

Effects of mulberry concentrate on lipid oxidation of *Yackwa* during its storage

Suk-Kyung Shin, Hyun-Jeong Kim, Mee-Ree Kim*

Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

오디 농축액이 약과의 저장 중 지질산패에 미치는 영향

신숙경 · 김현정 · 김미리*

충남대학교 식품영양학과

Abstract

This study was conducted to evaluate the quality and to inhibit the lipid oxidation of *Yackwa* with 0, 1, 2, or 3% mulberry concentrate added. We stored *Yackwa* at 60°C for three weeks. After the three-week storage, the acid value of the *Yackwa* with mulberry concentrate was lower than that of the control *Yackwa*. The hydroperoxide value (22.39 meq/kg) of the *Yackwa* with 3% mulberry concentrate at two weeks of storage was 50% lower than that of the control *Yackwa* (47.03 meq/kg). Also, after three-week storage, the TBA value of the *Yackwa* with 3% mulberry concentrate was about two times lower than that of the control group. The L and b values in the Hunter color system of the *Yackwa* with mulberry concentrate decreased significantly as the amount of the mulberry added increased, whereas the a value increased. The antioxidant activity, such as the DPPH radical scavenging activity, significantly increased in the *Yackwa* with mulberry concentrate, unlike in the control. These results might have been caused by the mulberry concentrate, which contains an antioxidant. The ability of the mulberry concentrate to delay the rancidity of the *Yackwa* was due to its antioxidant activity.

Key words : mulberry, *Yackwa*, lipid oxidation, antioxidant

서 론

오디(*Morus alba* L)는 뽕나무과(*Moraceae*)의 뽕나무속(*Morus*)에 속하는 교목성 낙엽수인 뽕나무의 열매로써 온대에서 아열대에 이르기까지 널리 분포하며 분포밀도가 가장 높은 곳은 동아시아의 한국, 중국대륙 및 일본열도이다(1). 완숙 오디는 당도가 높고 식감이 좋으며, 일반 과실보다 다량의 플라보노이드계 색소인 안토시아닌을 함유하고 있어(2) 식품에 첨가시 색이 우수할 뿐 아니라, 항산화(3) 효과가 큰 것으로 알려졌다. 또한 항당뇨(4), 항고지혈증(5) 등 다양한 생리활성이 알려지면서 기능성 식품 및 국민건강 증진에 기여할 수 있는 천연식품 소재로 각광받고 있다(6). 따라서 오디 분말을 첨가한 파운드케이크(7), 오디, 생마즙을 첨가한 오미자청 샐러드드레싱(8), 오디 착즙액을 첨가

한 젤리(9)등 오디를 넣은 제품이 많이 연구 개발되고 있다.

약과는 밀가루에 참기름을 넣어 비빈 후 꿀과 참기름을 넣어 반죽하고 모양을 내어 기름에 튀겨내 꿀에 집착한 것을 말한다(10). 고려시대에는 귀족들 사이에서 약과가 성행하여 곡물, 꿀, 기름 등을 많이 사용함으로써 물가가 오르고 민생이 어려워져 유밀과의 사용을 금지하였다는 기록이 전해져 내려오고 있을 정도로 유행하였으나(11), 근래 들어서는 외래문화의 유입으로 생활양식과 식습관이 변화되는 등의 요인으로 인해 소비량이 줄어들고 있는 실정이다(12). 약과는 제조방법 및 조건에 따라 다르지만 지방함량이 20~30% 로 고지방 및 고열량 식품으로 알려져 있다(13). 약과는 튀기는 과정 중에 지방의 가열산화 및 가열중합이 일어날 가능성이 존재하며, 저장기간 중에는 산소에 의한 자동산화 등에 의해 유지의 산패가 일어나기 쉬운 식품중의 하나이다(14,15). 이러한 유지의 산패는 약과의 저장 안정성에 영향을 미치게 되어 결국 품질을 저하시키게 된다는 단점이 있어(16) 약과의 저장 중 품질 특성의 변화는 약과의

*Corresponding author. E-mail : mrkim@cnu.ac.kr
Phone : 82-42-821-6837, Fax : 82-42-821-8887

제조, 유통, 소비에 있어 매우 중요하게 생각해야 하는 부분이다. 이러한 약과의 특성으로 인해 항산화성을 지니는 다양한 재료를 첨가하여 약과의 지질산패를 억제시키기 위한 많은 연구가 진행되었다. 그 예로 허브를 첨가한 약과의 품질특성 및 항산화성 연구(17), 홍삼분말이 첨가된 약과의 품질과 저장성에 관한 연구(18), γ -oryzanol 첨가가 저장 중 약과 품질에 미치는 영향(19) 등에 관한 논문이 발표가 된 바 있다. 본 연구에서는 항산화, 항당뇨, 항고지혈증(3-5) 등 다양한 생리활성 효과를 지닌 오디의 농축액을 첨가하여 약과를 제조하고, 약과 저장 중 품질변화를 저장기간 별로 측정하여 오디 농축액이 약과의 저장 중 품질 변화에 미치는 영향에 대하여 알아보았다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 오디 농축액의 제조과정은 Fig. 1과 같다. 오디는 2011년 6월 21일 경상북도 상주에서 수확한 익수병 품종으로, 외관상으로 보았을 때 흠이 없고 크기가 일정한 생과만을 골라 흐르는 물로 세척한 후 압착, 여과, 농축 과정을 거쳐 오디 농축액을 제조하였다. 약과의 재료로는 강력분(백설, 양산, 한국), 중력분(백설, 양산, 한국), 소금(백설, 부산시, 한국), 후추(오뚜기, 경기도, 한국), 계핏가루(ISFI, 벨기에), 생강가루(진원식품, 금산군, 한국), 참기름(백설, 인천, 한국), 식용유(오뚜기, 안양시, 한국), 정종(백화수북, 군산, 한국), 꿀(동서, 진천군, 한국)를 사용하였다.

