W, Noh J. 2018. Quality characteristics of Korean domestic commercial meoru wines. *Korean J Food Nutr* 31:703-711
- Park SE, Seo SH, Kim EJ, Lee KM, Son HS. 2017. Quality characteristics of string cheese prepared with barley sprouts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:841-847
- Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F. 2008. Grape products and

- cardiovascular disease risk factors. *Nutr Res Rev* 21:158-173
- Ruf JC. 2003. Overview of epidemiological studies on wine, health and mortality. *Drugs Exp Clin Res* 29:173-179
- Seon BS. 2016. Quality characteristics of mozzarella cheese with purple sweet potato powder. Master's Thesis, Sejong Univ. Seoul, Korea
- Yook C, Seo MH, Lee JW, Kim YH, Lee KY. 2008. Quality properties of wines fermented with domestic new different grapes. *Korean J Food Sci Technol* 40:633-642
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64:555-559
-

Received 10 November, 2021

Revised 01 December, 2021

Accepted 10 December, 2021