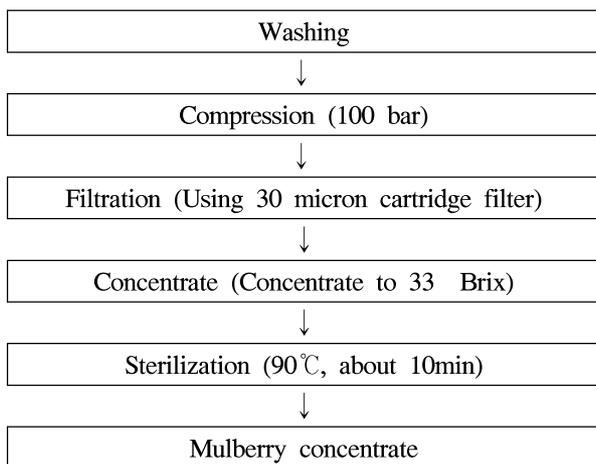


Fig. 1. Scheme of mulberry concentrate. Mulberry concentrate is prepared by following the picture.

시료의 제조

약과는 조리법을 서술한 조리서(20)를 참고하여 제조하였다. 오디 농축액 첨가 약과는 강력분 200 g과 중력분 200 g을 혼합하여 소금 3 mL, 후추 3 mL, 계핏가루 1 mL 생강가

루 5 mL를 넣고 고르게 섞어 체로 2번 내려 공기가 들어가지 않도록 해주었다. 그 후에 참기름 60 mL, 식용유 30 mL를 넣고 손바닥으로 잘 비벼 기름이 골고루 섞이게 한 후 20 mesh의 표준망 체에 내렸다. 고르게 섞인 가루에 정종 90 mL, 꿀 90 mL를 각 군마다 동일하게 넣어 반죽하였고, 약과에 첨가되는 총 액체(300 mL) 중에 오디 농축액이 차지하는 비율을 각각 0, 1, 2, 3%로 지정하였다. 대조군은 물 30 mL, 오디 농축액 1% 첨가군은 물 27 mL 와 오디 농축액 3 mL, 오디 농축액 2% 첨가군은 물 24 mL 와 오디 농축액 6 mL, 오디 농축액 3% 첨가군은 물 21 mL 와 오디 농축액 9 mL 첨가하고 반죽과 오디 농축액이 스며들어 한 덩어리가 될 때까지 약 20회 반죽하였다. 각 18~20 g씩 떼어 직경 35×35×8 mm의 크기로 절단하여 직경 30 cm fry pan에 식용유 1 L를 붓고 150°C에서 9분간 튀겨 실험에 사용하였다.

약과의 저장은 시료별로 나누어 저장하였으며(B.O.D incubator, HB-103M, Hanbaek Co., Korea), 짧은 저장 기간 동안 지질산패를 유도하고 약과의 품질특성 변화에 오디 농축액이 미치는 영향을 알아보기 위하여 개별포장 보다는 외부 오염만 방지할 수 있도록 포장을 최소화 하였다. 저장 상태는 가속저장 상태로 설정하였으며, 저장온도는 60°C로 유지하였고, 실험 기간 내 지질산패를 유도하기 위해 0, 1, 2, 3주간 기계치 측정과 유지의 산패도 측정을 진행하였다.

유지의 추출 방법

유지의 추출은 Kim(21)의 방법을 응용하였다. 마쇄된 약과 시료 50 g과 ethylether(Daejung chemical & materials Co., Ltd., Siheung, Korea) 200 mL을 분액여두에 넣고 30분간 shaking 하여 상층액을 얻어내는 과정을 3회 반복하였다. 상층액을 evaporator(Tokyo Rikakikai Co., Ltd., N-1000, Tokyo, Japan)로 완전히 감압 농축하여 얻어진 유지를 실험에 사용하였다.

실험방법

수분함량

수분함량은 약과를 마쇄 후 1.5 g을 취하여 적외선 수분 측정기(ISCO, US/Retriever 500, Sartorius, Germany)를 이용하여 시료의 수분함량을 3회 측정하였다.

색도

색도 측정은 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, model ND-1001 DP, Nippon denshoku Co., Ltd., Japan)를 이용하여 Hunter L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 약과를 20 g씩 부수어 균일하게 섞은 뒤 10 g을 취한 후 페트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색도를 측정하고 4회 반복 측정하고 평균값을 사용하였다. Standard color value 는 L값 90.95, a값 -0.11, b값 3.64, ΔE값 0.00인 calibration

plate를 표준으로 사용하였다.

산 가

산가는 Kim 등(22)의 방법을 참고하여 약과에서 추출된 유지 시료 1 g에 ethylether와 ethanol을 1:1로 혼합한 용매 30 mL를 넣고 잘 흔들어 준 후, 1% 페놀프탈레인시약을 0.1mL 첨가하고, 0.1 N 에탄올성 수산화칼륨용액으로 적정하였다. 용액의 연분홍색이 30초간 지속되는 것을 종말점으로 측정하였다.

$$AV \text{ (acid value)} = (V-v) \times 5.611 \times F/s$$

V : 분시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(mL)

v : 공시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(mL)

F : 적정에 사용한 0.1 N KOH 용액의 역가

s : 시료 채취량(g)

과산화물가

과산화물가는 Kim 등(22)의 방법을 참고하여 약과에서 추출된 유지 시료 1 g에 chloroform: acetic acid (2:3) 혼합액 25 mL를 넣고 추출한 후 포화요오드칼륨용액 1 mL를 넣고 1분간 가볍게 흔들어 섞은 후 10분 간 암소에 방치하였다. 증류수 30 mL를 가하여 세계 흔들어 섞은 다음 전분용액 1 mL를 지시약으로 하여 0.01 N 티오황산나트륨 용액으로 적정하였다. 이 때 전분으로 인한 착색이 소실될 때(무색)를 종말점으로 하여 측정하고 공시험을 따로 시행하였다.

$$POV \text{ (meq/kg)} = (V-v) \times F \times 10/s$$

V : 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 적정량(mL)

v : 공시험에서의 0.01 N 티오황산나트륨용액의 소비량(mL)

F : 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 역가

s : 시료 채취량(g)

TBA가

TBA가는 Sidwel와 Salwin(23)의 방법과 Park과 Baek(24)의 논문을 참고하여 측정하였다. 약과에서 추출된 유지 시료 3 g에 10 mL Benzen을 가하여 유지를 용해 후 10 mL TBA시약(A Johnson Matthey Co, Seoul, Korea)을 첨가하였다. 용액을 분액여두로 옮기고 4분간 정치시켜 하층부를 분리 후 끓는 물 속에서 30분 간 가열하였고, 냉각한 후 530 nm에서 시료의 흡광도를 측정하여 계산하였다.

$$TBA \text{ values (mgMA/kg)} = (A-B) \times 3 \times 100/\text{sample(g)}$$

A : 시료 흡광도 (Consumption of 530 nm)

B : 공시험 흡광도 (Consumption of 530 nm)

DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 라디칼 소거능

분쇄한 약과 1.5 g을 취하여 Methanol 50 mL을 넣고 12시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 10분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 evaporator(Tokyo rikakikai Co., Ltd.)로 용매를 날린 후 농축액만 얻었다. 농축액 100 mg 당 1 mL 메탄올을 첨가하여 100 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료용액 50 μ L에 1.5×10^{-4} mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 150 μ L을 가하고 30분방치 후에 분광광도계를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{\text{Abs DPPH} - \text{Abs sample}}{\text{Abs DPPH}} \times 100$$

통계처리

DPPH 라디칼 소거능을 제외한 실험은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 통계적 유의성은 SPSS (Statistical Package for Social Science. Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하고 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

수분함량

오디 농축액을 각각 0, 1, 2, 3% 첨가한 약과의 수분함량을 저장 기간별로 관찰한 결과는 Table 1과 같다. 0주차 약과의 수분함량은 대조군이 9.30% 이었고, 오디 농축액 1% 첨가군 9.33%, 2% 첨가군 9.08%, 3% 첨가군 9.60%로 오디 농축액 3% 첨가군이 가장 높은 수분함량을 나타내었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). 저장기간이 1주일이 넘어가면서 약과의 수분함량은 2.71~3.44%로 급격히 감소하였으며 시료간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). Park 등(25)의 가루녹차가 유과의 품질 특성에 미치는 영향에 관한 연구에 따르면 대조군은 4.93%, 1% 첨가군은 5.09%, 2% 첨가군은 4.91%, 3% 첨가군은 4.83%로 유의적인 차이가 나타나지 않은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 저장 2주차 약과에서 대조군이 1.05%, 오디 농축액 1% 첨가군 1.04%, 2% 첨가군 1.27%, 3% 첨가군 1.49%로 오디 농축액 3% 첨가군이 유의적으로 높은 수분함량을 나타내었는데($p < 0.05$), 실질적인 차이는 미미할 것으로 판단된다. Ji와 Jeong(26)의 복분자 농축액을 첨가한 파운드케이크의 품질 특성 연구 논문에서 복분자 농축액 첨가량이

0, 10, 20, 30, 40%로 늘렸을 때 수분함량은 각각 25.03%, 26.33%, 28.76%, 29.69%, 31.28%로 증가하는 것으로 나타났다.

저장기간 별 수분함량은 0주에서 2주까지 모든 군의 시료는 유의적인 차이를 가지며 감소하였고, 2주차와 3주차 시료 간에는 유의적인 차이가 없어($p < 0.05$) 저장 2주 까지가 가장 많은 수분손실이 일어나며, 2주에서 3주 동안 마지막 저장기간에는 수분함량의 변화가 적은 것으로 생각된다.

Table 1. Changes in moisture content of *Yackwa* added mulberry concentrate during storage at 60°C

week	mulberry concentrate contents (%)			
	0	1	2	3
0	^A 9.30±0.19 ^{ns1)2)}	^A 9.33±0.37	^A 9.08±0.12	^A 9.60±0.16
1	^B 2.86±0.98 ^{ns}	^B 2.71±0.93	^B 3.08±0.95	^B 3.44±0.95
2	^C 1.05±0.35 ^{c3)}	^C 1.04±0.09 ^c	^C 1.27±0.01 ^b	^C 1.49±0.61 ^a
3	^C 1.15±0.07 ^{ns}	^C 1.32±0.21	^C 1.17±0.42	^C 1.18±0.21

All values are mean±SD

^{1)ns}: Not significant.

^{2)A-D}: Different superscripts in the same a column (storage time) by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^{3)a-d}: Different superscripts in the same row (mulberry concentrate amount) by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

색 도

오디 농축액을 첨가한 약과의 저장기간별 색도는 Table 2와 같다. 오디 약과의 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)를 측정하였다. 0주차 약과의 명도(L)를 비교해 보았을 때 대조군이 58.56으로 43.82~51.71을 나타낸 오디 농축액 첨가군보다 밝은 것으로 나타났다. 이는 오디 자체가 색을 가지기 때문인 것으로 사료되며, Kim 등(27)의 오디를 첨가한 막걸리의 발효기간 중 이화학적 및 미생물학적 특성에 관한 논문에서도 오디를 첨가한 군은 첨가하지 않은 군보다 낮은 명도를 나타내었다. 저장 3주가 경과하였을 때, 대조군, 오디 농축액 1% 첨가군, 2% 첨가군, 3% 첨가군의 명도(L)는 각각 46.45, 44.60, 40.84, 35.92로 저장 기간이 지남에 따라 명도는 모든 군에서 낮아지는 경향을 나타내었다. Hyun와 Kim(18)의 홍삼분말 첨가 약과의 명도를 보면 대조군이 46.54, 홍삼분말 8% 첨가군이 40.56으로 홍삼분말을 첨가한 군이 유의적으로 낮게 측정되었으며, 저장 기간별 약과의 색도는 저장 2주차 약과의 명도가 42.13~46.17, 저장 4주차 약과의 명도 41.36~44.58으로 측정되어 저장 기간이 길어질수록 명도가 낮아지는 경향을 보여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 저장 중 명도가 낮아지게 되는 원인은 고온에서 약과를 장시간 저장함에 따라 일어나는 유지의 착색현상과(28) 유지가 산화되면서 색을 가진 중합체로 인해 나타나는 유지산화변색(rusting)현상 때문인 것으로, 오디에 의한 효과는 아닌 것으로 사료된다.

Table 2. Changes in hunter color value of *Yackwa* added mulberry concentrate during storage at 60°C

week	mulberry concentrate contents (%)				
	0	1	2	3	
L	0	^A 58.56±0.64 ^{a1)2)}	^A 51.71±0.01 ^b	^A 47.16±0.01 ^c	^A 43.82±0.10 ^d
	1	^B 50.15±0.02 ^a	^B 45.92±0.05 ^b	^B 42.72±0.03 ^c	^B 41.69±0.05 ^d
	2	^C 48.38±0.03 ^a	^B 45.68±0.48 ^b	^D 40.45±0.20 ^c	^C 37.4±0.12 ^d
	3	^D 46.45±0.16 ^a	^C 44.60±0.19 ^b	^C 40.84±0.07 ^c	^D 35.92±0.05 ^d
a	0	^D 5.88±0.00 ^c	^D 5.97±0.03 ^c	^D 6.24±0.11 ^b	^D 6.69±0.06 ^a
	1	^C 7.11±0.02 ^d	^C 7.31±0.05 ^c	^C 8.26±0.05 ^b	^C 9.33±0.08 ^a
	2	^B 9.33±0.04 ^d	^B 10.74±0.19 ^c	^B 10.97±0.06 ^b	^B 11.47±0.09 ^a
	3	^A 10.24±0.02 ^d	^A 10.98±0.04 ^c	^A 11.29±0.05 ^b	^A 12.01±0.19 ^a
b	0	^D 18.32±0.02 ^a	^D 14.75±0.01 ^b	^D 13.52±0.06 ^c	^D 11.51±0.01 ^d
	1	^C 19.60±0.08 ^a	^C 17.41±0.03 ^b	^C 16.28±0.03 ^c	^C 14.32±0.08 ^d
	2	^B 22.62±0.07 ^a	^B 21.30±0.05 ^b	^B 18.87±0.17 ^c	^B 16.12±0.10 ^d
	3	^A 22.82±0.10 ^a	^A 22.90±0.05 ^a	^A 19.17±0.08 ^b	^A 17.10±0.12 ^c

All values are mean±SD

^{1)A-D}: Different superscripts in the same a column (storage time) by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^{2)a-d}: Different superscripts in the same row (mulberry concentrate amount) by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

약과를 제조한 0주차의 대조군의 적색도(a)는 5.88, 오디 농축액 1%, 2% 또는 3% 첨가 시 각각 5.97, 6.24, 6.69로 오디 농축액 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가하였는데 Kim(28)의 오디를 첨가한 식혜 논문에 따르면 오디 농축액 농도에 의존적으로 적색도(a)가 24.23~36.40로 증가하는 결과를 나타내어 본 결과와 유사하였다. 오디 농축액 첨가량이 많아질수록 약과의 적색도가 증가하는 이유는 오디에 함유된 anthocyanin 색소로 인해 오디 농축액 첨가시 적색도에 변화를 미치는 것으로 사료되며, anthocyanin은 많은 과일이나 채소에 많이 함유되어 있으며 오렌지색, 적색등을 띄는 것으로 알려져 있다(29). 저장 후의 적색도(a)를 살펴보면 3주가 경과하면서 10.24~12.01로 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 Yun과 Kim(30)의 녹차분말 첨가가 약과의 품질과 저장성에 미치는 영향에 대한 논문의 결과와 유사한데, 이 논문에서는 대조군과 녹차분말 첨가군 모두 4주의 저장기간이 지나면서 적색도가 증가하는 모습을 보였다. 따라서 저장기간이 지남에 따른 적색도(a)의 증가는 오디 시료 자체에 의한 효과는 아니나 약과를 저장하면서 나타나는 현상인 것으로 판단된다.

대조군의 황색도(b)는 0주차에 18.32, 3주차에 22.82이었고, 오디 농축액 3% 첨가군의 황색도(b)는 0주차에 11.51, 3주차에 17.10으로 농축액을 첨가할수록 황색도(b)가 낮아지는 경향을 보였고, 저장 기간이 길어짐에 따라 황색도(b)가 증가하는 경향을 보였다. Woo 등(19)의 γ -oryzanol 첨가 약과의 색도 변화에서도 마찬가지로 모든 군에서 0주차보다 6주차 시료의 황색도(b)가 증가하는 결과를 나타내어

적색도(a)와 마찬가지로 오디 시료에 의한 효과보다는 저장 기간이 지나면서 나타나는 현상으로 사료된다.

산 가

산가는 식품 내 존재하는 유지가 가수분해 되어 형성되는 유리 지방산 함량을 측정하여 유지의 산패 정도를 측정하는 척도가 된다. 유리지방산의 생성은 유지의 자동산화 촉진하여 제품의 품질을 저하시키며(31), 관능적으로도 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 본 실험에서는 약과를 60℃에서 0, 1, 2, 3 주간 저장하면서 산가를 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 2와 같다. 0주차 약과의 산가는 대조군부터 3% 오디 농축액 첨가군까지 0.9157~1.1185로 유의적인 차이를 나타내지 않았으나(p<0.05), 3주가 지난 후 측정된 약과의 산가는 시료간의 유의적 차이도 뚜렷하게 나타났으며(P<0.05), 대조군과 오디 농축액 첨가 3% 약과를 비교해 보았을 때 대조군이 1.9700, 오디 농축액 3% 첨가 약과는 1.6484로 나타나 대조군이 오디 농축액 3% 첨가군 보다 식품공전상 유밀과 산가의 규제 기준인 3.0000에 더 가까운 것으로 나타났다. Jeon 등(32)의 논문에 따르면 오디 농축액에는 0.024 mg/mL의 총 페놀이 존재하며, 총 flavonoid가 0.14 mg/mL이 존재한다고 발표하였는데, 오디 농축액에 존재하는 페놀과 flavonoid로 인해 약과의 저장중 산가가 대조군에 비해 오디 농축액 첨가군이 더 낮게 나타나는 것으로 판단된다. 또한 산가 측정 결과를 통해 오디 농축액을 2%이상 첨가하였을 때 산가의 증가를 막을 수 있을 것으로 기대된다. Hyun와 Kim(18)의 홍삼분말이 첨가된 약과의 품질과 저장성에 관한 연구를 보면 저장 2주경과 후 산가가 모든 시료에서 급격히 증가하였고, 특히 홍삼분말을 첨가하지 않은 대조군이 모든 시료군 중에서 산가가 가장 많이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 또한 Kim 등(22)의

썩 첨가 매작과의 저장중 산가 변화에서 대조군의 산가는 저장 기간 중 0.50에서 9.33 으로 급격하게 증가하였으나 5% 썩 분말을 첨가한 매작과는 0.22에서 2.15로 산가의 증가가 완만한 것을 볼 수 있었다.

과산화물가

저장 3주간 시료의 과산화물가 변화는 Fig. 3과 같다. 0주차의 과산화물가는 대조군이 3.7218 meq/kg, 오디 농축액 1% 첨가군이 3.5405 meq/kg, 2% 첨가군이 2.8699 meq/kg, 3% 첨가군이 2.9548 meq/kg로 나타났으나 시료간의 유의적 차이는 없었다(p<0.05). 약과의 과산화물가는 2주가 경과하면서 급격하게 증가하였으며, 대조군이 47.0311 meq/kg, 오디 농축액 3% 첨가군이 22.3908 meq/kg로 나타나 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 3주차 오디 농축액 첨가 약과의 과산화물가는 대조군이 63.7959 meq/kg으로 식품공전상 규제 기준인 60.0 meq/kg이 넘어 산패가 가장 많이 일어난 것을 볼 수 있었고, 오디 농축액 3% 첨가군은 52.5431 meq/kg로 가장 낮은 과산화 물가를 나타내었다. 결과적으로 오디 농축액을 첨가한 약과군이 대조군보다 저장중 약과의 과산화물가 값이 낮게 측정되는 것을 볼 수 있었다. Joo 등(33)의 연구를 보면 오디를 물, 50%, 100% 에탄올을 이용하여 얻은 추출물에서 각각 27.10%, 25.93%, 25.54%의 SOD 유사활성을 나타내는 결과를 보였고, 이러한 오디의 SOD 유사활성능으로 인하여 오디 농축액을 첨가한 약과의 저장 중에 일어나는 과산화물가 증가가 완만하게 나타난 것으로 사료된다. Gwon과 Moon(34)의 허브를 첨가 약과에서는 로즈마리 첨가 약과가 가장 뛰어난 산패 억제 효과를 보이며, 60℃ 저장 16일 후에도 8.75 meq/kg의 과산화물가를 보였는데, 이는 식품공전상 유당 처리 식품의 과산화물가 기준치인 60.00 meq/kg이하

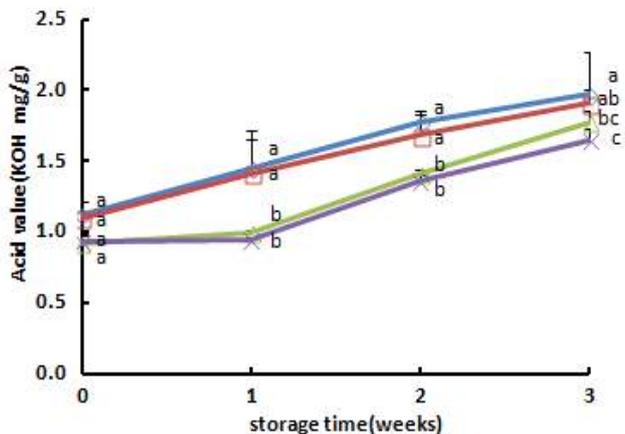


Fig. 2. Changes in acid Value of *Yackwa* added mulberry concentrate during storage at 60℃.

Data are mean±SE (n=3). ◇, control; □, *Yackwa* added 1% mulberry concentrate; △, *Yackwa* added 2% mulberry concentrate; ×, *Yackwa* added 3% mulberry concentrate. Values represent the mean±SD (n=3). Means with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

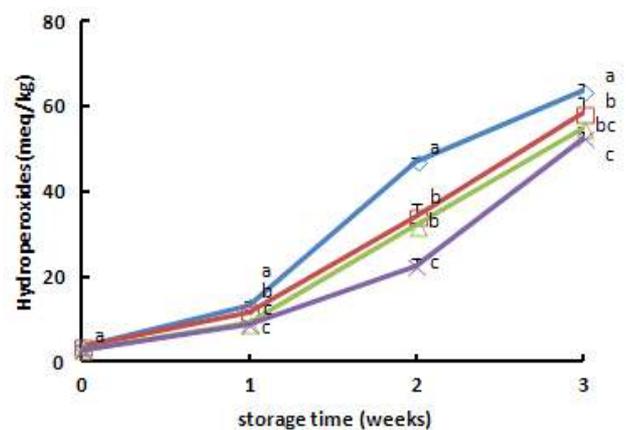


Fig. 3. Changes in hydroperoxide value of *Yackwa* added mulberry concentrate during storage at 60℃.

Data are mean±SE (n=3). ◇, control; □, *Yackwa* added 1% mulberry concentrate; △, *Yackwa* added 2% mulberry concentrate; ×, *Yackwa* added 3% mulberry concentrate. Values represent the mean±SD (n=3). Means with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

를 유지하는 결과였으며, 허브를 첨가한 약과는 저장 기간 중에 모두 대조군과 유의적인 차이를 보이면서 낮은 과산화물가를 나타내었다고 보고하였다.

TBA

약과를 60°C에 0, 1, 2, 3주 동안 저장하여 TBA 측정 결과 Fig. 4와 같다. 약과의 0주차 TBA가를 측정한 결과 대조군이 13.1071로 가장 높았고, 오디 농축액 첨가량이 증가할수록 각 12.9054, 11.7544, 11.2528으로 낮아지는 경향을 보였다. 3주간의 저장 후 TBA가는 대조군과 오디 농축액이 증가함에 따라 각각 32.4432, 21.8420, 18.5769, 17.8749로 대조군이 유의적으로 가장 높은 지질산패도를 나타냈다($p < 0.05$). 0주차와 3주차 TBA가를 비교하여보면 대조군은 147.44%의 증가율을 나타내었고, 오디 농축액 3% 첨가군은 58.84%로 가장 낮은 증가율을 나타내어 오디 농축액을 첨가할수록 저장기간 중 TBA가가 가장 완만하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Lee와 Bae(35)의 논문 따르면 60% Methanol 오디 추출물은 증류수를 이용한 TBARS 측정 값($9.3 \times 10^{-3} \mu\text{M}$) 보다 낮은 값($0.1 \times 10^{-3} \mu\text{M}$)을 나타내어 항산화 효과가 나타났다고 보고되었다. 이처럼 지질의 산패가 억제되는 이유는 오디와 같은 딸기류에는 안토시아닌, 카로티노이드 및 플라보노이드 등과 같은 페놀 화합물과 비타민 C가 다량 존재하여 산화를 억제하기 때문인 것으로 보여 진다(36).

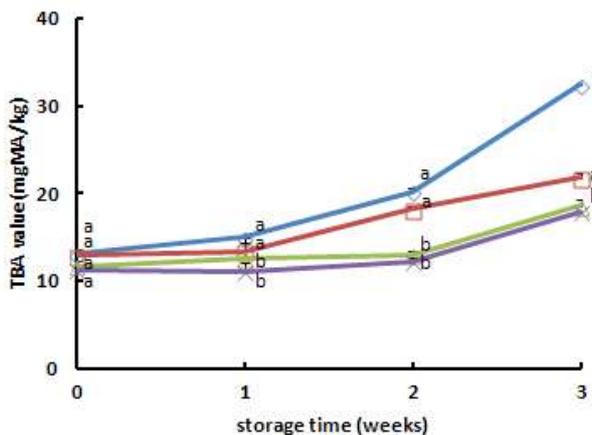


Fig. 4. Changes in TBA value of *Yackwa* added mulberry concentrate during storage at 60°C.

Data are mean±SE (n=3). ◇, control; □, *Yackwa* added 1% mulberry concentrate; △, *Yackwa* added 2% mulberry concentrate; ×, *Yackwa* added 3% mulberry concentrate. Values represent the mean±SD (n=3). Means with different letters above a bar are significantly different at $p < 0.05$.

DPPH 라디칼 소거능

오디 약과의 기능성을 검토하기 위하여 항산화 활성을 DPPH법으로 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 0주차 오디 약과의 DPPH 라디칼 소거능의 IC_{50} (DPPH 라디칼을 50% 소거시키는데 필요한 농도)값은 0주차에는 대조군이 60.02

mg/mL 오디 농축액 3% 첨가군은 46.52 mg/mL로 오디 농축액을 첨가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가하는 모습을 볼 수 있었다. 3주차 DPPH 라디칼 소거능의 IC_{50} 값은 대조군이 146.26 mg/mL 오디 농축액 3% 첨가군은 91.95 mg/mL로 0주차에 비해 DPPH 라디칼 소거능이 감소하였으나 오디 농축액 3% 첨가군이 대조군보다 DPPH 라디칼 소거능이 좋은 것을 볼 수 있었다. 오디 농축액의 첨가량이 증가할수록 IC_{50} 값은 낮아지는 모습을 볼 수 있는데, Kim(37)의 논문에서도 마찬가지로 대조군의 IC_{50} 값은 10.09 mg/mL, 오디 시럽을 20% 첨가한 양갱에서는 0.50 mg/mL로 오디시럽의 첨가 수준이 증가할수록 IC_{50} 값이 낮아져 DPPH 라디칼 소거능이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 Cha 등(38)의 오디로부터 분리한 페놀성 물질의 항산화 효과에 관한 연구에 따르면 오디에 함유된 phenol 성분으로는 rutin, isoquercitrin, quercitrin 등이 발견되었다. ABTS radical decolorization, antioxidant protection factor(PF), 전자공여능, Hydroxyl radical 소거활성 등을 측정한 결과 추출 용매에 따라 각각 다른 결과를 나타내었으나, 항산화 실험들의 결과로 볼 때 오디로부터 추출된 페놀성 물질은 천연 항산화 물질로서 사용할 수 있다고 보고되었다. 이러한 결과를 토대로 오디 농축액의 첨가량이 많아질수록 항산화성이 증가하며, 저장기간이 3주가 지나도 오디 농축액 첨가군이 대조군보다 항산화성이 높은 것으로 사료된다.

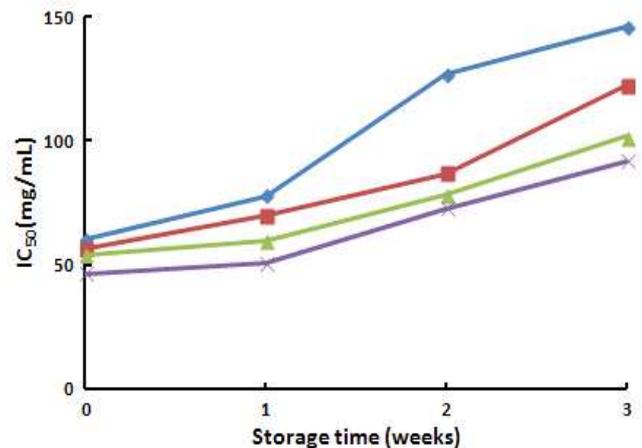


Fig. 5. DPPH radical scavenging activity of *Yackwa* added mulberry concentrate during storage at 60°C.

Data are mean±SE (n=3). ◇, control; □, *Yackwa* added 1% mulberry concentrate; △, *Yackwa* added 2% mulberry concentrate; ×, *Yackwa* added 3% mulberry concentrate.

요 약

본 연구에서는 오디 농축액을 우리나라 전통한과인 약과에 첨가하여 약과의 저장 중 품질 특성에 미치는 영향에 대하여 분석하였다. 약과의 수분함량은 대조군에 비하여, 오디 농축액 3% 첨가 약과가 높은 수분함량을 나타내었다.

저장 기간별 약과의 수분함량은 모든 군에서 2주 동안 급격한 수분함량의 감소를 나타내었고, 2주와 3주의 수분함량 변화는 유의적 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$). 오디 농축액을 첨가한 약과의 색도는 0주차의 오디 약과에서는 명도(L)는 대조군에 비해 오디 농축액의 첨가량이 많아질수록 낮아지는 경향을 보였고, 적색도(a)는 대조군 5.88, 오디 농축액 3% 첨가군은 6.69로 오디 농축액을 첨가할수록 높게 나타났다. 또한 황색도(b)는 18.32~11.51로 오디 농축액 첨가량이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였다. 명도(L)는 저장기간이 지남에 따라 대조군이 58.56에서 46.45로, 오디 농축액 3% 첨가군은 43.82에서 35.92로 낮아졌고, 적색도(a)와 황색도(b) 모두 3주가 경과하면서 높아지는 것을 볼 수 있었다. 지질산패정도를 알아보는 실험중 산가는 시간이 경과함에 따라 유의적 차이가 나타나($p < 0.05$) 3주차 오디 농축액을 첨가한 약과는 1.65~1.91의 산가를 나타내었고, 대조군은 1.97로 오디 농축액 첨가군이 대조군보다 산가보다 더 낮게 나타났다. 과산화물가는 0주차에는 시료간의 유의적인 차이가 나타나지 않다가 3주차에는 대조군 63.80 meq/kg, 오디 농축액 1% 첨가군 58.46 meq/kg, 2% 첨가군 55.00 meq/kg, 3% 첨가군 52.54 meq/kg로 대조군의 과산화물가가 오디 농축액 첨가군에 비해 높은 경향을 나타내었다. 0주차 TBA가는 11.25~13.11로 오디 농축액을 첨가할수록 낮은 값을 나타내었고, 3주가 경과한 후 TBA 측정 결과 대조군이 가장 높은 TBA가를 나타내었으며 오디 농축액 3% 첨가군이 가장 낮게 측정되었다. DPPH 라디칼 소거능은 오디 농축액의 첨가량이 많아질수록 증가하는 경향을 나타내었고, 저장 기간 동안 모든 군의 DPPH 라디칼 소거능은 감소하였으나 오디 농축액 첨가군이 대조군에 비해 낮은 IC_{50} 값을 유지하였다. 실험의 결과들로부터 오디 농축액의 첨가량이 증가할수록 항산화성이 높아지고, 지질산패를 억제되는 것을 확인하였다. 이는 항산화성의 증가로 인해 오디 농축액을 넣은 약과가 넣지 않은 약과보다 지질산패가 억제되는 것으로 사료되며, 약과 제조시 오디 농축액을 첨가하면 저장성이 증대된 약과를 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Ju MJ, Kwon JH, Kim HK (2009) Physiological activities of mulberry leaf and fruit extracts with different extraction conditions. *Korean J Food Preserv*, 16, 442-448
- Jung GT, Ju IO, Choi DG (2005) Quality characteristics and manufacture of mulberry wine. *Korean J Food Preserv*, 12, 90-94
- Kim HJ, Cha JY, Choi ML, Cho YS (2000) Antioxidative activities by water-soluble of *morus alba* and *cadracia tricuspidata*. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol*, 43, 148-152
- Kim SY, Park KJ, Lee WC (1998) Anti inflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract. *Korean J Seri Sci*, 38, 100-107
- Kim HB, Kim SY, Ryu KS, Lee WC, Moon JY (2001) Effect of methanol extract from mulberry fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *Korean J Seri Sci*, 43, 104-108
- Lee MA, Byun GI (2013) A study on physicochemical characteristics of frozen mulberry fruit and the quality and sensory characteristics of bagel with different drying conditions of mulberry powder. *Korean J Culinary Res*, 19, 40-51
- Yoo SS, Jeong HC (2012) Quality characteristics of pound cake with added mulberry fruit powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 22, 239-245
- Kim HD, Yim SB, Oh HL, Jeon HL, Kim CR, Kim NY, Hong YP, Lee JH, Kim MR (2012) The Quality characteristics and antioxidant activity of extracts of *schisandra chinensis baillon* salad dressing prepared with yam concentrate and mulberry. *Korean J Food Cookery Sci*, 28, 531-540
- Moon HK, Lee SW, Moon JN, Yoon SJ, Lee S, Kim GY (2012) Quality characteristics of jelly added with mulberry concentrate. *Korean J Food Cookery Sci*, 28, 797-804
- Park KM (1997) Studies on the lipid rancidity and rheology of *Yackwa* during storage. *Korean J Soc Food Sci*, 13, 609-616
- Lee HJ (2007) *Korean food culture*. Shingwang Publishing Co, Seoul, Korea, p 306
- Kim HA, Yang JS, Kim YS (2013) Quality characteristics of baked *Yackwa* made with various amounts of *goami* powder and wheat flour. *Korean J Culinary Res*, 19, 179-188
- Kim CH, Yun MH (1999) Effect of microwave preheating and hydrogenated frying fats on the storage stability of *Yackwa*. *Korean J Soc Food Sci*, 15, 264-271
- Addis PB (1986) Occurrence of lipid oxidation products in foods. *Food Chem*, 24, 1021-1028
- Choe SY, Yang KH (1982) Toxicological studies of antioxidants BHT and BHA. *Korean J Food Sci Technol*, 14, 283-288
- Rho KL, Seob PA, Chung OK, Chung DS (1986) Retardation of rancidity in deep-fried instant noodles. *J Am Oil Chem Soc*, 63, 251-258

17. Gwon SY, Moon BK (2007) The quality characteristics and antioxidant activity of *yakgwa* prepared with herbs. Korean J Food Cookery Sci, 23, 899-907
18. Hyun JS, Kim MA (2005) The effect of addition of level of red ginseng powder on *Yackwa* quality and during storage. Korean J Food Culture, 20, 352-359
19. Woo JM, Yang CB, Lee JH, An YS, Lee HG (2005) Effects of γ -Oryzanol addition on the quality of *Yackwa* during storage. Korean J Food Sci Technol, 37, 397-404
20. Lee JH, Park KM (1995) Effect of ginger and soaking on lipid oxidation in *Yackwa*. Korean J Soc Food Sci, 11, 93-97
21. Kim YH (2003) Screening of antioxidant activity in *dansam* (*salvia miltiorrhiza*) and additional effect on the shelf-life and the characteristics of *yakgwa*. Korean J Soc Food Cookery Sci, 19, 463-469
22. Kim KH, Kim SJ, Yoon MH, Byun MW, Jang SA, Yook HS (2011) Change of anti-oxidative activity and quality characteristics of *Maejakgwa* with mugwort powder during the storage period. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 335-342
23. Sidwell CG, Salwin H (1954) Determination of thiobarbituric acid value. J Am Oil Chem Soc, 31, 603-609
24. Park JH, Baek OH (2012) The quality characteristics and microbiological of simple preprocessed foods vege-ball with guave leaf powder for soup during storage. J East Asian Soc Dietary Life, 22, 585-592
25. Park JN, Kwcon SY, Kim JG, Park JG, Han IJ, Song BS, Kim JH, Byun MW, Lee JW (2008) Effect of green tea powder on the quality characteristics of *Yukwa* (Korean fried rice cake). Korean J Food Preserv, 15, 37-42
26. Ji JL, Jeong HC (2013) Quality characteristics of pound cake with added *Rubus coreanus* Miquel concentrate. J East Asian Soc Dietary Life, 23, 341-348
27. Kim EK, Chang YH, Ko JY, Jeong YH (2013) Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, Makgeolli, supplemented with mulberry during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 1682-1689
28. Han YS, Yoon JY, Lee SR (1991) Effect of palm oil blending on the thermal and oxidative stability of soybean oil. Korean J Food Sci, 23, 465-470
28. Kim JS (2012) Quality characteristics of *Sikhea* with mulberry fruit. Korean J Culinary Research, 18, 206-215
29. Kim HB, Kim SL, Moon JY (2002) Quantification and varietal variation of anthocyanin pigment in mulberry fruits. Korean J Breed, 34, 207-211
30. Yun GY, Kim MA (2005) The effect of green tea powder on *yackwa* quality and preservation. Korean J Food Culture, 20, 103-112
31. Park BH, Yang HH, Cho HS (2012) Quality characteristics and antioxidative effect of *Yukwa* prepared with *Lycii fructus* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 41, 745-751
32. Jeon HL, Hong YP, Lee JH, Kim HD, Kim MR (2012) Antioxidant activities and quality characteristics of mulberry concentrate, freeze-dried mulberry, and pomace. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 1402-1408
33. Joo MJ, Kwon JH, Kim HK (2009) Physiological activities of mulberry leaf and fruit extracts with different extraction conditions. Korean J Food Preserv, 16, 442-448
34. Gwon SY, Moon BK (2007) The quality characteristics and antioxidant activity of *yakgwa* prepared with herbs. Korean J Food Cookery Sci, 23, 899-907
35. Lee EJ, Bae JH (2011) Study on the alleviation of an alcohol induced hangover and the antioxidant activity by mulberry fruit. Korean J Food Nutr, 24, 204-209
36. Park HM, Yang SJ, Kang EJ, Lee DH, Kim DI, Hong JH (2012) Quality characteristics and granule manufacture of mulberry and blueberry fruit extracts. Korean J Food Cookery Sci, 28, 375 - 382
37. Kim AJ (2012) Quality characteristics of *yanggeng* prepared with different concentrations of mulberry fruit syrup. J East Asian Soc Dietary Life, 22, 62-67
38. Cha WS, Shin HR, Park JH, Park JH, Oh SL, Lee Y, Chun SS, Choo JW, Cho YJ (2004) Antioxidant activity of phenol compounds from mulberry fruits. Korean J Food Preserv, 11, 383-387